

Rhinoceros 5

Pour Mac
Guide de l'utilisateur



© [Robert McNeel & Associates](#), 30/03/2017.

Table des matières

Section I : Travailler en 3D	1
Introduction	3
L'interface de Rhino	3
Commandes de Rhino	4
Lancer à partir du menu	4
Lancer à partir d'un bouton de barre d'outils	6
Lancer une commande à partir de la ligne de commandes	12
Annuler une erreur.	15
Le panneau de l'historique	15
Options de commande	16
Répéter la dernière la dernière commande.	16
Obtenir de l'aide à tout moment	17
Objets de Rhino	19
Pourquoi la modélisation NURBS	19
Points	19
Courbes	20
Surfaces	20
Surfaces ouvertes et surfaces fermées	21
Surfaces limitées et non limitées	22
Courbes isoparamétriques et bords d'une surface	24
Polysurfaces	25
Solides	25
Objets d'extrusion légers	26
Objets maillés	27
Sélectionner des objets	29
Sélectionner les objets avec une fenêtre	31
Autres façons de sélectionner	33
Sélection de sous-objets	34
Naviguer dans les fenêtres	37
Projection de la fenêtre	37
Navigation dans les fenêtres	37
Navigation avec la souris	38
Modes d'affichage	39
Filaire	40
Ombre	40
Autres modes ombrés	41
Titre de la fenêtre	42
Modéliser avec précision	43
Le curseur de Rhino	43
Magnétisme de la grille du plan de construction	43
Contrainte de l'angle de mouvement	43
Accrochage aux objets existants	44

Accrochages aux objets persistants	44
Accrochages particuliers	45
Contraintes du curseur	45
Contrainte de distance	46
Contrainte d'angle	46
Contraintes de distance et d'angle simultanées	46
Mode élévation	46
Repérage intelligent	47
Systèmes de coordonnées	47
Coordonnées cartésiennes	47
Règle de la main droite	48
Coordonnées dans le repère général	48
Coordonnées du plan de construction	48
Coordonnées relatives	49
Créer des surfaces à partir de courbes	51
Bords	51
Extruder des courbes	53
Surface par sections passant des courbes	55
Courbes de révolution	56
Révolution de courbes le long d'un rail	59
Balayer une courbe le long d'un rail	63
Balayage le long de deux courbes guide	65
Modification des courbes et des surfaces	67
Joindre	67
Décomposer	67
Limiter et Diviser	67
Modification à l'aide des points de contrôle	67
Visibilité des points de contrôle	67
Changer la position des points de contrôle	68
Ajouter, supprimer et redistribuer les points de contrôle	68
Degré des courbes et des surfaces	68
Analyse des courbes et des surfaces	71
Mesurer la distance, l'angle et le rayon	71
Direction des courbes et des surfaces	71
Courbure	72
Analyse de surface visuelle	72
Placage d'environnement	72
Analyser la courbure	73
Analyse de l'angle de dépouille	73
Analyse des bords	74
Diagnostic	74
Organisation et annotation	75
Calques	75
Groupes	76
Blocs	76

Cotes	76
Texte	77
Lignes de repère	77
Points d'annotation	78
Enlever les lignes cachées	78
Notes	78
Rendu	79
Lumières	79
Matériaux	80
Rendu	80
Section II : Tutoriels	81
Lampe torche - Révolution de courbes	83
Configuration du modèle	83
Dessiner un axe longitudinal	85
Dessiner la courbe de profil du corps	86
Dessiner la courbe de profil pour la lentille	87
Construire le corps de la lampe	89
Créer la lentille	93
Pingouin - Édition de points et raccordement	95
Le corps	95
Les yeux	103
Le bec	109
Les pieds	116
La queue	127
Les ailes	130
Dernières retouches	135
Rendu	137
Bateau - Surface par sections et balayage	139
Disposition des courbes de la coque	140
Pour vérifier si les courbes sont lisses	141
Corriger la courbure	142
Créer les courbes 3D	143
Vérifier les courbes	145
Créer les surfaces de la coque	148
Limiter la proue et le fond	150
Construire le tableau arrière	152
Ajouter le pont	159
Libellule - Calquer des images	165
Dessiner le corps	165
Dessiner la tête	171
Raccorder la tête et le corps	179
Dessiner les yeux	181
Former la queue	183
Calquer les ailes	184
Dessiner les pattes	186

Dernières retouches	187
Déposer un texte - Glisser sur une surface	189
Créer une surface	189
Créer les objets à déposer	190
Contrôler le placement de l'objet	190
Pièce mécanique - Blocs	195
Créer des formes solides	195
Percer les trous	199
Copier les trous	201
Faire un dessin 2D	204
Coter le dessin 2D	204

Manuel de l'utilisateur de Rhinoceros
Section I : Travailler en 3D

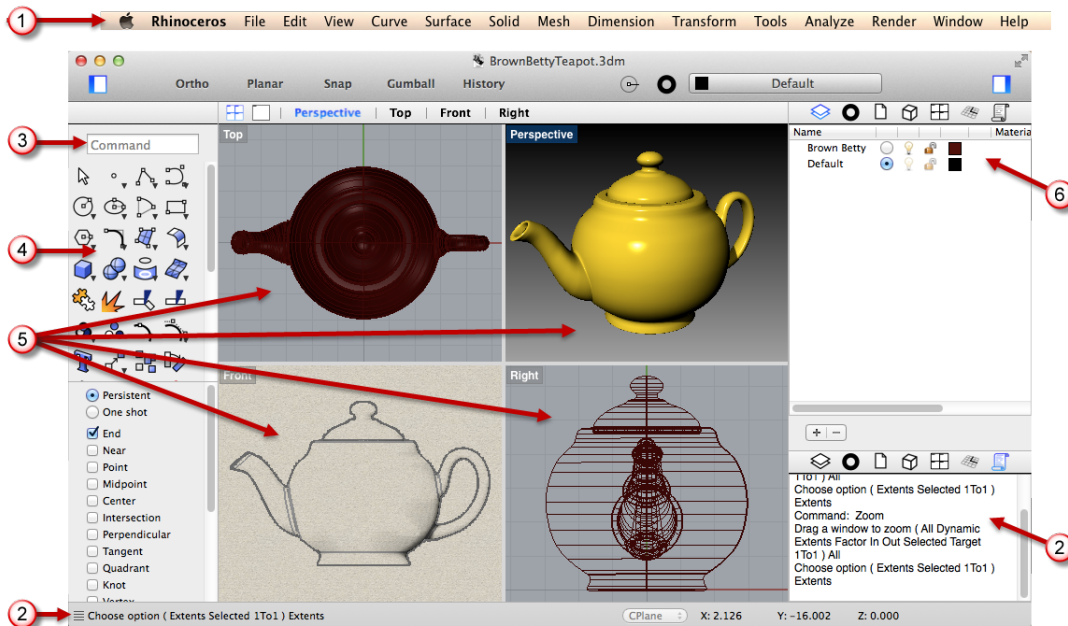


Introduction

La modélisation en 3D consiste à créer la représentation mathématique des surfaces d'un objet. Le modèle obtenu est affiché sur votre écran sous forme d'image en deux dimensions. Rhino fournit des outils permettant de créer, d'afficher et de manipuler ces surfaces.

L'interface de Rhino

L'image ci-dessous illustre certaines des fonctions les plus importantes de la fenêtre de Rhino.



Menu (1)

Le menu regroupe les commandes de Rhino selon leur fonction

Fenêtre de l'historique (2)


Cette fenêtre affiche les commandes et les invites précédentes.

Boîte à commande (3)

La boîte de commande affiche la commande tapée. Lorsque la commande est validée, les invites, les options et une case de valeur apparaissent dans cet espace.

Barres d'outils (4)

Les barres d'outils contiennent des icônes pour lancer les commandes. De nombreuses icônes des barres d'outils présentent une deuxième commande qui peut être exécutée en cliquant avec le bouton de droite de la souris. L'info-bulle qui apparaît lorsque vous passez sur les icônes indique ce que font les boutons droit et gauche de la souris.

 **Note:** Si vous utilisez une souris avec un seul bouton ou un trackpad, maintenez la touche **Ctrl** et cliquez pour accéder à la commande secondaire.



Pour accéder à la commande de la première ligne

- ▶ Cliquez sur l'icône avec le **bouton de gauche de souris**.



Pour accéder à la commande de la deuxième ligne

- ▶ Cliquez sur le bouton avec le **bouton de droite de la souris**.
- ▶ Appuyez sur la touche **Option** et cliquez.

Fenêtres (5)

Les fenêtres affichent l'environnement de travail de Rhino.

Volet (6)

Le volet de droite contient les paramètres de différents éléments, tels que les calques et les propriétés entre autres.

Le volet de gauche contient la liste des barres d'outils et des accrochages aux objets.

Commandes de Rhino

Rhino est un programme qui exécute des *commandes*. En d'autres termes, toutes les actions sont activées par des commandes nommées telles que **Ligne**, **Boîte** ou **AnalyseCourbure**.



Astuce : Pour en savoir plus sur une commande, cliquez sur le nom de la commande en rouge et souligné.

Les commandes sont accessibles à travers les *menus* et les *barres d'outils* ou en *tapant* leur nom. Dans les sections suivantes, vous étudierez comment utiliser ces méthodes. Il se peut qu'une méthode vous convienne mieux. Aucune méthode n'est meilleure qu'une autre.

Dans ces exercices, vous apprendrez à utiliser les commandes, les outils de navigation, les modes d'affichage ombrés, le rendu et la manipulation d'objets.



Astuce : Pour annuler une commande en cours, appuyez sur la touche **Échap**.

Dans ce didacticiel vous allez

- ▶ Lancer une commande en cliquant dans le menu.
- ▶ Lancer une commande en cliquant sur un bouton de barre d'outils.
- ▶ Lancer une commandes en tapant son nom.



Pour commencer votre premier modèle Rhino

1. Lancez **Rhino**.
2. Dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Nouveau**.
3. Dans la boîte de dialogue **Ouvrir un fichier modèle**, sélectionnez **PetitsObjets - Centimètres.3dm** et cliquez sur **Ouvrir**.

Lancer à partir du menu

La plupart des commandes de Rhino sont aussi incluses dans les menus.

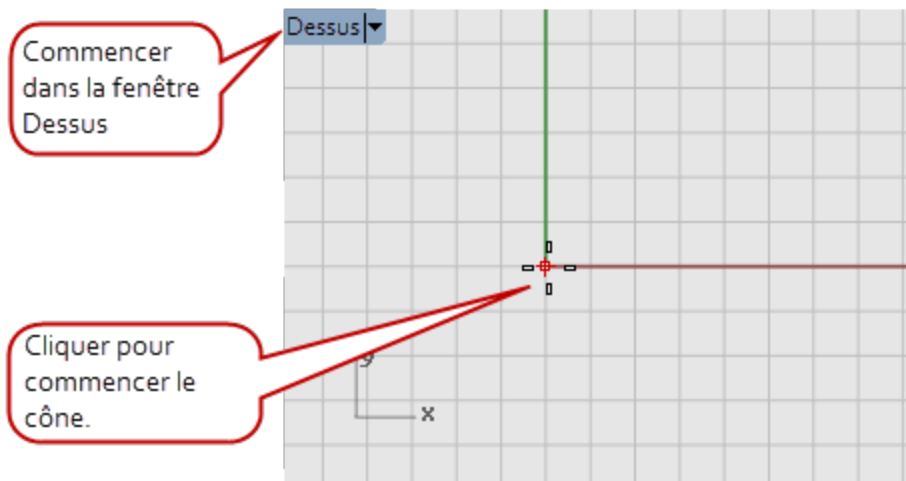


Lancer la commande Cône

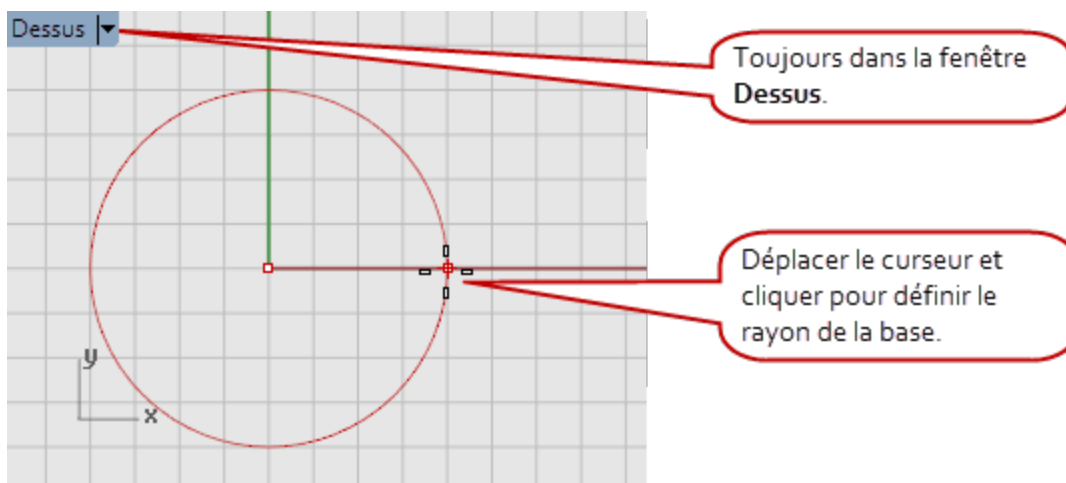
- ▶ Dans le menu **Solide**, cliquez sur **Cône**.

Dessiner le cône

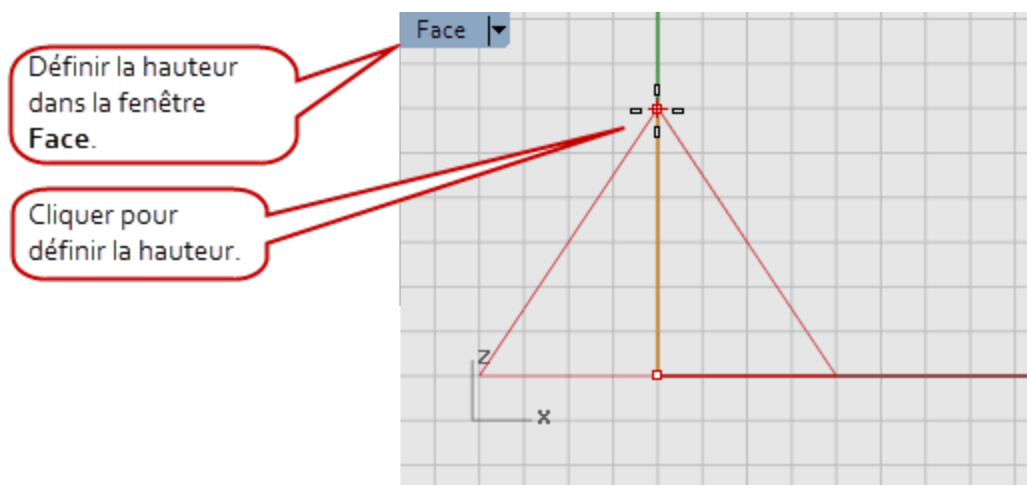
1. À l'invite **Base du cône**, cliquez dans la fenêtre **Dessus** pour choisir le centre de la base du cône.



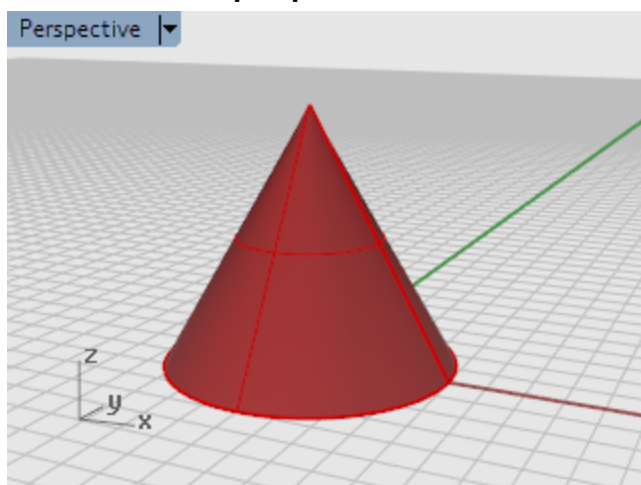
2. À l'invite **Rayon**, faites glisser la souris dans la fenêtre **Dessus** et cliquez pour dessiner la base du cône.



3. À l'invite **Sommet du cône**, faites glisser la souris dans la fenêtre **Face** et cliquez pour dessiner le sommet du cône.



4. Observez la vue en **perspective**.

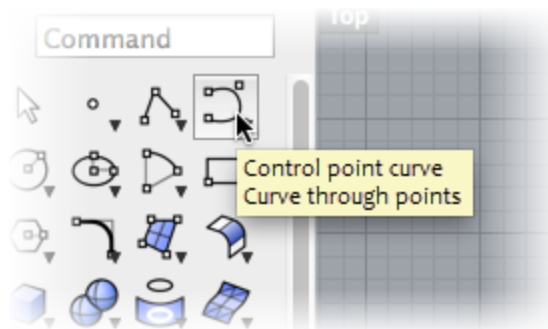


Lancer à partir d'un bouton de barre d'outils

Les barres d'outils fournissent une interface graphique aux commandes.

Pour afficher l'info-bulle d'un bouton, placez le pointeur sur l'icône

- ▶ Les noms des commandes qui peuvent être exécutées avec les boutons de droite et de gauche ou un clic de la souris et la touche **Option** sont affichés.





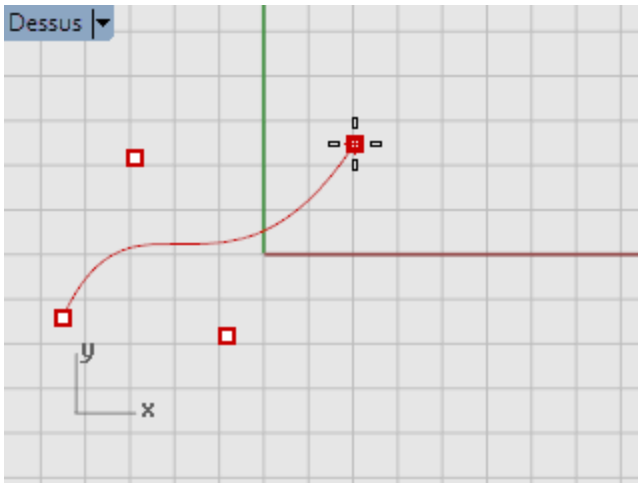
Lancer la commande Courbe

- ▶ Dans la barre d'outils ancrée à gauche de la fenêtre de Rhino, cliquez sur l'icône **Courbe à partir des points de contrôle.**

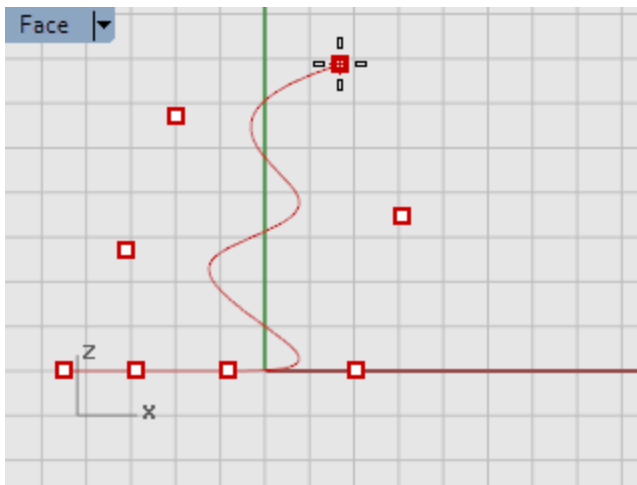
Dessiner la courbe

1. À l'invite **Point de départ de la courbe**, dans la fenêtre **Dessus**, cliquez pour commencer la courbe.

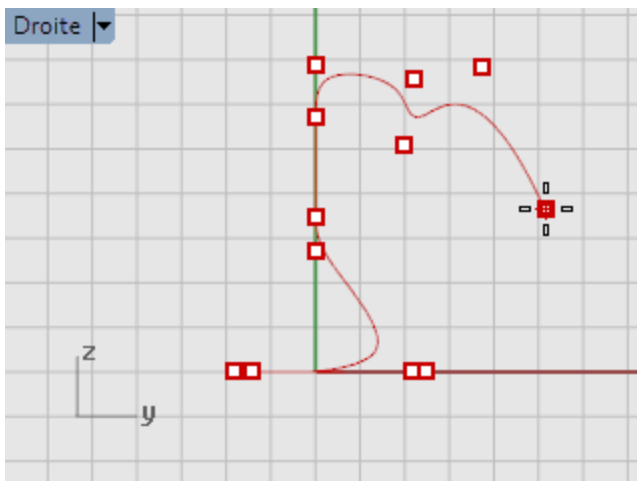
2. À l'invite **Point suivant...** , cliquez plusieurs fois dans la fenêtre **Dessus**.



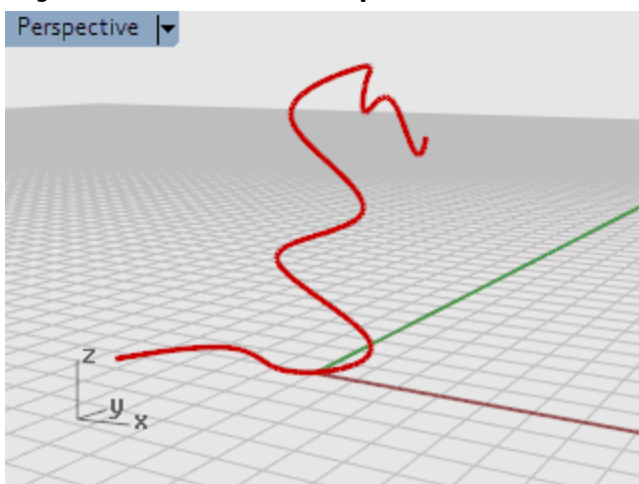
3. Aux invites **Point suivant...**, déplacez la souris dans la fenêtre **Face** et cliquez pour placer plusieurs points.



4. Aux invites **Point suivant...**, déplacez la souris dans la fenêtre **Droite** et cliquez pour placer plusieurs points.



5. Cliquez avec le bouton de droite, appuyez sur **Entrée** ou appuyez sur la **barre d'espace** pour terminer la courbe.

6. Regardez dans la fenêtre **Perspective.****Admirez votre travail**

- ▶ Faites glisser la souris en maintenant le bouton droit enfoncé pour faire tourner la vue **Perspective**.

Lancer une commande à partir de la ligne de commandes

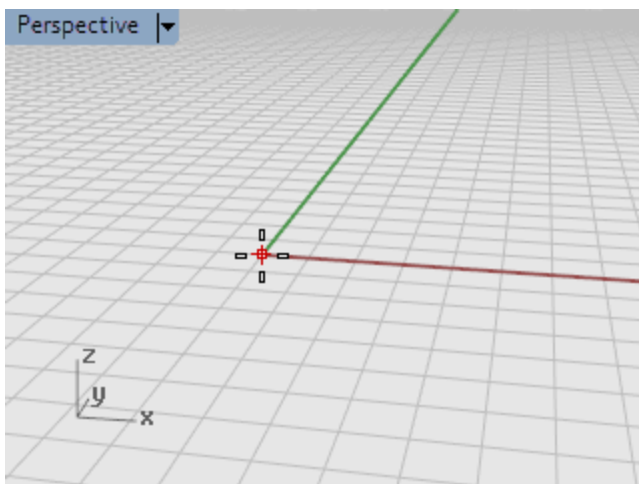
Vous pouvez lancer une commande en tapant son nom.

**Lancer la commandes **Sphère** en tapant son nom**

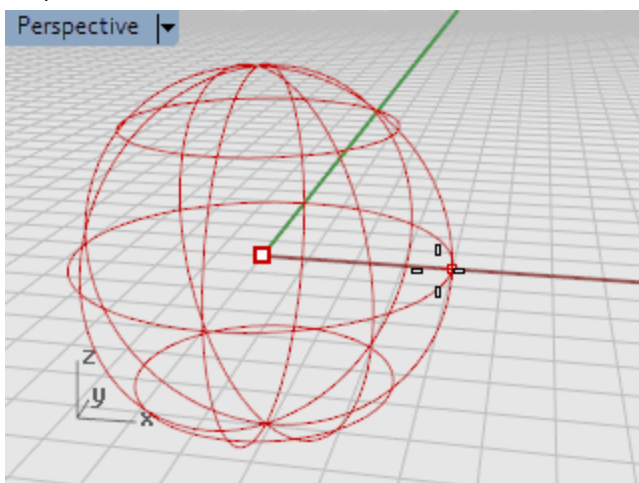
- ▶ Commencez à taper **Sphère**. Il n'est pas nécessaire de cliquer dans la boîte de commande. Quand vous tapez les premières lettres d'une commande, une liste de commandes possibles apparaît. La commande la plus probable apparaît en premier. Lorsque le nom de la commande **Sphère** apparaît, appuyez sur **Entrée** ou cliquez sur **Sphère** dans la liste. Par défaut, la commande **Sphère** est exécutée avec l'option **Centre, Rayon**, vous pouvez donc tout simplement commencer à définir le centre de la sphère.

Dessiner la sphère

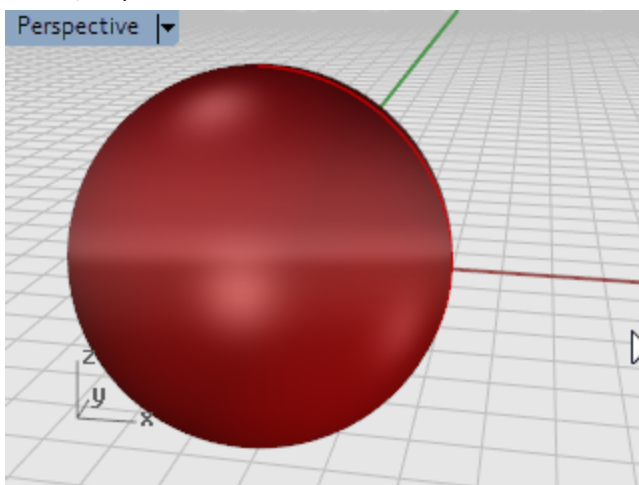
1. À l'invite **Centre de la sphère**, cliquez dans la fenêtre **Perspective** pour indiquer le centre de la sphère.



2. À l'invite **Rayon...**, dans la fenêtre **Perspective**, éloignez la souris du centre et cliquez pour dessiner la sphère.



3. Dans la fenêtre **Perspective**, cliquez sur la petite flèche à droite du **titre de la fenêtre**, et dans le menu, cliquez sur **Ombré**.



Annuler une erreur.

Si vous avez fait une erreur vous pouvez revenir en arrière avec la commande annuler.



Annuler une commande

- ▶ Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Annuler** ou appuyez sur les touches **Commande** ⌘ et **Z**. Vous pouvez annuler plusieurs commandes. Vous pouvez aussi **rétablir** une **annulation**.



Rétablir des commandes

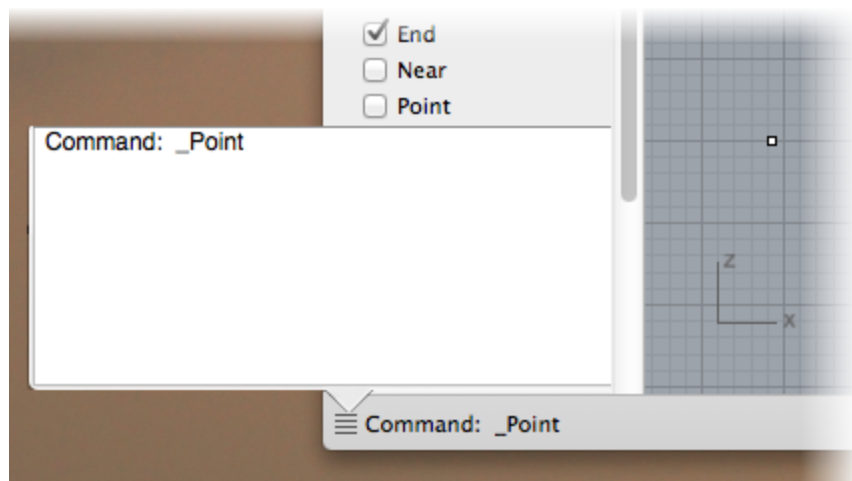
- ▶ Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Rétablir** ou appuyez sur les touches **Maj**, **Commande** ⌘ et **Y**.



Le panneau de l'historique

La fenêtre de commande contient l'historique des commandes.

Une fenêtre de l'historique peut être laissée ouverte dans la barre latérale de droite ou vous pouvez cliquer sur l'icône de l'historique de commandes en bas à gauche de l'écran pour ouvrir une fenêtre temporaire.



Options de commande

Les options permettent de choisir le mode de fonctionnement des commandes. Par exemple, quand vous créez un cercle, il est normalement dessiné sur le plan de construction actif. La commande **Cercle** dispose de plusieurs options, telles que **Vertical** et **AutourCourbe**. Les options apparaissent entre parenthèses après le nom de la commande dans l'invite.

Pour utiliser une option, cliquez dessus dans l'invite ou tapez son nom ou la lettre de raccourci (soulignée) correspondante.

Choisir une option de commande

1. Tapez **Cercle**.

Dès que vous aurez tapé assez de lettres pour identifier uniquement la commande, le mot **Cercle** sera automatiquement saisi dans l'invite. Appuyez sur **Entrée** ou cliquez sur le nom de la commande.

2. Les options de la commande **Cercle** apparaissent :

Centre du cercle

Déformable

Vertical

2 Points

3 Points

Tangent

AutourCourbe

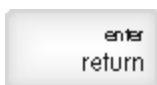
Ajuster sur des points

3. Si vous voulez dessiner un cercle perpendiculaire au plan de construction actif, utilisez l'option **Vertical**.

Cliquez sur **Vertical** ou tapez **V**.

Répéter la dernière la dernière commande.

Beaucoup d'actions sont répétitives dans Rhino. Vous pouvez déplacer ou copier plusieurs objets, par exemple. Il est possible de répéter des commandes.



Pour répéter la dernière commande

- ▶ Appuyez sur **Entrée** quand aucune commande n'est en cours.
- ▶ Vous pouvez également obtenir le même résultat avec la **barre d'espace** ou le **bouton de droite de la souris**. Toutes ces actions ont la même fonction.



Note:

Certaines commandes comme **Annuler** et **Supprimer** ne peuvent pas être répétées. La commande qui a été utilisée avant celles-ci sera alors répétée. Cela vous évite d'annuler des commandes ou d'effacer des objets accidentellement.

De plus, il est souvent utile de pouvoir répéter une commande utilisée avant l'annulation d'une erreur. Vous pouvez modifier selon vos besoins la liste des commandes qui ne seront pas répétées.



Obtenir de l'aide à tout moment

Consultez l'[aide de Rhino](#) pour des informations plus détaillées sur des commandes spécifiques.

Pour obtenir de l'aide sur une commande spécifique

- ▶ Accédez à l'[Aide de Rhino](#) pour lire les dernières informations.
- ▶ Trouver les réponses aux questions souvent posées : [Assistance sur Rhino](#).



Astuce : Pour plus d'informations sur les principes mathématiques impliqués dans la modélisation 3D, consultez : www.mathopenref.com.

Objets de Rhino

Les objets géométriques de base dans Rhino sont : les points, les courbes, les surfaces, les polysurfaces, les objets d'extrusion et les maillages polygonaux.

Pourquoi la modélisation NURBS

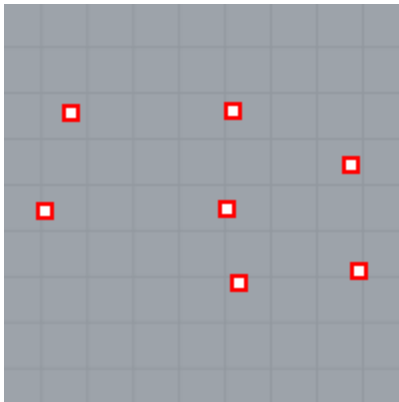
Les NURBS (B-splines rationnelles non uniformes) sont des représentations mathématiques qui permettent de définir précisément toute forme allant d'une simple ligne, un cercle, un arc ou une surface en 2D à une surface ou un solide organique complexe de forme libre en 3D. Grâce à leur flexibilité et à leur précision, les modèles NURBS peuvent être utilisés dans n'importe quels processus, tels que l'illustration, l'animation ou la fabrication.

La géométrie NURBS est une norme pour les dessinateurs qui travaillent en 3D où les formes sont libres et où le fond et la forme sont aussi importants l'un que l'autre. Rhino est utilisé dans l'industrie navale, aérospatiale et automobile. Les créateurs d'accessoires pour la maison ou le bureau, de meubles, d'équipements médicaux et sportifs, de chaussures et de bijoux utilisent Rhino pour créer les modèles de forme libre.

La modélisation NURBS est aussi beaucoup utilisée par les professionnels en animation et arts graphiques. L'avantage par rapport aux modélisateurs de polygones est l'absence de facettes. Vous pouvez calculer le rendu et créer un maillage à partir de votre modèle à n'importe quelle résolution. Pour plus de renseignements sur les mathématiques des NURBS, consultez le [Informations sur les NURBS ?](#).

Points

Les objets ponctuels représentent un point dans l'espace 3D. Ce sont les objets les plus simples dans Rhino. Les points peuvent être placés partout dans l'espace. Les points sont souvent utilisés en tant que paramètres fictifs.



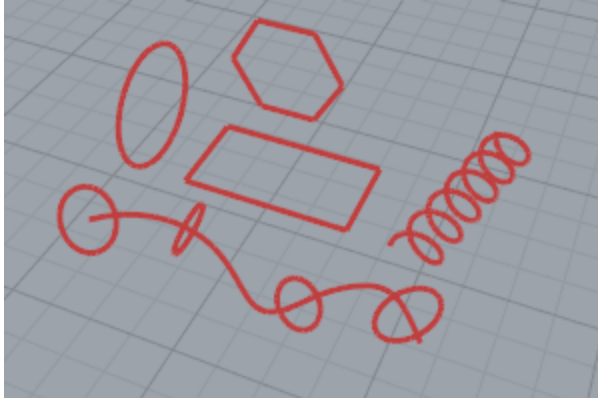
Courbes

Une courbe dans Rhino est similaire à un morceau de fil de fer. Elle peut être droite ou ondulée, ouverte ou fermée.

Une *polycourbe* est une courbe composée de plusieurs segments joints par leurs extrémités.

Rhino vous offre de nombreux outils pour dessiner des courbes. Vous pouvez dessiner des lignes droites, des polygones formés par des segments de lignes connectés, des arcs, des cercles, des polygones, des ellipses, des hélices et des spirales.

Vous pouvez aussi dessiner des courbes en utilisant des *points de contrôle* et dessiner des courbes qui passent par des points sélectionnés.

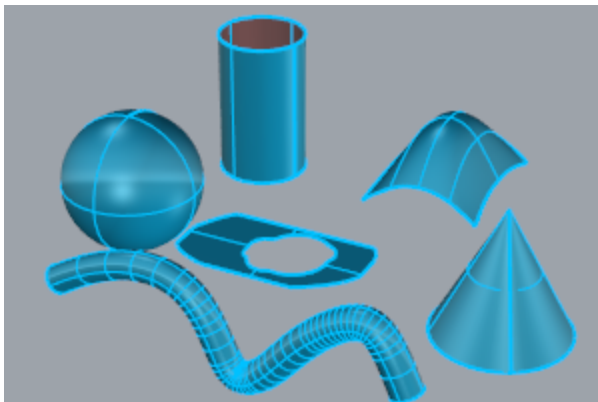


Dans Rhino les courbes comprennent les lignes, les arcs, les cercles, les courbes de forme libre et les combinaisons entre ces entités. Les courbes sont ouvertes ou fermées, planes ou non planes.

Surfaces

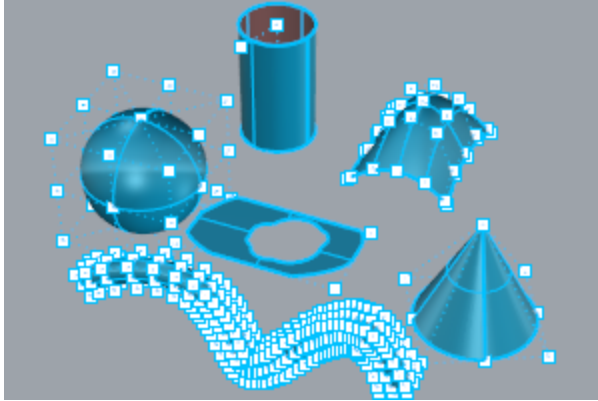
Une surface est comme une feuille rectangulaire en caoutchouc déformable. Les formes NURBS peuvent représenter des figures simples, telles que des plans et des cylindres ou des figures sculptées aux formes libres.

Toutes les commandes de création de surfaces dans Rhino donnent le même objet : une surface NURBS. Rhino possède de nombreux outils pour créer des surfaces directement ou pour créer des surfaces à partir de courbes du modèle.



Toutes les surfaces NURBS ont une organisation rectangulaire par définition.

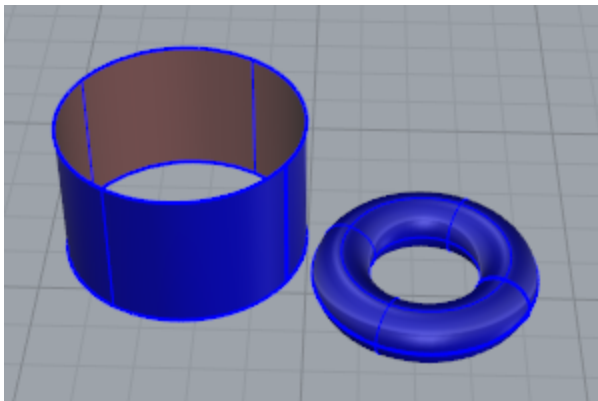
Même une surface fermée, telle qu'un cylindre, peut être représentée comme un morceau de papier rectangulaire qui a été enroulé pour que les deux côtés opposés se touchent. L'endroit où les bords s'unissent est appelé *jointure*. Lorsque la forme d'une surface n'est pas rectangulaire, cette dernière a été limitée ou les points de contrôle des bords ont été déplacés.



Surfaces ouvertes et surfaces fermées

Une surface peut être ouverte ou fermée. Un cylindre ouvert est fermé dans une direction.

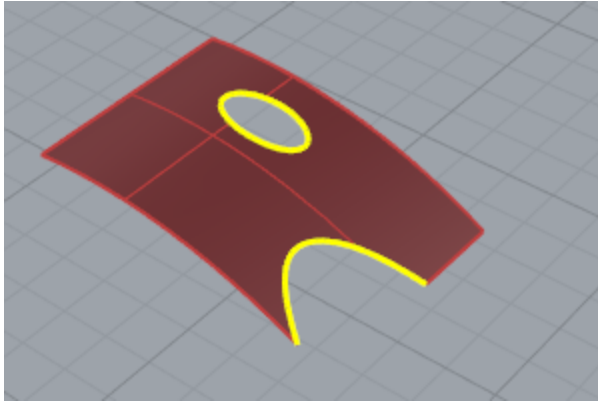
Un tore est fermé dans deux directions.



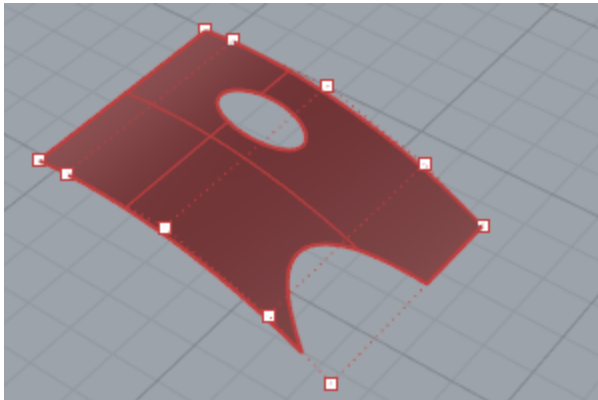
Surfaces limitées et non limitées

Les surfaces peuvent être limitées ou non limitées. Une surface limitée est composée de deux parties : une surface sous-jacente qui définit la forme géométrique et les courbes limites qui marquent les sections de la surface sous-jacente qui sont supprimées.

Les surfaces limitées sont créées avec des commandes qui limitent ou divisent des surfaces à l'aide de courbes ou d'autres surfaces. Certaines commandes créent directement des surfaces limitées.

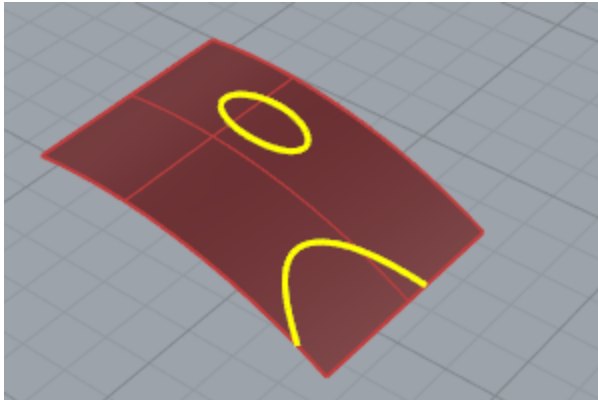


La forme d'une surface est toujours définie par une série de points de contrôle organisés sur un modèle rectangulaire.

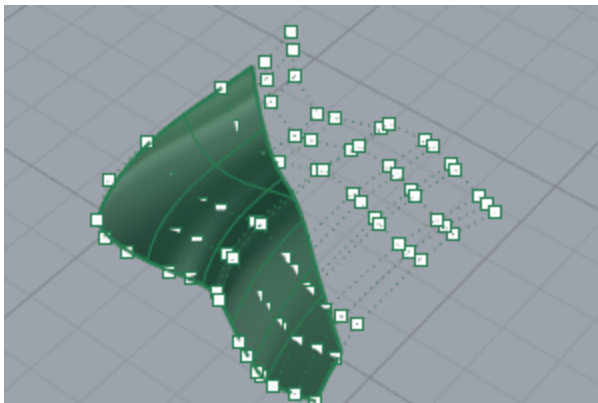


Afin de savoir si une surface est limitée utilisez la commande **Propriétés**. Certaines commandes de Rhino ne fonctionnent que sur des surfaces qui ne sont pas limitées et certains logiciels ne peuvent pas importer de surfaces NURBS limitées.

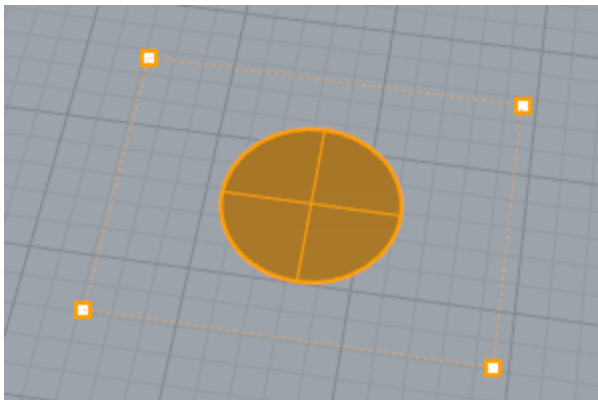
Les courbes limites reposent sur la surface sous-jacente. La surface sous-jacente peut être plus grande que les courbes limites, mais vous ne la verrez pas car Rhino ne dessine pas la partie de la surface se trouvant en dehors des courbes limites. Toutes les surfaces limitées retiennent les informations sur la géométrie de leur surface sous-jacente. Vous pouvez enlever les courbes limites pour que la surface revienne à son état original, c'est-à-dire non limitée, avec la commande **AnnulerLimite**.



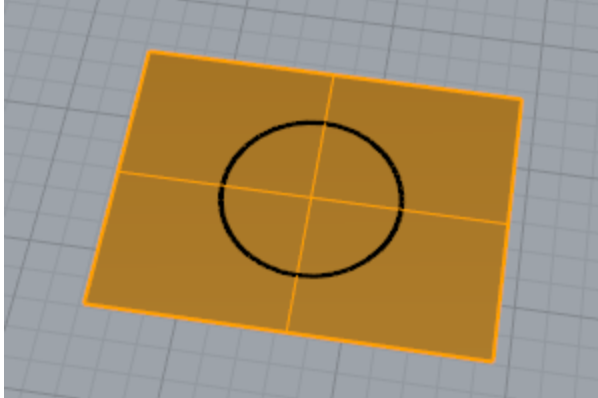
Lorsqu'une courbe limite traverse une surface en diagonale elle n'a aucune relation réelle avec la structure des points de contrôle de la surface. Vous pouvez le voir si vous sélectionnez une surface limitée de ce type et activez ses points de contrôle. Vous verrez les points de contrôle de toute la surface sous-jacente.



Si vous créez une surface à partir d'une courbe plane, il peut s'agir d'une surface limitée. La surface suivante a été créée à partir d'un cercle. L'affichage des points de contrôle montre la structure rectangulaire de la surface.



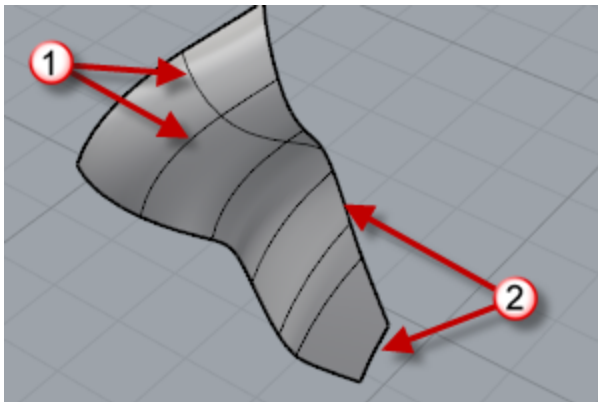
La commande **AnnulerLimite** supprime la courbe limite de la surface pour récupérer la surface rectangulaire non limitée sous-jacente.



Courbes isoparamétriques et bords d'une surface

En mode filaire, les surfaces ressemblent à une série de courbes qui se croisent. Ces courbes sont appelées *courbes isoparamétriques* ou *isoparamétriques* et elles vous aident à visualiser la forme de la surface. Les courbes isoparamétriques ne définissent pas la surface de la même façon que les polygones dans un maillage polygonal. Elles sont une simple aide visuelle pour que vous puissiez voir la surface à l'écran. Quand une surface est sélectionnée, toutes ses courbes isoparamétriques sont mises en surbrillance.

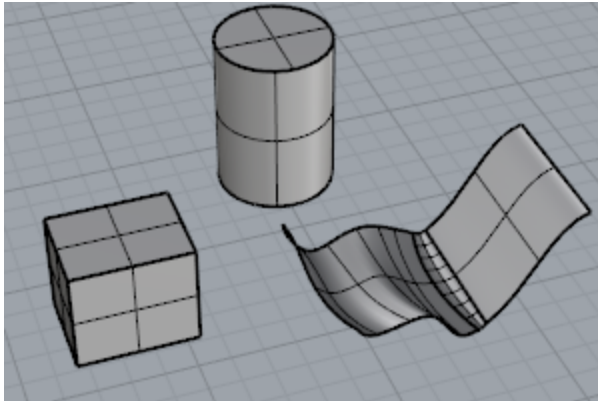
Les bords délimitent la surface. Les bords des surfaces peuvent être utilisés pour l'exécution de commandes.



Courbes isoparamétriques (1), bords (2).

Polysurfaces

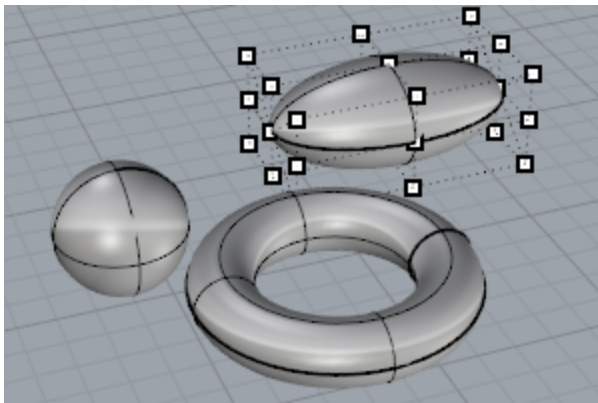
Une *polysurface* est constituée de plusieurs surfaces jointes. Une polysurface renfermant un volume définit un solide.



Solides

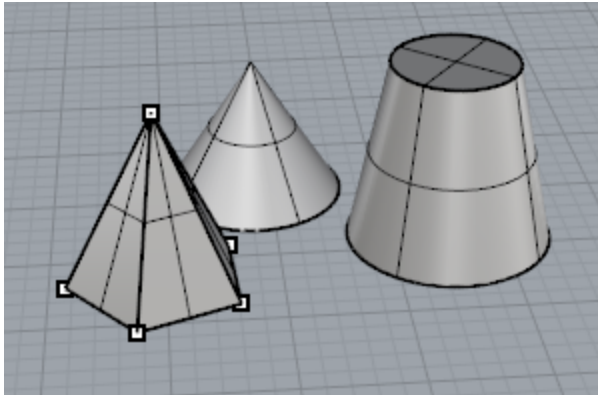
Un solide est une surface ou une polysurface renfermant un volume. Un solide est automatiquement créé si une surface ou une polysurface est entièrement fermée. Rhino crée des solides constitués d'une seule surface, d'une polysurface ou d'une extrusion.

Une surface simple peut se refermer sur elle-même. Comme par exemple les objets créés avec les commandes **Sphère**, **Tore** et **Ellipsoïde**. Les points de contrôle peuvent être affichés sur des solides composés d'une seule surface et déplacés pour changer la forme de l'objet.



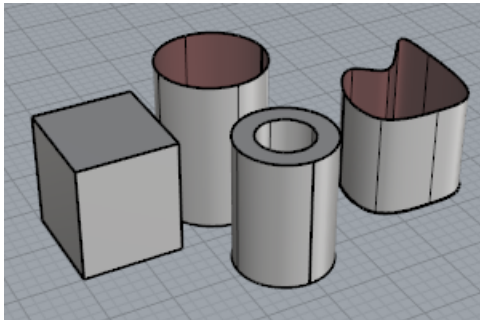
Certaines commandes de Rhino créent des solides constitués d'une polysurface. **Pyramide**, **Cône** et **CôneT** sont des exemples de commandes qui créent des solides composés d'une polysurface.

La commande **ActiverPointsSolide** active les points de poignée sur les polysurfaces qui agissent comme des points de contrôle.



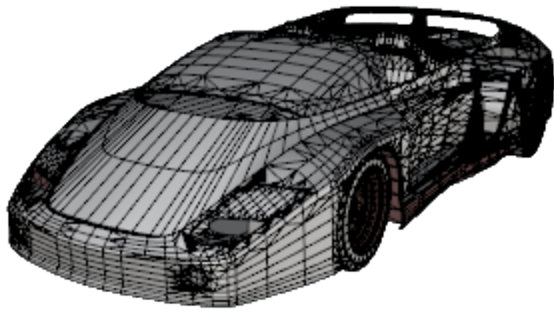
Objets d'extrusion légers

Les objets d'extrusion sont définis par une courbe de profil et une longueur au lieu d'utiliser un réseau de courbes isoparamétriques comme les objets NURBS normalement. Les commandes **Boîte**, **Cylindre**, **Tube** et **ExtruderCourbe** créent des objets d'extrusion. Les objets d'extrusion peuvent être fermés avec un plan ou ouverts. Ces objets seront convertis en polysurfaces par certaines commandes si nécessaire afin d'ajouter des informations supplémentaires pour l'édition.



Objets maillés

Étant donné que beaucoup de modeleurs utilisent les maillages polygonaux pour représenter la géométrie pour le rendu, l'animation, la stéréolithographie, la visualisation et les analyses par la méthode des éléments finis, la commande **Maillage** traduit la géométrie NURBS en maillages polygonaux afin de pouvoir exporter les modèles vers d'autres logiciels. De plus, les commandes de création de maillage, **SphèreMaillée**, **BoîteMaillée**, **CylindreMaillé**, etc. dessinent des objets maillés.



Note:

Il n'existe pas de méthode simple et facile pour la conversion d'un modèle maillé en un modèle NURBS. L'information qui définit les objets est complètement différente dans les deux cas.

Cependant, Rhino dispose de quelques commandes permettant de dessiner sur des maillages et d'extraire les sommets et d'autres informations des objets maillés afin de pouvoir créer des objets NURBS à partir des informations de maillage.

Sélectionner des objets

Vous devrez sélectionner un ou plusieurs objets pour effectuer la plupart des opérations dans Rhino. Les objets peuvent être sélectionnés en cliquant sur eux. Cliquez en dehors de l'objet pour le désélectionner. Cette méthode vous permet de sélectionner un seul objet à la fois.

shift

Pour sélectionner des objets supplémentaires

- ▶ Maintenez la touche **Maj** enfoncée en cliquant sur les objets.

command

Pour retirer des objets d'une sélection

- ▶ Maintenez la touche **Commande** ⌘ enfoncée et cliquez à nouveau sur les objets.

esc

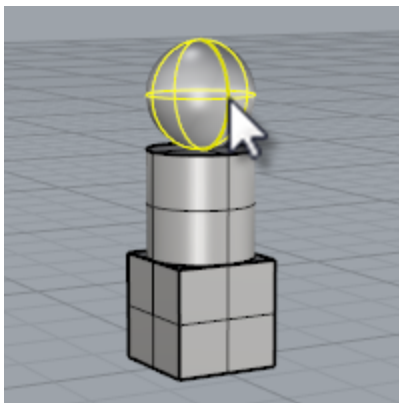
Pour annuler la sélection

- ▶ Cliquez dans une zone vide de la fenêtre ou appuyez sur **Échap**.

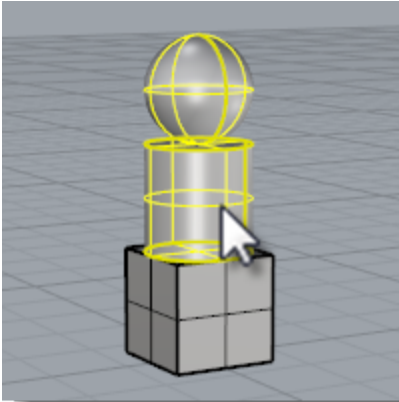


S'entraîner à sélectionner des objets

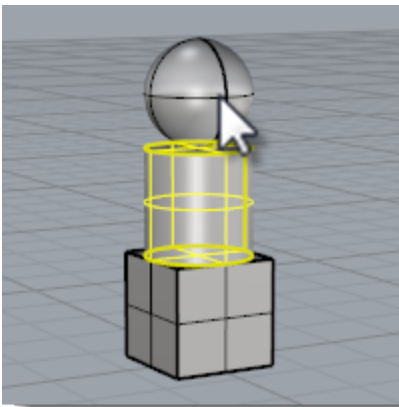
1. Ouvrez le modèle du tutoriel **Sélectionner des objets.3dm**.
[Télécharger les modèles du tutoriel.](#)
2. Dans la fenêtre **Perspective**, cliquez sur la sphère pour la sélectionner.



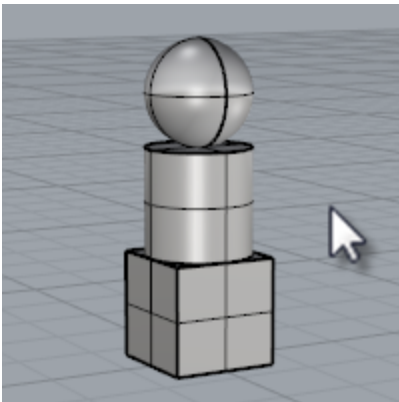
3. Maintenez la touche **Maj** enfoncée et sélectionnez le cylindre.
Le cylindre est ajouté à la sélection.



4. Maintenez la touche **Commande** ⌘ enfoncée et cliquez à nouveau sur la sphère.
La sphère est éliminée de la sélection.



5. Cliquez dans une zone vide de la fenêtre ou appuyez sur **Échap**.
La sélection est annulée.



Sélectionner les objets avec une fenêtre

Vous pouvez aussi sélectionner plusieurs objets en utilisant une sélection par *fenêtre* ou par *recoupement*.

Vous pouvez cliquer dans zone vide de l'écran et faire glisser la souris pour créer une fenêtre de sélection. Pour faire une sélection par fenêtre cliquez dans une zone vide de l'écran et faites glisser la souris vers la droite. Pour faire une sélection par recoupement cliquez dans une zone vide de l'écran et faites glisser la souris vers la gauche.

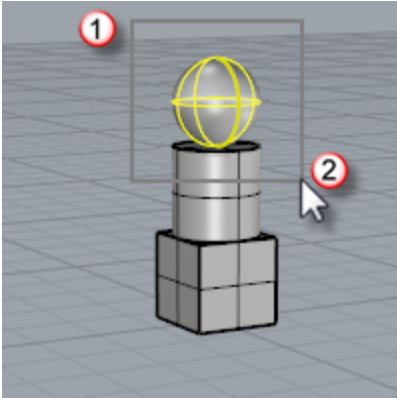
Lorsque vous faites une sélection par fenêtre, les objets se trouvant complètement dans le rectangle sont sélectionnés. Lorsque vous faites une sélection par recoupement, les objets se trouvant complètement ou en partie dans le rectangle sont sélectionnés

Pour ajouter des objets à la sélection, maintenez la touche **Maj** enfoncée pendant que vous faites une sélection par fenêtre ou par recoupement.

Pour retirer des objets de la sélection, maintenez la touche **Commande** ⌘ enfoncée pendant que vous faites une sélection par fenêtre ou par recoupement.

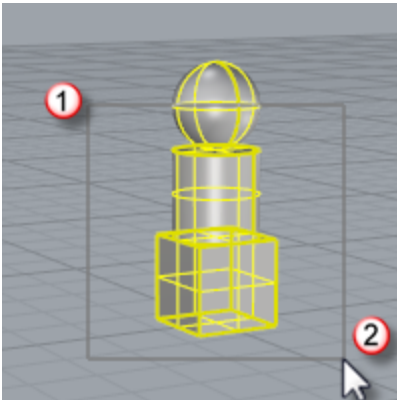
S'entraîner à sélectionner avec une fenêtre et par recouplement

1. Dans la fenêtre **Perspective** dessinez une fenêtre autour de la sphère.



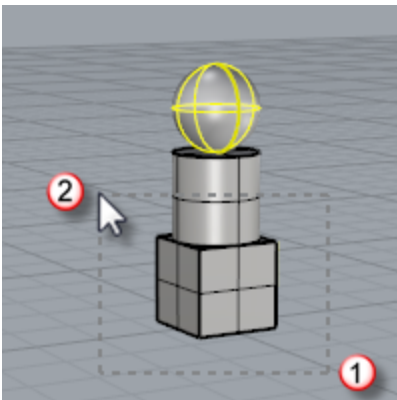
2. Dans la fenêtre **Perspective**, maintenez la touche **Maj** et dessinez une fenêtre autour de la boîte et du cylindre.

Le cylindre et la boîte sont ajoutés à la sélection.



3. Dans la fenêtre **Perspective**, maintenez la touche **Commande** ⌘ et dessinez un rectangle de recouplement autour de la boîte et du cylindre.

Le cylindre et la boîte sont retirés de la sélection.

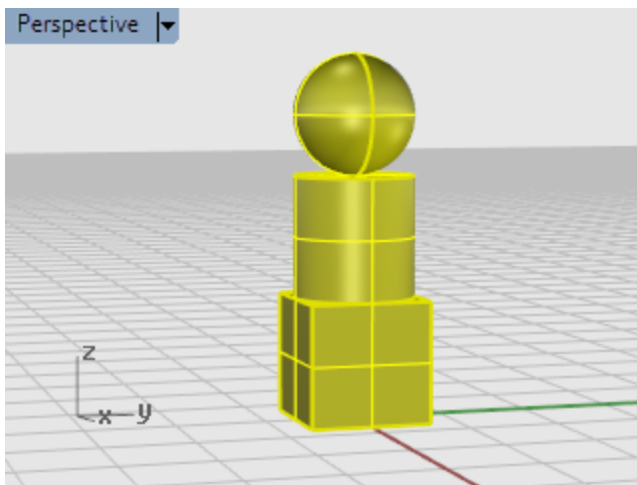


Autres façons de sélectionner

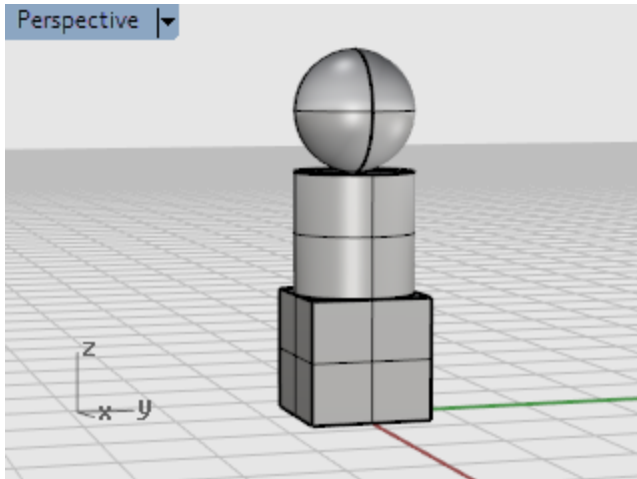
Rhino dispose de nombreuses commandes et méthodes pour sélectionner des objets. Vous pouvez sélectionner un objet à partir de son nom, de son calque, de sa couleur, de son type, du nom du groupe ; en le capturant avec une frontière englobante ou recoupante, etc. Consulter la rubrique de l'aide sur les [Commandes de sélection](#).

S'entraîner à sélectionner en fonction du type d'objet

1. Dans la case de **Valeur**, tapez **ToutSélectionner**.

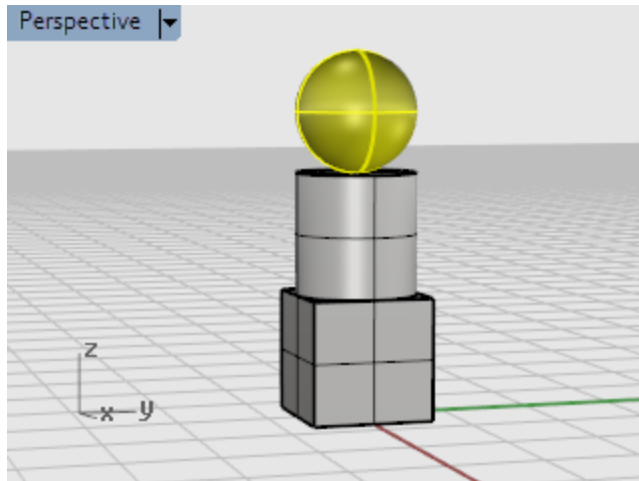


2. Tapez **RienSélectionner**.
Aucun objet n'est sélectionné.

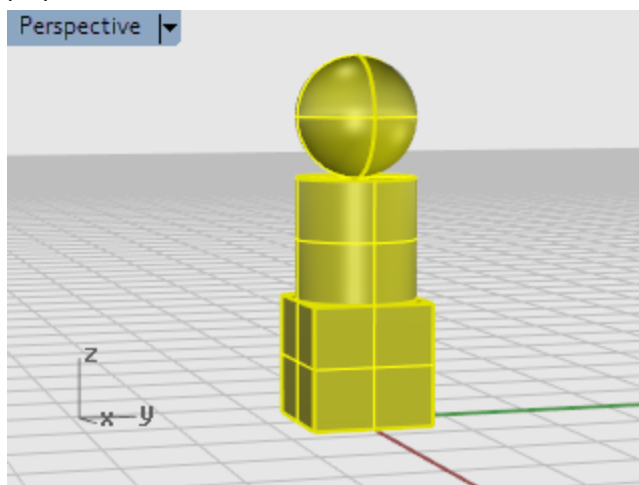


3. Tapez **SélSurfaces.**

Toutes les surfaces sont sélectionnées. Dans ce cas, seule la sphère est une surface.

**4. Tapez **SélPolysurfaces**.**

Toutes les polysurfaces sont ajoutées à la sélection. Dans ce cas, le cylindre et la boîte sont des polysurfaces.

**5. Appuyez sur la touche **Échap**.**

Cette action annule aussi la sélection.

Sélection de sous-objets

Vous pouvez sélectionner des sous-parties d'objets pour les utiliser avec des commandes, comme par exemple sélectionner un bord de surface à utiliser comme objet de départ pour la commande *SurfaceParSections* ou *ExtruderCourbe*. Vous pouvez ainsi sélectionner des faces de polysurface, des bords de surface et polysurface, des points de contrôle, des sommets, faces et frontières de maillage ainsi que des objets dans un groupe. Consultez la rubrique de l'aide sur la [Sélection de sous-objets](#).

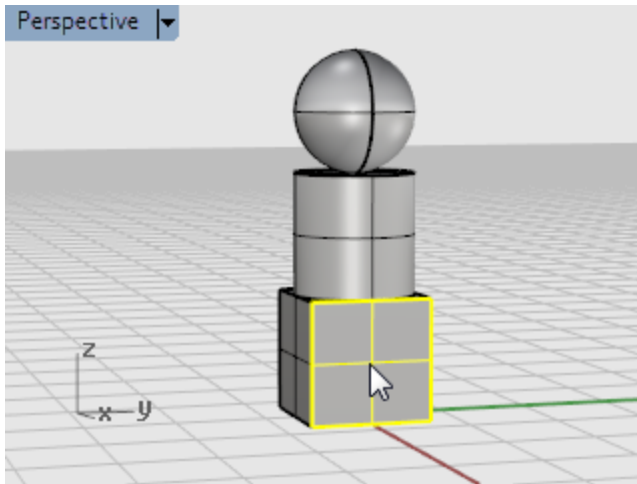
Pour sélectionner des parties d'objets à utiliser avec d'autres commandes

- Maintenez enfoncées les touches **Commande** ⌘ et **Maj** en même temps puis cliquez sur une partie d'un objet.

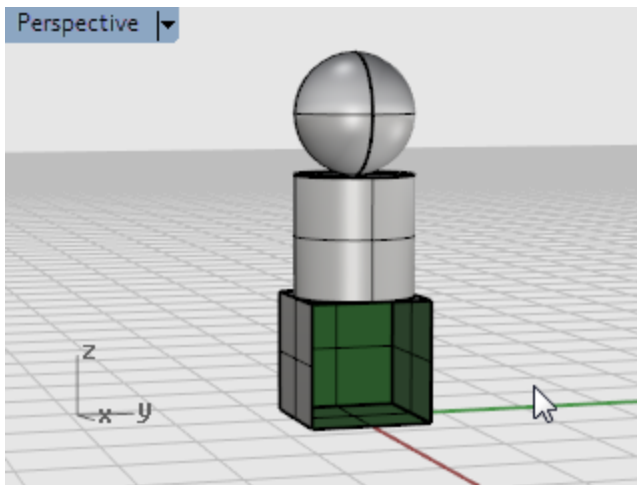
S'entraîner à la sélection de sous-objets

1. Dans la fenêtre **Perspective**, appuyez sur les touches **Commande** ⌘ et **Maj** puis cliquez sur une des faces de la boîte.

La face est alors mise en surbrillance.



2. Appuyez sur la touche **Suppr.**



La face de la boîte est séparée du solide et supprimée.

Naviguer dans les fenêtres

Les titres des fenêtres disposent de fonctions spéciales pour la manipulation des vues.

- ▶ Cliquez sur le titre pour rendre la fenêtre active sans modifier la vue.
- ▶ Double cliquez sur le titre d'une fenêtre pour l'agrandir. Double-cliquez à nouveau pour revenir à la taille normale.

Projection de la fenêtre

Les fenêtres peuvent avoir trois styles de projection : parallèle, perspective et perspective à deux points.

Le mode de navigation avec le bouton de droite de la souris est différent en fonction du style de projection.

Dans les vues en parallèle, lorsque vous faites glisser la souris avec le bouton de droite, la vue est déplacée. En revanche, dans les vues en perspective, la vue tourne. La configuration standard avec quatre fenêtres est composée de trois vues en parallèle et d'une vue en perspective.

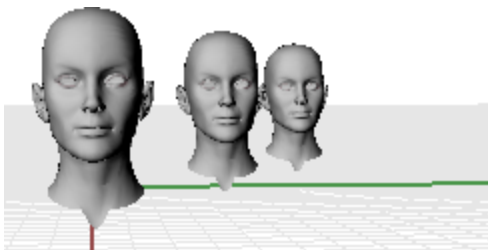
Parallèle

Les vues parallèles sont aussi appelées orthogonales. Dans une vue parallèle, toutes les lignes de la grille sont parallèles les unes par rapport aux autres et les objets identiques semblent avoir la même taille quelle que soit leur position.



Perspective

Dans une vue en perspective, toutes les lignes de la grille convergent vers un point. Ceci donne l'impression de profondeur dans la fenêtre. Dans la projection en perspective, les objets plus éloignés semblent plus petits.



Navigation dans les fenêtres

La facilité de déplacement dans Rhino vous aide à mieux visualiser votre modèle.

La façon la plus simple de changer la vue est de faire glisser la souris avec le bouton droit enfoncé. Cette action réalise une panoramique dans les fenêtres en parallèle et fait tourner les fenêtres en perspective.

Vous pouvez changer votre vue au cours d'une commande pour voir avec précision où vous voulez sélectionner un objet ou choisir un point.

- ▶ Maintenez enfoncée la touche **Commande** ⌘ et déplacez la souris verticalement tout en cliquant avec le bouton de droite.



Astuce : Si votre souris dispose d'une molette, utilisez celle-ci pour jouer avec le zoom.

Commande Combinaisons de touches et boutons



Panoramique

Dans les fenêtres parallèles (par exemple : Dessus, Face et Droite), **faites glisser** la souris tout en appuyant sur le bouton de droite.

Dans les fenêtres en perspective, maintenez enfoncée la touche **Maj** et **faites glisser** la souris tout en appuyant sur le bouton de droite.



RotationVue

Dans les fenêtres parallèles (par exemple : Dessus, Face et Droite), maintenez enfoncées les touches **Command** ⌘ et **Maj** et **faites glisser** la souris tout en appuyant sur le bouton de droite.

Dans les vues en perspective, faites **glisser** la souris tout en appuyant sur le bouton de droite.



Zoom

Maintenez enfoncée la touche **Commande** ⌘ et **déplacez** la souris verticalement tout en appuyant sur le bouton de droite ou faites tourner la molette.

Navigation avec la souris

Pour travailler en 3D sur un ordinateur il est nécessaire de visualiser des objets tridimensionnels conçus sur un support en deux dimensions : l'écran. Rhino fournit les outils nécessaires pour ce faire.

Faites glisser la souris tout en appuyant sur le bouton de droite pour manipuler facilement les vues et voir votre modèle sous différents angles. Utilisez cette technique aussi bien dans les vues filaires que dans les vues ombrées.



Pour réaliser un panoramique dans une fenêtre

- ▶ Dans la fenêtre **Dessus**, faites glisser la souris tout en appuyant sur le bouton droit pour réaliser une panoramique de la vue.



ou



+



Restaurer une vue

Si vous êtes perdu, vous disposez de plusieurs méthodes pour vous réorienter :

- ▶ Appuyez sur la touche **Début** ou les touches **Commande** ⌘ + **flèche vers le haut** pour annuler les changements de vue.
- ▶ Appuyez sur la touche **Fin** ou les touches **Commande** ⌘ + **flèche vers le bas** pour rétablir un changement de vue.
- ▶ Pour configurer la vue de façon à regarder le plan de construction en plongée, utilisez la commande **VueEnPlan**.
- ▶ Pour que tous les objets soient visibles dans une fenêtre, utilisez la commande **Zoom** avec l'option **Étendu**.

S'entraîner à faire tourner la vue

1. Cliquez dans la fenêtre **Perspective** pour la rendre active.
Une fenêtre active est celle où toutes vos commandes et autres actions seront réalisées. Le titre en surbrillance vous permet de voir quelle est la fenêtre active.
2. Dans la fenêtre en **perspective**, cliquez sur le bouton droit de la souris et déplacez-vous en même temps pour effectuer une rotation de la vue et voir les objets sous un autre angle.

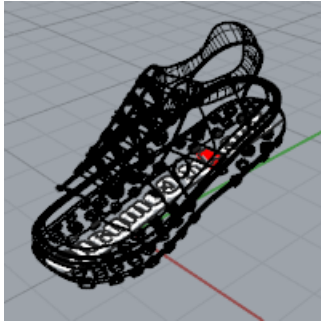
Modes d'affichage

Vous pouvez voir votre modèle de différentes façons. Le mode filaire offre normalement la vitesse d'affichage la plus rapide, les modes ombrés permettent de mieux visualiser les formes des surfaces et des solides.

Les modes d'ombrage standard et personnalisés permettent de mieux voir les surfaces et les solides.

Filaire

En mode **Filaire**, les surfaces ressemblent à une série de courbes qui se croisent. Ces courbes sont appelées *courbes isoparamétriques* ou *isocourbes*.

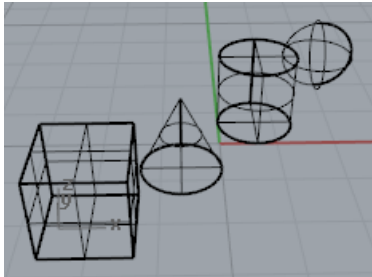


Les courbes isoparamétriques ne définissent pas la surface de la même façon que les polygones dans un maillage. Ce ne sont que des aides visuelles.



Pour définir le mode d'affichage filaire

1. Cliquez dans la fenêtre **Perspective** pour la rendre active.
Une fenêtre active est celle où toutes vos commandes et autres actions seront réalisées.
2. Dans le menu de la fenêtre, cliquez sur **Filaire**.



Ombré

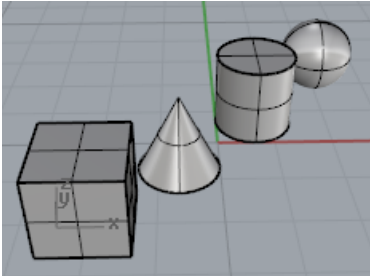
Avec les modes **ombrés**, (Ombré, Rendu, Artistique et Crayon par exemple), les surfaces et les solides sont ombrés avec la couleur de leur calque, de l'objet ou une couleur personnalisée. Vous pouvez travailler dans tous les modes d'ombrage. Les surfaces sont opaques ou transparentes.





Pour définir le mode ombré

1. Dans le menu de la fenêtre, cliquez sur **Ombre**.



Faites tourner la vue en faisant glisser la souris de bas en haut tout en appuyant sur le bouton de droite.

Vous vous trouvez maintenant en dessous des objets et vous regardez vers le haut.

La grille du plan de construction vous permet de vous orienter. Si les objets sont derrière la grille, vous regardez le dessous du plan de construction.

2. Appuyez sur la touche **Début** pour revenir à la vue précédente.



Rendu

Cette option permet de montrer les objets tels qu'ils apparaîtront lors du rendu en tenant compte des matériaux et des lumières.



Autres modes ombrés

Les autres modes d'affichage et les paramètres personnalisés sont décrits dans l'aide de Rhino.



Modes d'affichage Artistique (gauche) et Crayon (droite)

Titre de la fenêtre

Les titres des fenêtres disposent de fonctions spéciales pour la manipulation des vues.

- ▶ Cliquez sur le titre pour rendre la fenêtre active sans modifier la vue.
- ▶ Double cliquez sur le titre d'une fenêtre pour l'agrandir.
Double-cliquez à nouveau pour revenir à la taille normale.

Modéliser avec précision

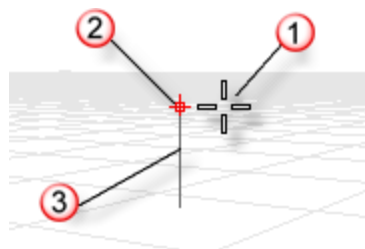
Le curseur peut toujours se déplacer librement dans l'espace. Cependant, dans certains cas, vous devrez utiliser la grille du plan de construction, les autres objets ou les coordonnées pour pouvoir positionner les éléments avec précision. Vous pouvez restreindre le mouvement du curseur sur la grille, entrer des distances et des angles à partir d'un point, vous accrocher à des points spécifiques sur les objets du modèle et entrer des coordonnées cartésiennes pour placer les points dans l'espace 2D ou 3D.

Le curseur de Rhino

Le curseur est constitué de deux parties : le *curseur* (1) et le *marqueur* (2). Le curseur suit toujours le mouvement de la souris.

Le marqueur quitte parfois le centre du curseur en raison des contraintes telles que le magnétisme de la grille ou le mode ortho. Le marqueur donne une vue dynamique du point qui sera choisi quand vous cliquerez avec le bouton gauche.

Lorsque le marqueur est contraint, avec le mode élévation par exemple, une *ligne de repérage* (3) est affichée. Les contraintes placent le marqueur sur un point spécifique dans l'espace ou l'obligent à se déplacer suivant la contrainte.



Magnétisme de la grille du plan de construction

Le magnétisme de la grille contraint le marqueur à suivre les lignes d'une grille imaginaire qui s'étend à l'infini. Vous pouvez définir l'espacement du magnétisme comme vous le voulez.

Cliquez sur le champ **Magnétisme** dans la barre d'état pour activer et désactiver le magnétisme.



Astuce : Pour en savoir plus sur une commande, cliquez sur le nom de la commande en rouge et souligné.

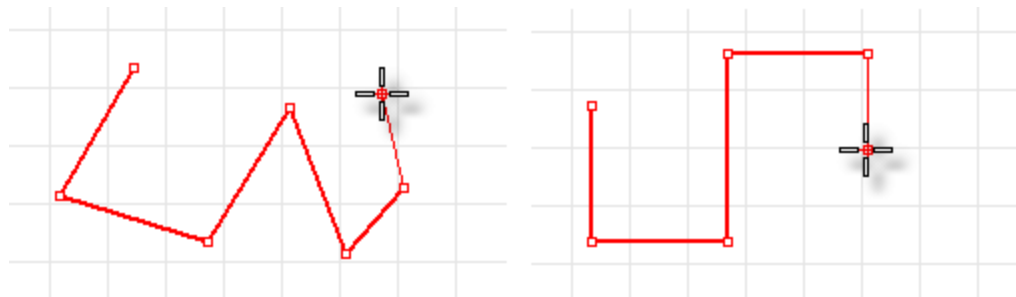
Contrainte de l'angle de mouvement

Le mode Ortho contraint le mouvement du marqueur ou le déplacement des objets à un certain groupe d'angles. Par défaut, cette contrainte est parallèle aux lignes de la grille mais vous pouvez changer ce paramètre. La fonction Ortho est semblable à la fonction de verrouillage d'axes que l'on retrouve dans des logiciels de dessin ou d'animation.

Cliquez sur le champ **Ortho** dans la barre d'état pour activer et désactiver le mode Ortho. Maintenez la touche **Maj** enfoncée pour inverser le mode Ortho temporairement.

Avec Ortho vous pouvez restreindre le déplacement d'un objet le long d'un axe spécifique.

Ortho est actif après la sélection du premier point d'une commande. Par exemple, après avoir choisi le premier point d'une ligne, le deuxième point est contraint à l'angle Ortho.



Ortho désactivée (gauche) ; Ortho activée (droite).

Si vous ne voulez un angle différent que pour une seule opération, la contrainte d'angle est plus rapide à utiliser. Vous pouvez entrer un angle spécifique pour une opération au lieu de changer l'angle du mode Ortho et de le rétablir ensuite.

Accrochage aux objets existants

Les **accrochages aux objets** contraignent le marqueur à se situer sur des points spécifiques d'un objet. Quand Rhino vous demande de spécifier un point, vous pouvez contraindre le marqueur à se positionner sur certains points de la géométrie du modèle. Quand un accrochage est activé, si le curseur se trouve près d'un point déterminé sur un objet, le marqueur se positionnera directement sur ce point.

Les accrochages aux objets peuvent rester activés entre deux actions ou peuvent être activés pour une seule action. Les accrochages objets peuvent être définis dans la barre d'état. Tous les accrochages aux objets fonctionnent de la même façon mais l'accrochage se fait sur différentes parties de la géométrie. De plus, certains accrochages ne fonctionnent que pour une seule sélection.

Accrochages aux objets persistants

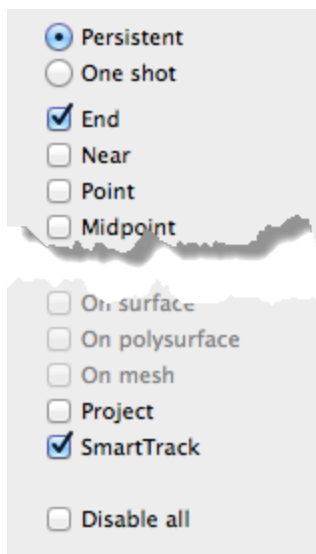
Utilisez les accrochages aux objets persistants si vous voulez qu'ils restent actifs pendant la sélection de plusieurs points. Vu qu'il est facile de changer le statut des accrochages aux objets, vous pouvez les laisser activés s'ils ne vous gênent pas pour travailler. Vous pouvez ensuite activer ou désactiver un accrochage ou tous les désactiver.

Les accrochages aux objets peuvent interférer les uns avec les autres et avec le magnétisme de la grille ou le mode Ortho mais ils ont normalement priorité sur les autres contraintes.

Dans certains cas, les accrochages aux objets peuvent fonctionner avec d'autres contraintes. Nous verrons des exemples dans ce chapitre. Pour plus d'informations et des clips de démonstration, consultez l'aide de Rhino, rubrique [Accrochages aux objets](#).

Panneau des accrochages

Le panneau Accrochages se trouve normalement sur la gauche de l'écran.



- ▶ Cliquez sur une case pour activer l'accrochage.
 - ▶ Cliquez avec le bouton de droite sur une case pour activer un accrochage et désactiver tous les autres.
 - ▶ Si un accrochage est actif, le marqueur se place automatiquement sur les points de référence lorsque le curseur s'en approche. Une étiquette apparaît alors.
- Les cases du panneau des **accrochages** permettent de remplacer les accrochages persistants par des accrochages temporaires.

Pour désactiver temporairement tous les accrochages aux objets persistants

- ▶ Dans le panneau **Accrochages**, cliquez sur le bouton **Désactiver tous**.
Tous les accrochages aux objets persistants seront désactivés mais ils resteront cochés.

Pour désactiver tous les accrochages aux objets persistants

- ▶ Dans la barre d'outils **Accrochages**, cliquez sur **Désactiver tous** avec le bouton de droite de la souris.
Tous les accrochages aux objets persistants seront désactivés.

Pour activer un accrochage et désactiver tout le reste en un clic

- ▶ Dans le panneau **Accrochages**, cliquez avec le bouton de droite sur l'accrochage que vous voulez activer.

Accrochages particuliers

Accrochages aux objets complexes qui permettent de sélectionner plusieurs points de référence ou d'ajouter d'autres contrôles avancés. Consultez la rubrique de l'aide de Rhino [Accrochages aux objets](#) pour plus d'informations.

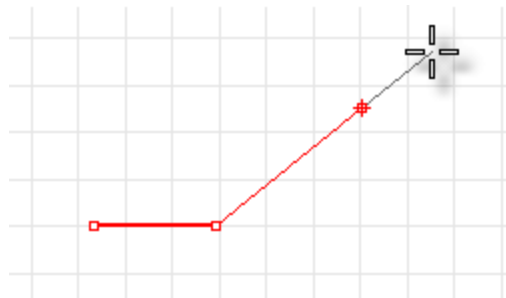
Contraintes du curseur

Quand vous entrez des points, vous pouvez contraindre le marqueur à se déplacer à une certaine distance ou à un certain angle à partir du point précédent. Une fois que vous avez défini la distance, vous pouvez déplacer la ligne tout autour à n'importe quel angle. Vous pouvez aussi utiliser d'autres accrochages pour orienter la ligne dans une direction spécifique.

Contrainte de distance

Pendant une commande qui demande au moins deux points, telle que la commande **Ligne**, placez le premier point. À l'invite suivante, tapez une distance et appuyez sur **Entrée**.

Le marqueur sera contraint à se situer à la distance indiquée à partir du point précédent. Faites glisser le curseur autour du premier point et choisissez un autre point.



Contrainte d'angle

La contrainte d'angle est semblable à la fonction Ortho mais vous pouvez choisir l'angle et elle n'est active que pour une seule sélection.

Le symbole \angle est utilisé en raison de sa ressemblance avec le symbole utilisé en géométrie pour indiquer un angle.

Le marqueur sera contraint à suivre des lignes dont l'origine se trouve au point précédent et qui sont séparées par l'angle spécifié. La première ligne est placée de façon à ce que l'angle entre celle-ci et l'axe des x dans le sens inverse des aiguilles d'une montre soit égal à l'angle de contrainte. Si vous entrez une valeur négative, l'angle sera défini dans le sens des aiguilles d'une montre à partir de l'axe des x.

Contraintes de distance et d'angle simultanées

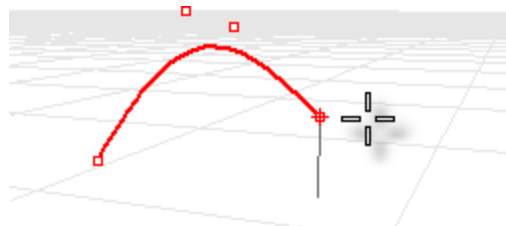
Vous pouvez utiliser les contraintes de distance et d'angle simultanément.

1. Dans la case de **Valeur**, tapez la distance et appuyez sur **Entrée**.
2. Dans la case de **Valeur**, tapez le caractère \angle et la valeur de l'angle puis appuyez sur **Entrée**.
L'ordre dans lequel vous indiquez la distance et l'angle n'est pas important. Le marqueur se déplacera autour du point de référence en formant l'angle indiqué tout en restant à la distance choisie.

Mode élévation

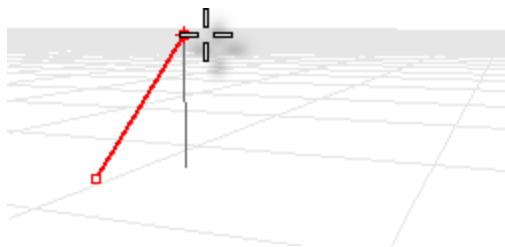
Cliquez à nouveau pour définir la coordonnée z du point désiré. Il est plus facile de voir l'action de cette contrainte dans une autre fenêtre ou d'utiliser la fenêtre Perspective. Déplacez le curseur pour voir comment se déplace le marqueur verticalement à partir du point de référence et le long de la ligne de repérage.

Choisissez le point avec la souris ou tapez une valeur pour définir la hauteur au-dessus du plan de construction. Les nombres positifs permettent de placer des points au-dessus du plan de construction et les nombres négatifs en dessous. Vous pouvez utiliser d'autres contraintes telles que les coordonnées, les accrochages aux objets ou le magnétisme de la grille pour choisir le premier point et vous pouvez utiliser les accrochages aux objets pour définir la hauteur.



Pour déplacer le marqueur dans la direction z du plan de construction, maintenez la touche **Commande** ⌘ enfoncée, cliquez dans la fenêtre, déplacez ensuite le curseur verticalement et choisissez un point.

Cette contrainte est appelée mode élévation. L'utilisation du mode élévation pour choisir des points dans la direction z du plan de construction vous permet de mieux travailler dans la fenêtre Perspective.

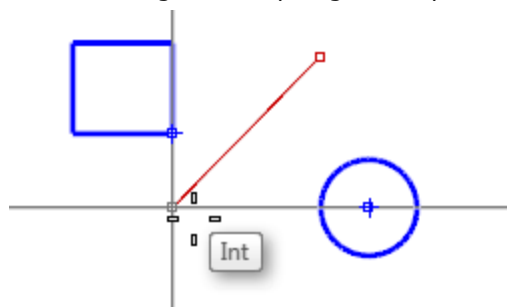


Repérage intelligent

Le repérage intelligent est un système de lignes et de points de référence temporaires dessinés dans la fenêtre de Rhino en utilisant les relations implicites entre plusieurs points 3D, une autre géométrie dans l'espace et les directions des axes de coordonnées.

Des lignes infinies temporaires (lignes de repérage) et des points (points intelligents) sont disponibles pour les accrochages comme s'il s'agissait de points et de lignes réels.

Vous pouvez vous accrocher sur les intersections des lignes de repérage, sur les perpendiculaires et directement sur les points intelligents ainsi que sur les intersections entre les lignes de repérage et les courbes réelles. Les lignes de repérage et les points intelligents sont affichés juste le temps d'une commande.



Systèmes de coordonnées

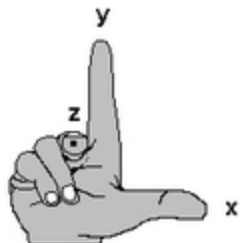
Rhino utilise deux systèmes de coordonnées : le repère local, ou plan de construction, et le repère général. Les coordonnées dans le repère général sont fixes dans l'espace. Les coordonnées dans le plan de construction sont définies pour chaque fenêtre.

Coordonnées cartésiennes

Quand Rhino vous demande un point, si vous tapez les coordonnées cartésiennes x et y, le point reposera sur le plan de construction de la fenêtre active. Pour plus de renseignements sur les systèmes de coordonnées et les contraintes numériques, consultez le site www.mathopenref.com/coordinates.

Règle de la main droite

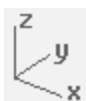
Rhino suit ce qu'on appelle la *règle de la main droite*. La règle de la main droite peut vous aider à déterminer la direction de l'axe des z. Formez un angle droit avec le pouce et l'index de votre main droite. Quand votre pouce indique la direction positive x, votre index indique la direction y positive et la paume de votre main regarde dans la direction z positive.



Coordonnées dans le repère général

Rhino possède un système de coordonnées universel appelé repère général. Le repère général ne peut pas être modifié. Quand Rhino vous demande un point, vous pouvez taper une coordonnée 2D ou 3D dans le repère général.

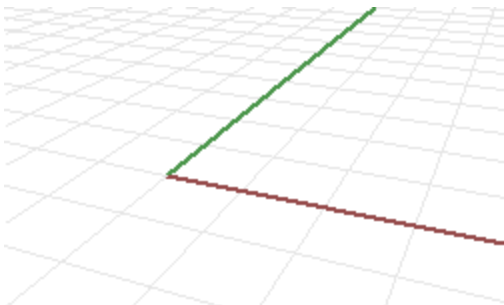
Les flèches en bas à gauche de chaque fenêtre indiquent les axes x, y et z du repère général. Les flèches se déplacent pour montrer l'orientation des axes si vous faites tourner la vue.



Coordonnées du plan de construction

Chaque fenêtre dispose d'un *plan de construction*. Un plan de construction est comme le dessus d'une table sur laquelle le curseur se déplace, à moins que vous ne saisissiez des coordonnées ou que vous n'utilisiez le mode élévation, les accrochages aux objets ou d'autres options contraignant l'entrée des données. Le plan de construction est composé d'une origine, des axes x et y et d'une grille. Il peut avoir toutes les orientations possibles. Par défaut, le plan de construction de chaque fenêtre est indépendant de ceux des autres fenêtres.

Le plan de construction représente le repère local de la fenêtre qui peut être différent du repère général.



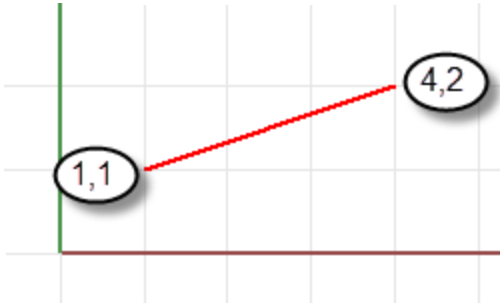
Le plan de construction de chaque fenêtre de Rhino est, par défaut, celui correspondant à la vue. Cependant, la fenêtre **Perspective** utilise le plan de construction de la vue de dessus du repère général, c'est-à-dire le même plan de construction que celui de la fenêtre Dessus.

La grille repose sur le plan de construction. La ligne rouge représente l'axe des x du plan de construction et la ligne verte celui des y. Les lignes rouge et verte se recoupent à l'origine du plan de construction.

Pour changer la direction et l'origine d'un plan de construction, utilisez la commande **PlanC**. Les plans de construction prédéfinis (plans Dessus, Droite et Face du repère général) vous permettent d'accéder rapidement aux plans de construction les plus fréquemment utilisés. De plus, vous pouvez enregistrer et restaurer des plans de construction nommés et lire les plans de construction nommés dans un autre fichier de Rhino.

Coordonnées 2D dans le plan de construction

- ▶ Dans la case de **Valeur**, tapez les coordonnées au format **x,y** où **x** est la coordonnée x et **y** est la coordonnée y du point.



Coordonnées 3D dans le plan de construction

- ▶ Dans la case de **Valeur**, tapez les coordonnées au format **x,y,z** où **x** est la coordonnée x, **y** est la coordonnée y et **z** est la coordonnée z du point.
Les valeurs des coordonnées sont séparées par des virgules sans espace.
- ▶ Pour placer un point à 3 unités dans la direction x, à 4 unités dans la direction y et à 10 unités dans la direction z à partir de l'origine du plan de construction, tapez **3,4,10** dans l'invite.

 **Astuce** : Si vous entrez seulement les coordonnées x et y, le point reposera sur le plan de construction.

Coordonnées relatives

Rhino met en mémoire le dernier point utilisé, vous pouvez donc entrer le prochain point en fonction de celui-ci. Les coordonnées relatives sont utiles quand vous connaissez la position des points les uns par rapport aux autres. Utilisez les coordonnées relatives pour placer des points en fonction du point précédent.

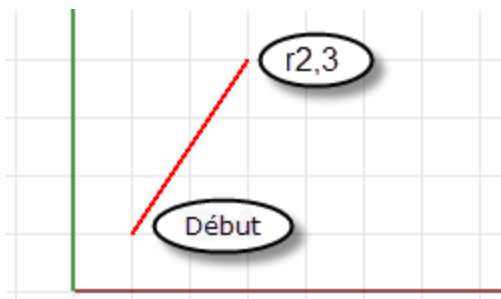
Pour utiliser les coordonnées relatives

- ▶ Tapez dans l'invite des coordonnées de la façon suivante : **rx,y**, où **r** signifie que la coordonnée est relative au point précédent.

Par exemple

1. Lancez la commande **Ligne**.
2. À l'invite **Début de la ligne...**, choisissez le point de départ de la ligne.
3. À l'invite **Fin de la ligne...**, tapez **r2,3** et appuyez sur **Entrée**.

La ligne passe par un point situé à 2 unités dans la direction x et à 3 unités dans la direction y à partir du dernier point.



Créer des surfaces à partir de courbes

Une méthode souvent utilisée pour travailler en 3D consiste à dessiner des courbes qui représentent les bords, les profils, les sections transversales ou d'autres paramètres de la surface, puis à utiliser des commandes spéciales pour la création de surfaces à partir de ces courbes.

Bords

Vous pouvez créer une surface à partir de deux, trois ou quatre courbes qui forment les côtés de la surface.



Créer une surface à partir des bords

1. Ouvrez le modèle du tutoriel **SurfaceParBords.3dm**.

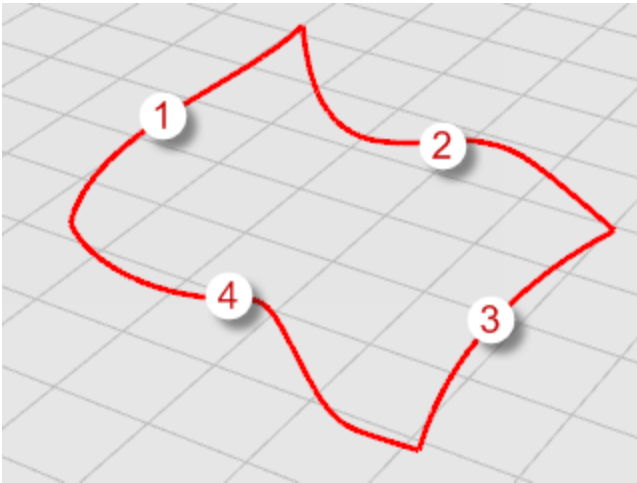
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)

2. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Bords**.

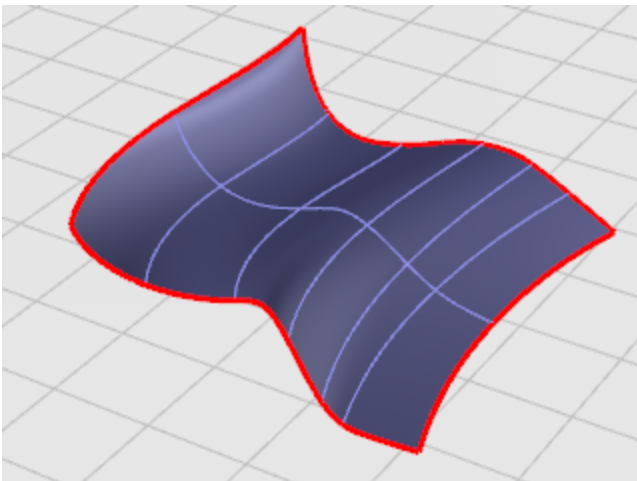


Astuce : Ouvrez le panneau de l'[aide](#) pour consulter la rubrique concernant la commande **SurfaceParBords**.

3. Sélectionnez les quatre courbes.



Les objets sont affichés en jaune quand vous les sélectionnez.
Les courbes sont utilisées en tant que bords pour créer une surface.



Extruder des courbes

Crée des surfaces en faisant glisser une courbe le long d'une ligne droite.



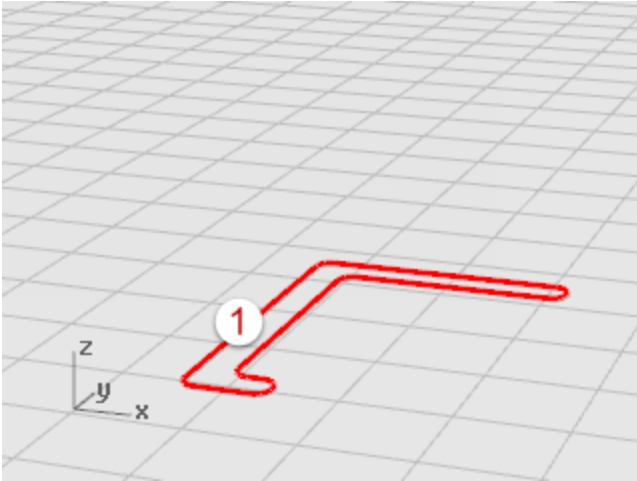
Créer une surface extrudée

1. Ouvrez le modèle du tutoriel **Extruder.3dm**.
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)
2. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Extruder une courbe plane** puis sur **Droit**.

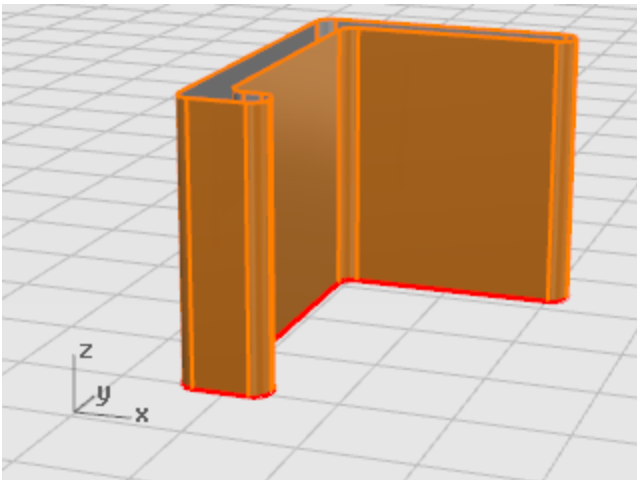
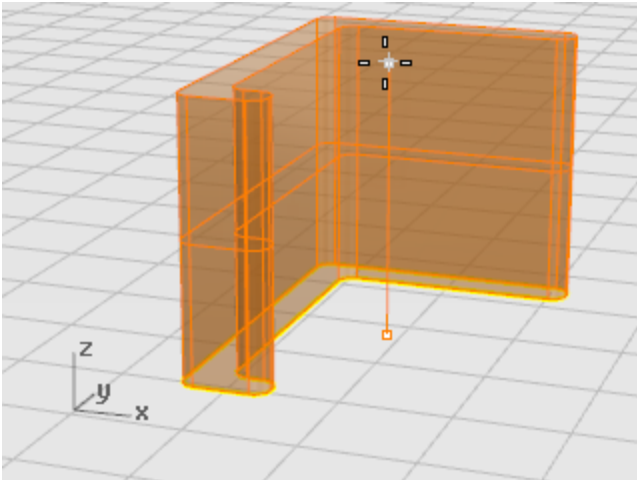


Astuce : Ouvrez le panneau de l'[aide](#) pour consulter la rubrique concernant la commande **ExtruderCourbe**.

3. Sélectionnez la courbe (1).



4. À l'invite **Distance d'extrusion**, définissez une distance avec la souris et cliquez.



Surface par sections passant des courbes

La commande SurfaceParSections crée une surface lisse qui raccorde les courbes de forme sélectionnées. Cette surface ressemble à l'exemple de la section précédente, Balayage d'une courbe le long de deux rails, mais elle est créée sans les rails. Les bords de la surface sont créés en plaçant des courbes lisses entre les courbes de départ.



Créer une surface par sections

1. Ouvrez le modèle du tutoriel **SurfaceParSections.3dm**.

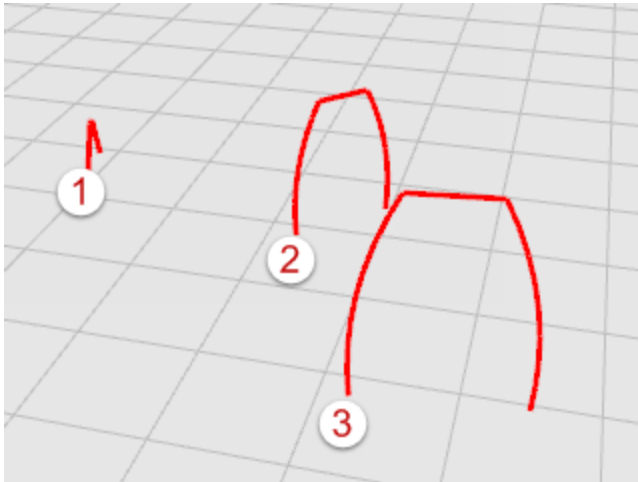
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)

2. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Surface par sections**.

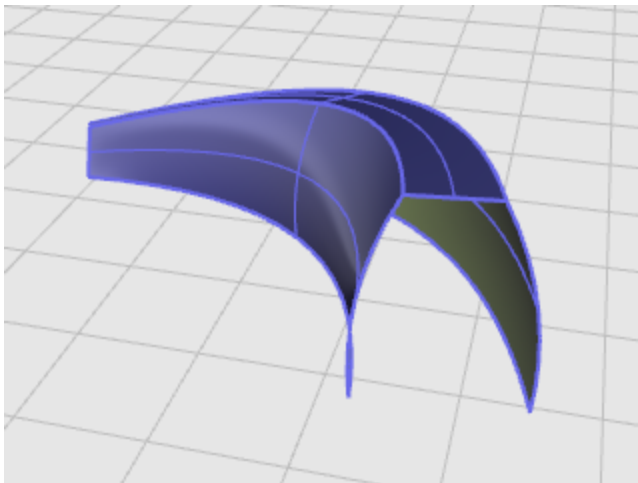


Astuce : Ouvrez le panneau de l'**aide** pour consulter la rubrique concernant la commande **SurfaceParSections**.

3. **Sélectionnez** les trois courbes (1), (2) et (3) puis appuyez sur **Entrée**.



4. Dans la boîte de dialogue **Options de SurfaceParSections**, cliquez sur **Accepter**.




5. Essayez quelques-unes des options de **Style** et cliquez sur **Aperçu**, pour voir les différents styles de surfaces par sections.

Courbes de révolution

Vous pouvez créer une surface de révolution en faisant tourner une courbe autour d'un axe. Cette commande est parfois appelée **tourner**.



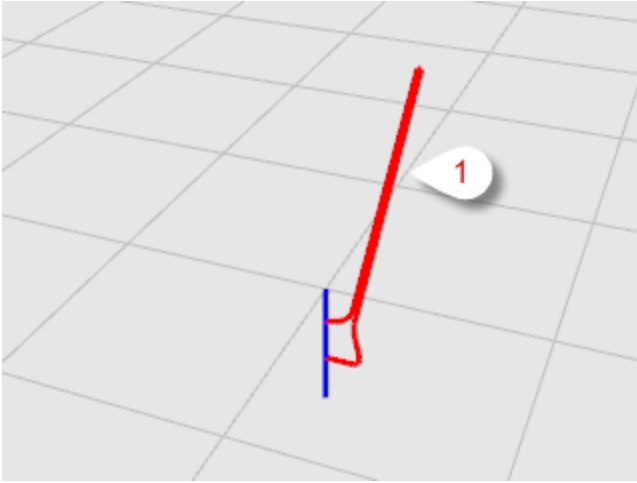
Créer une surface de révolution

1. Ouvrez le modèle du tutoriel **Révolution.3dm**.
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)
2. Dans la **barre d'état**, cliquez sur **Accrochages**.
3. Dans le panneau **Accrochages aux objets**, cliquez sur **Fin**.
4. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Révolution**.

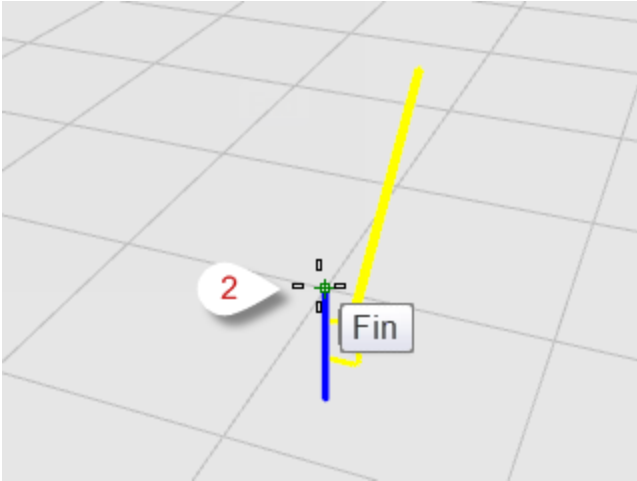


Astuce : Ouvrez le panneau de l'**aide** pour consulter la rubrique concernant la commande **Révolution**.

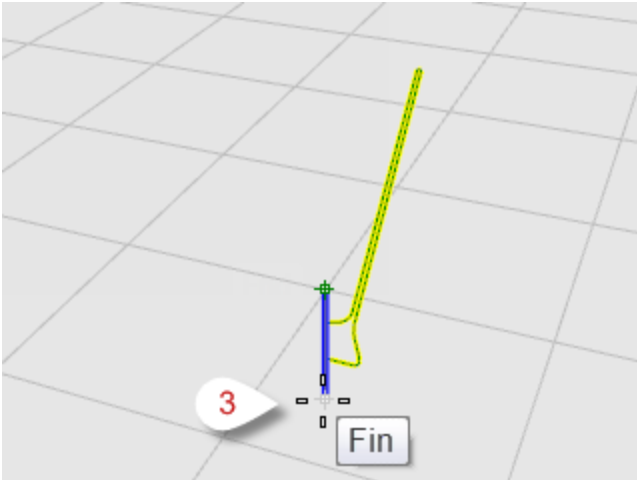
5. Sélectionnez la **courbe de profil** (1) et appuyez sur **Entrée**.



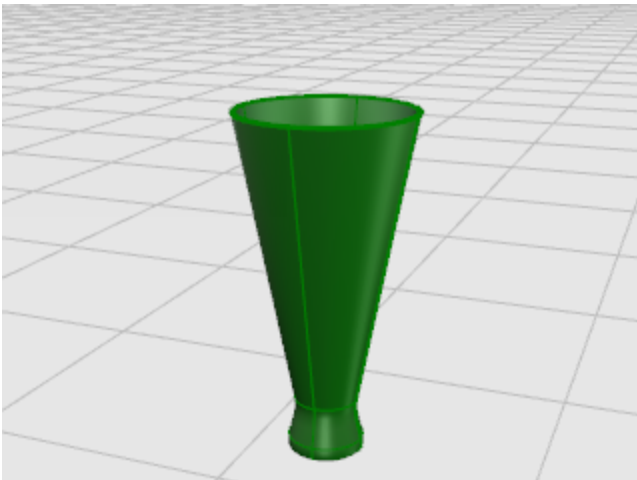
6. À l'invite **Point de départ de l'axe de révolution**, sélectionnez l'une des extrémités de l'axe (2).



7. À l'invite **Fin de l'axe de révolution**, sélectionnez l'autre extrémité de l'axe de révolution (3).



8. À l'invite **Angle de départ**, sélectionnez l'option **CercleEntier**.



Révolution de courbes le long d'un rail

La révolution le long d'un rail crée une surface en faisant tourner une courbe de profil autour d'un axe et le long d'une courbe guide. Cette commande est plus ou moins équivalente au **Balayage le long de deux rails** mais l'un des rails est un point.



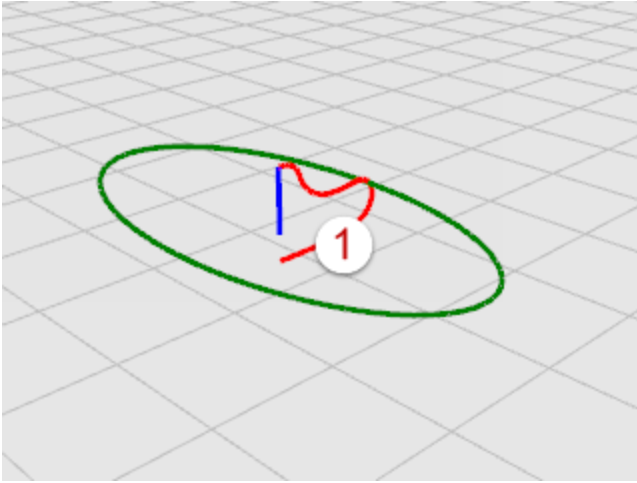
Créer une surface de révolution avec une courbe guide

1. Ouvrez le modèle du tutoriel **RévolutionRail.3dm**.
[Télécharger les modèles du tutoriel.](#)
2. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Révolution sur un rail**.

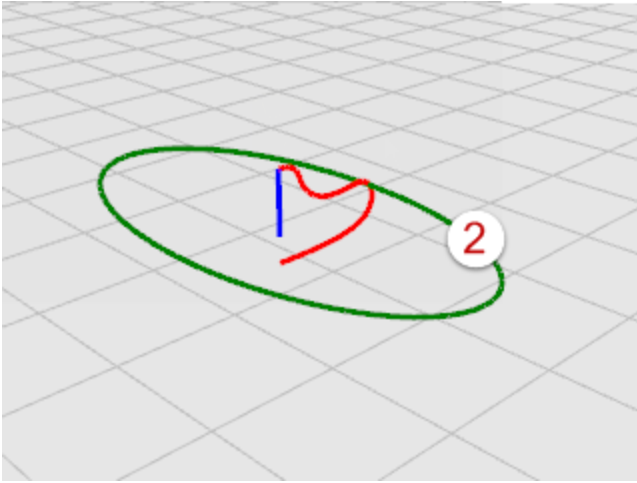


Astuce : Ouvrez le panneau de l'**aide** pour consulter la rubrique concernant la commande **RévolutionRail**.

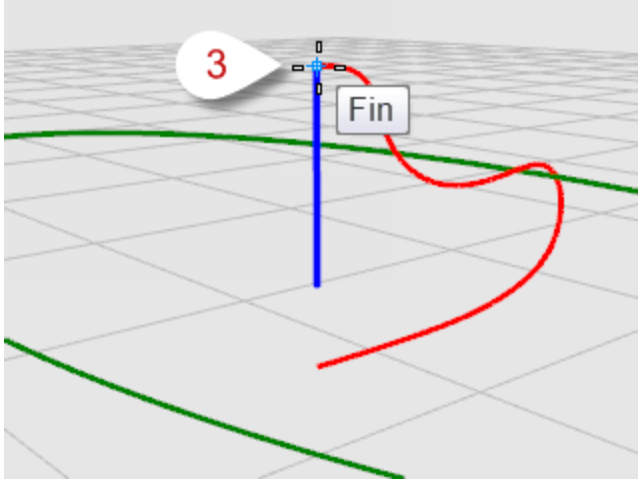
3. Sélectionnez la courbe de profil (1).



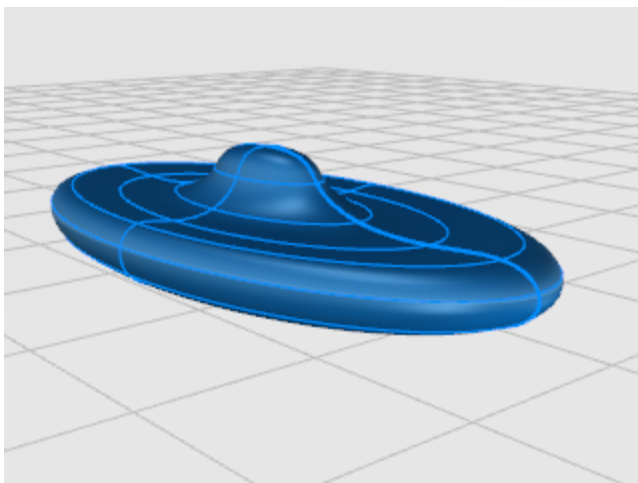
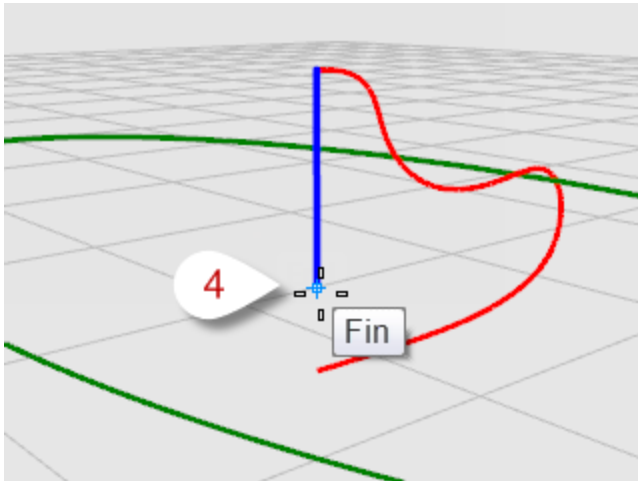
4. À l'invite **Sélectionner la courbe guide**, sélectionnez la courbe guide que suivra la révolution (2).



5. À l'invite **Point de départ de l'axe de révolution**, sélectionnez une extrémité de la ligne représentant l'axe de révolution (3).



6. À l'invite **Fin de l'axe de révolution**, sélectionnez l'autre extrémité de l'axe de révolution (4).




Balayer une courbe le long d'un rail

Le balayage crée une surface avec des sections transversales qui maintiennent l'orientation initiale de la ou des courbes de départ sur la courbe guide.



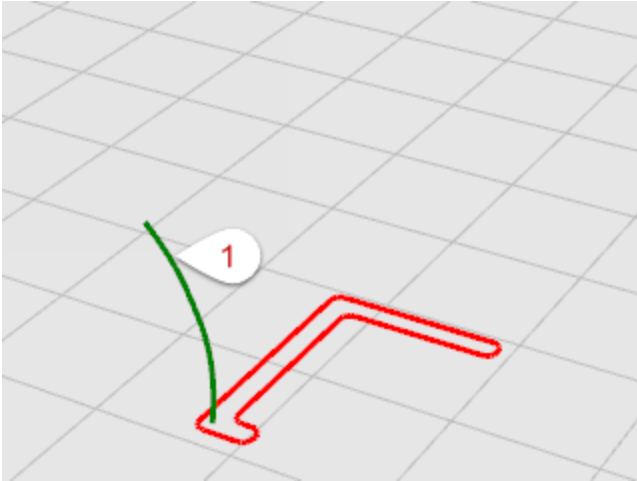
Créer une surface de balayage

1. Ouvrez le modèle du tutoriel **Balayage1.3dm**.
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)
2. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Balayage sur 1 rail**.

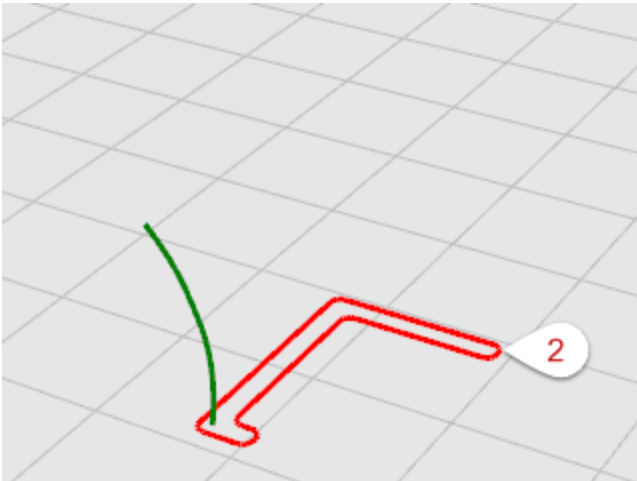


Astuce : Ouvrez le panneau de l'**aide** pour consulter la rubrique concernant la commande **Balayage1**.

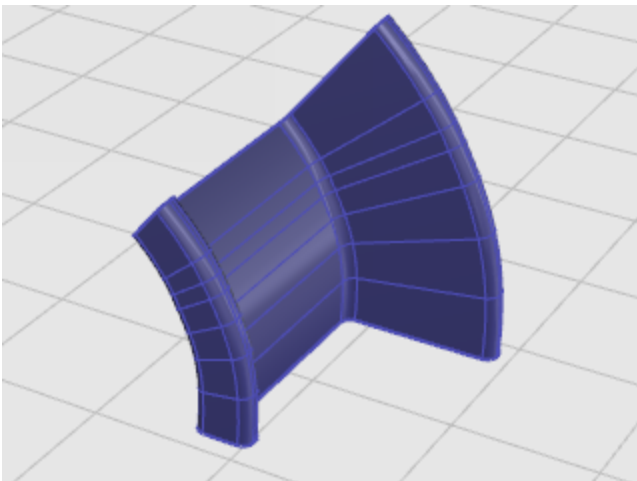
3. Sélectionnez la courbe guide (1).



4. À l'invite **Sélectionner les courbes de section transversale...**, sélectionnez la courbe transversale (2) et appuyez sur **Entrée**.



5. Dans la boîte de dialogue **Options de balayage sur 1 rail**, cliquez sur **Accepter**.




Balayage le long de deux courbes guide

Un balayage avec deux rails crée une surface progressive à travers plusieurs courbes qui suivent deux rails. Les rails agissent sur toute la forme de la surface. Utilisez cette commande lorsque vous voulez contrôler l'emplacement des bords de la surface.



Créer une surface de balayage avec deux courbes guides

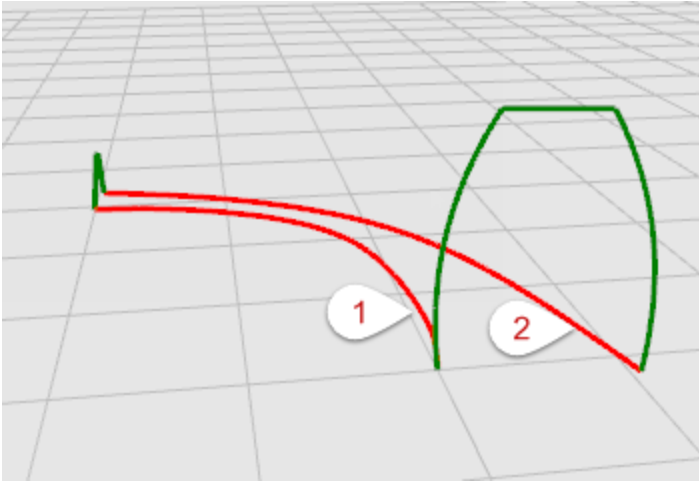
1. Ouvrez le modèle du tutoriel **Balayage2.3dm**.
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)
2. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Balayage sur 2 rails**.



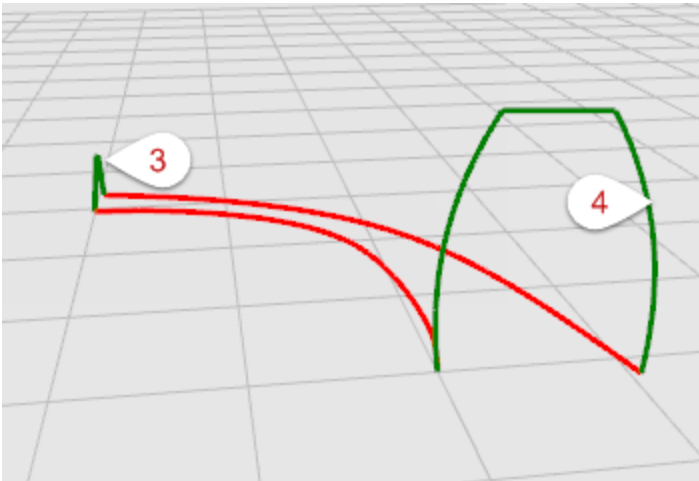
Astuce : Ouvrez le panneau de l'**aide** pour consulter la rubrique concernant la commande **Balayage2**.

3. **Sélectionnez** la première courbe guide (2).

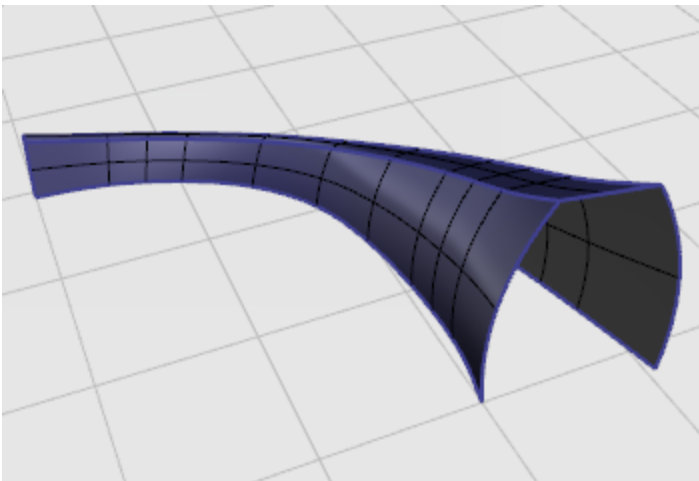
4. À l'invite **Sélectionner la deuxième courbe**, sélectionnez la deuxième courbe guide (2).



5. À l'invite **Sélectionner les courbes de section transversale**, sélectionnez les deux courbes transversales (3) et (4) puis appuyez sur **Entrée**.



6. Dans la boîte de dialogue **Options du balayage sur 2 rails**, cliquez sur **Accepter**.



Modification des courbes et des surfaces

Nous verrons dans cette section les opérations permettant de casser des objets en plusieurs parties, de faire des trous dans des objets et de les rassembler. Certaines de ces commandes permettent de connecter des courbes, des surfaces ou des polysurfaces entre elles et de séparer des courbes et des polysurfaces composées en leurs différents éléments.

Les commandes : **Joindre**, **Décomposer**, **Limiter** et **Diviser** peuvent être utilisées aussi bien sur des courbes que sur des surfaces.

Les commandes **Reconstruire**, **ChangerDegré** et **Lisser** modifient la forme de la courbe ou de la surface en changeant la structure de points de contrôle sous-jacente.

Les objets ont aussi des propriétés, telles que la couleur, le calque, le matériau de rendu etc. La commande **Propriétés** gère ces propriétés.



Joindre

La commande **Joindre** connecte des courbes ou des surfaces pour former un seul objet. Par exemple, une polycourbe peut être constituée de segments de ligne droits, d'arcs, de polygones et de courbes de forme libre. La commande **Joindre** connecte aussi des surfaces pour former une polysurface.



Décomposer

La commande **Décomposer** supprime la connexion entre les courbes et les surfaces jointes. Pour les polysurfaces, cette commande est utile si vous voulez modifier chaque surface individuellement avec ses points de contrôle.



Limiter et



Diviser

Les commandes **Limiter** et **Diviser** sont similaires. Quand vous limitez un objet, vous sélectionnez les parties à retirer et celles-ci sont supprimées. Quand vous divisez un objet, toutes les parties sont gardées.

La commande **Diviser** divise une surface avec une courbe, une surface, une polysurface ou ses courbes isoparamétriques.

La commande **AnnulerLimite** supprime la courbe limite de la surface. Vous pouvez garder la courbe afin de pouvoir la réutiliser.

Modification à l'aide des points de contrôle

Vous pouvez modifier sensiblement la forme d'une courbe ou d'une surface en déplaçant ses points de contrôle. Rhino vous offre de nombreux outils pour la modification à l'aide des points de contrôle. Certaines commandes telles que **Reconstruire**, **Profiler** et **Lisser** offrent des solutions automatisées pour la redistribution des points de contrôle sur une courbe ou une surface. D'autres commandes, telles que le déplacement des points de contrôle avec la souris ou par intervalles, et **Guide** vous permettent de contrôler manuellement la position des points de contrôle, séparément ou en groupe.

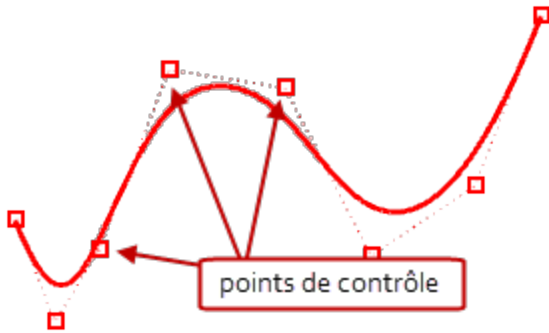


Visibilité des points de contrôle

Pour modifier des courbes et des surfaces à l'aide des points de contrôle, utilisez la commande **ActiverPoints** afin d'activer les points de contrôle.

Quand vous avez terminé les modifications, utilisez la commande **DésactiverPoints** ou appuyez sur **Échap**.

Les points de contrôle des polysurfaces ne peuvent pas être activés. Si vous modifiez les points de contrôle des polysurfaces vous risquez de séparer les bords des surfaces jointes et de créer des « trous » dans la polysurface.



Changer la position des points de contrôle

Quand vous déplacez des points de contrôle, la courbe ou la surface est modifiée et Rhino la redessine progressivement. La courbe ou la surface n'est pas dessinée au travers des points de contrôle, elle est plutôt attirée vers leur nouvelle position. Ceci permet de déformer la courbe tout en la maintenant lisse. Vous pouvez utiliser les commandes de modification de Rhino pour manipuler les points de contrôle quand ils sont activés. Vous pouvez aussi reconstruire les surfaces pour ajouter des points de contrôle et les redistribuer.

Ajouter, supprimer et redistribuer les points de contrôle

En ajoutant des points de contrôle sur une courbe, vous pouvez mieux contrôler sa forme. De plus, en manipulant les points de contrôle vous pouvez supprimer des points de rebroussement, créer des courbes uniformes et ajouter ou supprimer des détails. La touche **Suppr** permet de supprimer des points de contrôle sur une courbe. La forme de la courbe est alors modifiée.

Degré des courbes et des surfaces

Un polynôme est une fonction telle que $y = 3 \cdot x^3 - 2 \cdot x + 1$. Le "degré" du polynôme est la puissance maximale de la variable. Par exemple, le degré de $3 \cdot x^3 - 2 \cdot x + 1$ est 3; le degré de $-x^5 + x^2$ est 5 et ainsi de suite. Les fonctions NURBS sont des polynômes rationnels et le degré de la NURBS est le degré du polynôme. Du point de vue de la modélisation NURBS, le (degré -1) est le nombre maximum de "courbures" qu'il peut y avoir dans chaque segment.

Par exemple :

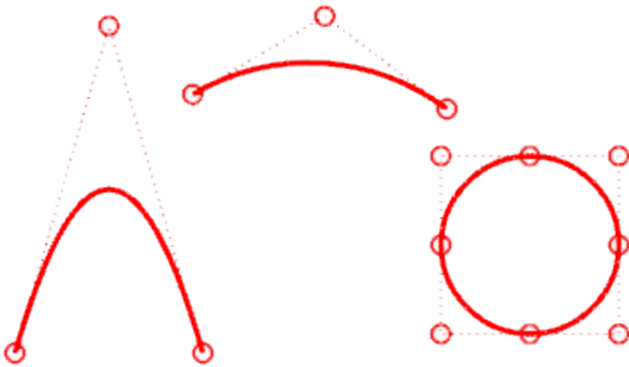
Une courbe de degré 1 doit avoir au moins deux points de contrôle.

Le degré d'une ligne est inférieur à 1. Elle ne présente aucune courbure.



Une courbe de degré 2 doit avoir au moins trois points de contrôle.

Les paraboles, les hyperboles, les arcs et les cercles (courbes de section conique) sont de degré 2. Ils ont une seule courbure.



Une courbe de degré 3 doit avoir au moins quatre points de contrôle.

Le degré d'une courbe de Bézier cubique est inférieur à 3. Si vous organisez ses points de contrôle en forme de zig-zag, vous pouvez obtenir deux courbures.



Analyse des courbes et des surfaces

Rhino est un modéleur NURBS dont la précision mathématique permet de fournir des informations exactes sur les objets.

Mesurer la distance, l'angle et le rayon

Certaines commandes d'analyse fournissent des informations sur la position, la distance, l'angle entre les lignes et le rayon d'une courbe. Par exemple :

- **Distance** affiche la distance entre deux points.
- **Angle** affiche l'angle entre deux lignes.
- **Rayon** affiche le rayon de courbure d'une courbe en un point.
- **Longueur** affiche la longueur d'une courbe.

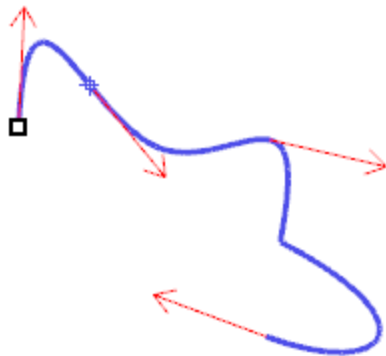


Direction des courbes et des surfaces

Les courbes et les surfaces ont une *direction*. De nombreuses commandes qui utilisent la direction affichent des flèches et vous donnent la possibilité de changer (*inverser*) la direction.

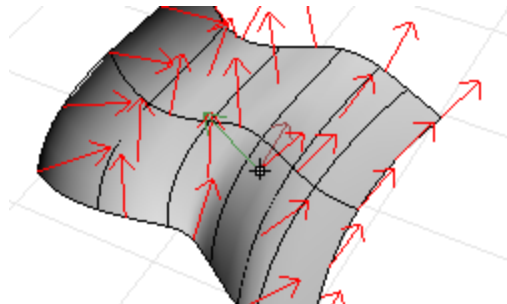
La commande **Direction** affiche la direction d'une courbe ou d'une surface et vous permet de la changer.

L'illustration montre les flèches de direction de la courbe. Si la direction n'a pas été changée, les flèches indiquent la direction dans laquelle la courbe a été dessinée. Les flèches pointent du début vers la fin de la courbe.



La commande **Direction** permet aussi d'afficher les directions u, v et normale des surfaces. Les normales de la surface sont représentées par des flèches perpendiculaires à la surface et les directions u et v sont indiquées par deux flèches qui reposent sur la surface. Les normales des surfaces fermées sont toujours orientées vers l'extérieur.

La commande **Direction** permet de changer les directions u, v et normale d'une surface. Cette direction peut être importante si vous appliquez des textures sur la surface.

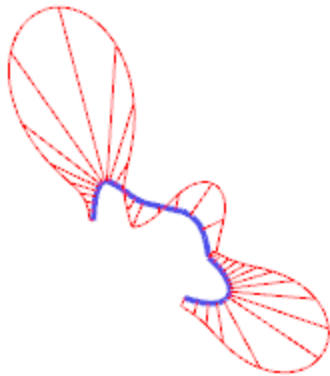




Courbure

Les outils d'analyse des courbes vous permettent d'activer un diagramme montrant la direction perpendiculaire à la courbe en un point et l'intensité de la courbure, d'afficher un cercle de courbure, de tester la continuité entre deux courbes et les intervalles de superposition entre deux courbes.

La commande **DiagrammeCourbure** permet d'afficher des indicateurs de courbure sur les courbes et les surfaces. Les lignes du diagramme représentent une direction perpendiculaire à la courbe en ce point. La longueur de la ligne indique la courbure.



Analyse de surface visuelle

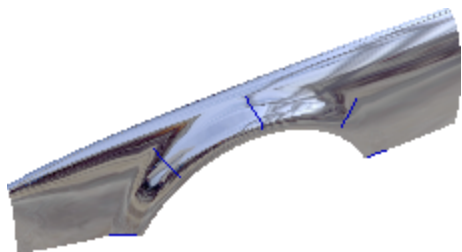
Pour déterminer si une surface est plus ou moins lisse, vous pouvez utiliser les commandes d'analyse visuelle de surfaces. Ces commandes utilisent les techniques d'analyse de surface NURBS et de rendu pour vous aider à évaluer l'aspect de la surface. Des plaquages vous permettent ainsi de déterminer facilement la courbure et les ruptures des surfaces.



Placage d'environnement

La commande **PlacageEnv** plaque une image sur l'objet de telle sorte que l'objet ressemble à un métal poli reflétant une scène. Cet outil vous aide à trouver des défauts sur les surfaces et à valider votre concept.


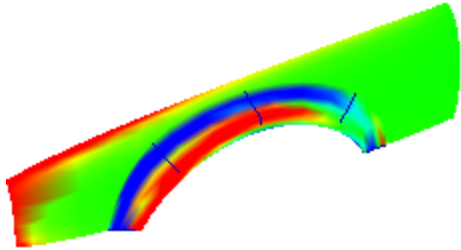
Le plaquage d'environnement du tube fluorescent simule des lumières de néons qui se reflètent sur une surface en métal.



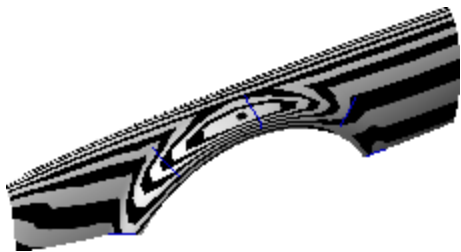


Analyser la courbure

La commande **AnalyserCourbure** analyse la courbure de la surface en utilisant un placage de fausses couleurs. Elle permet d'analyser la courbure de Gauss, la courbure moyenne, le rayon de courbure minimum et le rayon de courbure maximum.



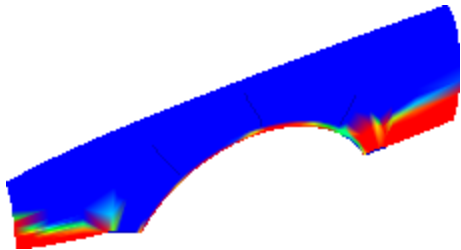
La commande **Rayures** affiche les surfaces avec des rayures en reflet. C'est une façon de vérifier visuellement les défauts d'une surface et la continuité de courbure et de tangence entre des surfaces.



Analyse de l'angle de dépouille

La commande **AnalyserAngleDépouille** affiche l'angle de dépouille par rapport au plan de construction actif au moment de lancer la commande.

La direction de démoulage pour la commande **AnalyserAngleDépouille** est l'axe des z du plan de construction.

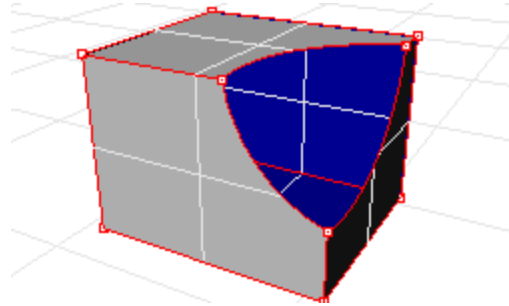




Analyse des bords

Les problèmes de géométrie tels que le mauvais fonctionnement des opérations booléennes et des jonctions peuvent être causés par des bords de surface qui ont été cassés ou qui ont été déplacés et créent ainsi des trous. Un *bord* est un objet différent qui fait partie de la représentation de la frontière de la surface.

La commande **AfficherBords** met en surbrillance tous les bords des surfaces sélectionnées.



Même si une polysurface semble fermée, il se peut que la commande **Propriétés** indique qu'elle est ouverte. Certaines opérations et procédures d'exportation nécessitent des polysurfaces fermées. De plus, la qualité d'un modèle composé de polysurfaces fermées est normalement plus grande que celle d'un modèle présentant des petites ouvertures et fissures.

Rhino dispose d'un outil permettant de trouver les bords qui ne sont pas joints ou les bords libres. Quand une surface n'est pas jointe à une autre, elle présente des bords libres. Utilisez la commande **Propriétés** pour examiner les détails de l'objet. Une polysurface ayant des bords libres est indiquée comme *polysurface ouverte*. Utilisez la commande **MontrerBords** pour afficher les bords libres.

D'autres outils vous permettent de diviser un bord, de fusionner des bords qui se touchent bout à bout ou de forcer des surfaces ayant des bords libres à être jointes. Vous pouvez reconstruire des bords en fonction des tolérances internes. Autres outils pour les bords :

- **DiviserBord** divise un bord en un point.
- **FusionnerBord** fusionne des bords qui se touchent bout-à-bout.
- **JoindreBord** force les bords non joints (libres) à être joints aux surfaces adjacentes.
- **ReconstruireBords** redistribue les points de contrôle d'un bord en fonction des tolérances internes.

Diagnostic

Les outils de diagnostic permettent d'obtenir des informations sur la structure interne d'un objet et de sélectionner les objets qui peuvent avoir besoin d'être réparés. Les informations fournies par les commandes **Liste**, **Vérifier**, **SéLMauvaisObjets** et **ContrôleFichier3dm** sont normalement plus utiles pour les programmeurs de Rhino afin de diagnostiquer des problèmes avec des surfaces qui entraînent des erreurs.

Organisation et annotation

Rhino vous propose des aides pour organiser votre travail :

- Calques
- Groupes
- Blocs

Chaque méthode offre une approche différente. Les calques sont des propriétés assignées aux objets. Les groupes associent les objets pour qu'ils puissent être sélectionnés tous ensemble en un seul clic. Les blocs vous permettent de stocker et d'actualiser un ensemble d'objets. Les sessions vous permettent de travailler sur une partie d'un projet tout en utilisant d'autres modèles comme référence.

Rhino permet également d'ajouter des marques dans votre modèle. Ces annotations sont ajoutées en tant qu'objets du modèle.

- Cotes
- Lignes de repère
- Blocs de texte

Une autre forme de marque qui est toujours affichée à plat dans le plan de construction actif.

- Points d'annotation
- Pointes fléchées

Vous pouvez aussi ajouter des notes au modèle. Les notes n'apparaissent pas dans le modèle mais sont affichées dans une fenêtre à part.



Calques

Les calques vous offrent la possibilité de regrouper des objets et d'appliquer certaines caractéristiques à ces ensembles d'objets. Les calques peuvent être utilisés dans deux buts : « stocker » vos objets ou assigner des caractéristiques ou des propriétés à des groupes d'objets.

Ils peuvent vous permettre de « stocker » vos objets ou d'assigner des caractéristiques ou des propriétés à des groupes d'objets. Les objets se trouvant sur des calques désactivés ne sont pas visibles. Les objets se trouvant sur des calques verrouillés ne peuvent pas être sélectionnés mais peuvent être utilisés pour les accrochages. Les objets sont toujours créés sur le calque actuel, mais vous pouvez changer le calque d'un objet par la suite.

Utilisez la liste d'accès rapide aux calques, en cliquant sur le champ Calque, pour réaliser les tâches les plus communes. Vous pouvez définir le calque actuel ; activer, désactiver, verrouiller et déverrouiller les calques et changer leur couleur. De plus, en cliquant avec le bouton de droite sur le nom du calque, vous pouvez créer un nouveau calque, renommer un calque, supprimer un calque, sélectionner les objets se trouvant sur un calque et placer ou copier des objets sur le calque sélectionné.

Réalisez les tâches de gestion de Calques plus détaillées dans la panneau des **Calques**. Cliquez avec le bouton de droite dans le **champ Calque** pour ouvrir le panneau des **Calques**. Dans le panneau **Calques**, vous pouvez définir le calque actuel, verrouiller et déverrouiller les calques, les activer et désactiver, changer leur couleur et leur assigner un matériau. Vous pouvez créer de nouveaux calques, supprimer des calques, déplacer des calques dans la liste, filtrer la liste, définir le calque actuel en fonction d'un objet dans le modèle, placer des objets sur un calque, sélectionner tous les calques et inverser la sélection.

La commande **SélCalque** permet de sélectionner tous les objets se trouvant sur un calque.



Groupes

Un *groupe* est un ensemble d'objets qui peuvent être sélectionnés comme un seul objet pour les opérations de déplacement, de copie, de rotation ou autres opérations de transformation et pour l'application de propriétés telles que la couleur. Lorsque vous groupez des objets, chacun d'eux reçoit un nom de groupe qui est affiché dans ses propriétés. Les objets ayant le même nom de groupe appartiennent au même groupe.

- La commande **Grouper** regroupe des objets afin de pouvoir les sélectionner tous ensemble. Un groupe peut contenir un ou plusieurs sous-groupes.
- La commande **DissocierGroupe** détruit le groupe.
- **NommerGroupe** change le nom assigné par défaut. Si vous donnez le même nom à deux groupes différents, ceux-ci seront combinés en un seul.
- **AjouterÀGroupe** et **RetirerDeGroupe** permettent d'ajouter et d'enlever des objets dans des groupes.
- **SélGroupe** sélectionne des groupes par leur nom.



Blocs

Un bloc est une façon d'associer des objets pour former une seule entité. La commande **Bloc** crée une définition de bloc dans le modèle actuel. La commande **Insérer** place des *occurrences* de cette définition de bloc dans votre modèle. Vous pouvez utiliser les commandes Échelle, Copier, Rotation, Matrice et les autres commandes de transformation sur les occurrences de bloc. Si vous changez la définition d'un bloc, toutes les occurrences du bloc sont modifiées avec cette nouvelle définition. Les blocs peuvent permettre de simplifier la modélisation, de réduire la taille du modèle et de faciliter la standardisation de pièces et de détails.

Vous pouvez placer, mettre à l'échelle et faire tourner des occurrences de bloc dans un modèle avec la commande **Insérer**. Les définitions de bloc sont créées avec la commande **Bloc** ou **Insérer**. Les matériaux et les autres propriétés des occurrences d'un bloc sont déterminées par les objets composant le bloc.

Si vous décomposez une occurrence de bloc, la géométrie est placée en utilisant la position, l'échelle et la rotation de l'occurrence.

Pour redéfinir un bloc, **décomposez** le bloc, modifiez la géométrie puis recréez le bloc avec le même point d'insertion et le même nom.

La commande **GestionnaireBlocs** affiche une boîte de dialogue indiquant toutes les définitions de bloc du modèle. Utilisez la boîte de dialogue **Gestionnaire de blocs** pour voir les propriétés d'un bloc, exporter une définition de bloc dans un fichier, supprimer une définition de bloc et toutes ses occurrences, actualiser une définition de bloc à partir d'un fichier, trouver les blocs emboîtés dans d'autres blocs et compter le nombre d'occurrences d'un bloc dans le modèle.



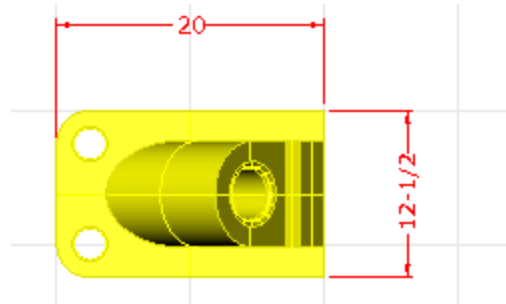
Cotes

Vous pouvez coter les objets de votre modèle et choisir la police, les unités, la précision décimale, la taille du texte et des flèches et l'alignement du texte. Après avoir placé les cotes, vous pouvez toutes les sélectionner, modifier le texte, activer les points de contrôle pour déplacer les différents éléments et les supprimer. Vous pouvez placer des cotes horizontales, verticales, alignées, inclinées, des cotes de rayon, de diamètre et d'angle, des blocs de texte, des lignes de repère et créer un dessin 2D avec suppression des lignes cachées.

Les cotes ne sont pas associatives. La modification de la géométrie de l'objet coté ne changera pas les cotes qui s'y rapportent sauf si l'historique était activé lorsque la cote a été dessinée. La modification des cotes ne changera pas la géométrie de l'objet.

La commande **Cote** place des cotes horizontales et verticales en fonction de la direction dans laquelle vous choisissez les points.

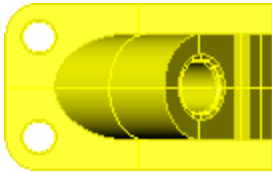
Les cotes sont créées en utilisant le style de cote actuel. Créez de nouveaux styles de cote pour contrôler la taille et la police du texte et les autres propriétés des cotes. Utilisez les paramètres de la fenêtre **Propriétés du document**, pour créer de nouveaux styles et définir les propriétés des styles existants.



TEXT

Texte

La commande **Texte** place un texte d'annotation dans le modèle.

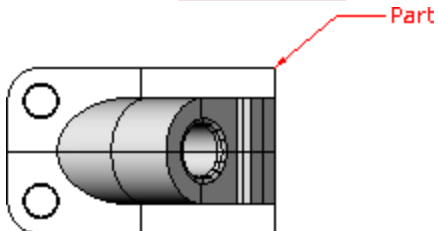


Part 10075
Catalog 3-968B



Lignes de repère

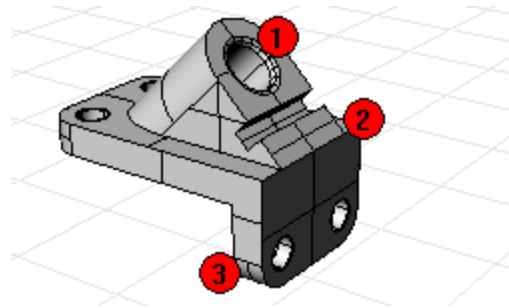
La commande **LigneRepère** dessine une ligne de repère avec une flèche.



0 Points d'annotation

La commande **PointAnnotation** place un point d'annotation contenant un texte.

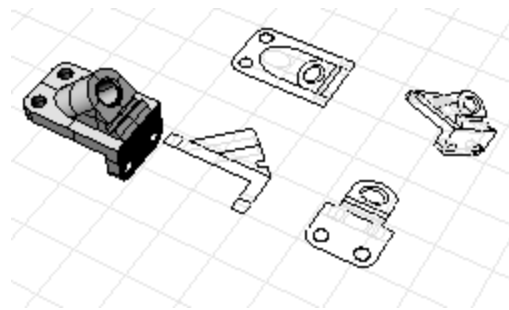
Les points d'annotation sont toujours parallèles à la vue. La couleur de ces points est celle du calque où ils se trouvent. La taille des points est constante. La taille du texte reste la même quand vous zoomez dans la vue.



Enlever les lignes cachées

La commande **Dessin2D** crée des courbes à partir des objets sélectionnés formant des silhouettes par rapport à la vue active. Les courbes de silhouette sont projetées à plat et sont ensuite placées dans le plan x,y du repère général.

Les options vous permettent de créer le dessin 2D à partir de la vue actuelle ou à partir du plan de construction actuel, de créer un plan technique à 4 vues en utilisant la projection d'angles américaine ou européenne, de choisir les calques sur lesquels seront placées les lignes cachées et d'afficher ou non les bords tangents.



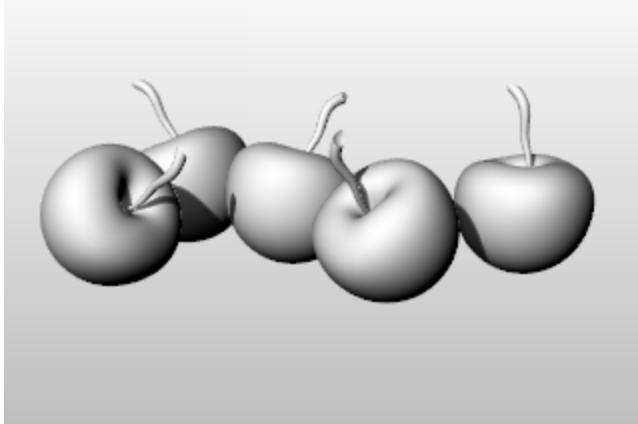
Notes

La commande **Notes** permet d'enregistrer des informations textuelles dans votre fichier modèle. Vous pouvez taper les informations directement dans la case **Notes**. Si vous laissez la fenêtre **Notes** ouverte quand vous fermez le fichier, elle s'affichera la prochaine fois que le fichier sera ouvert.

Rendu

En plus de l'aperçu de rendu, Rhino permet de créer des rendus en couleur avec des lumières, une transparence, des textures et des placages de relief.

Les objets seront rendus en blanc si vous ne définissez pas une couleur de rendu, un reflet, une texture, une transparence ou des reliefs. Les attributs sont assignés dans le panneau **Propriétés**, section **Matériau**.



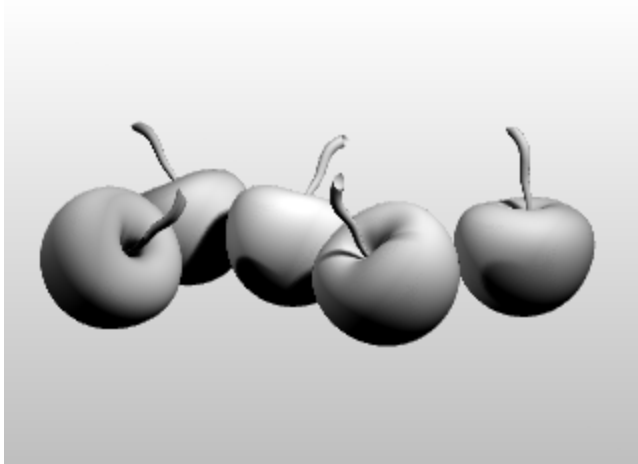
Le procédé permettant de rendre des scènes se compose de quatre étapes de base :

- Ajouter des lumières
- Assigner des matériaux
- Rendu

Même s'il n'est pas obligatoire de suivre cet ordre, il semblerait que ce soit l'ordre le plus efficace pour le paramétrage d'une scène. Pour améliorer la qualité, répétez ces opérations jusqu'à ce que l'image vous semble correcte.

Lumières

Rhino utilise des sources de lumière pour calculer l'éclairage des objets lors du rendu. Si vous n'ajoutez pas de sources de lumière dans votre scène, la lumière par défaut est utilisée. La lumière par défaut est une lumière directionnelle avec des rayons parallèles qui agit comme une lampe placée derrière vous, au-dessus de votre épaule gauche.



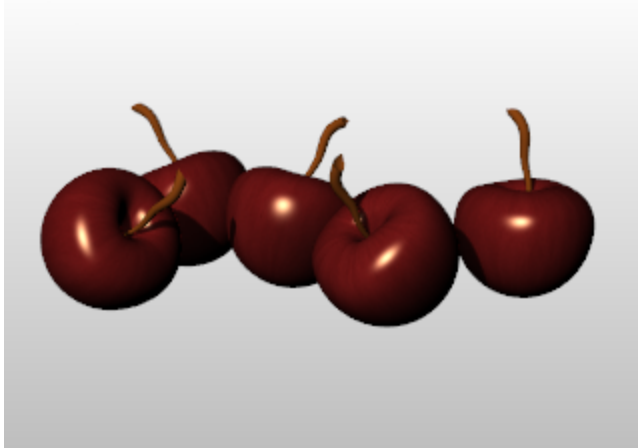


Ajouter des lumières

- ▶ Insérez des **Projecteurs**, des **Lumières directionnelles**, des **Lumières linéaires**, des **Lumières ponctuelles** ou des **Lumières rectangulaires**.

Matériaux

Les matériaux définissent la couleur, la finition, la transparence, la texture et le relief à utiliser par le moteur de rendu.



Assigner des matériaux aux calques

1. Dans la panneau **Calques**, sélectionnez un ou plusieurs calques et cliquez dans la colonne **Matériau**.
2. Dans la boîte de dialogue **Matériau du calque**, définissez les propriétés du matériau.



Assigner des matériaux aux objets

1. Sélectionnez un objet.
2. Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Propriétés de l'objet**.
3. Dans le panneau **Propriétés**, section **Matériau**, définissez les propriétés du matériau.

Rendu

Calculer le rendu et enregistrer une image.



Calculer le rendu et enregistrer l'image

1. Dans le menu **Rendu**, cliquez sur **Rendu**.
2. Dans la **fenêtre de rendu**, dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Enregistrer sous**.

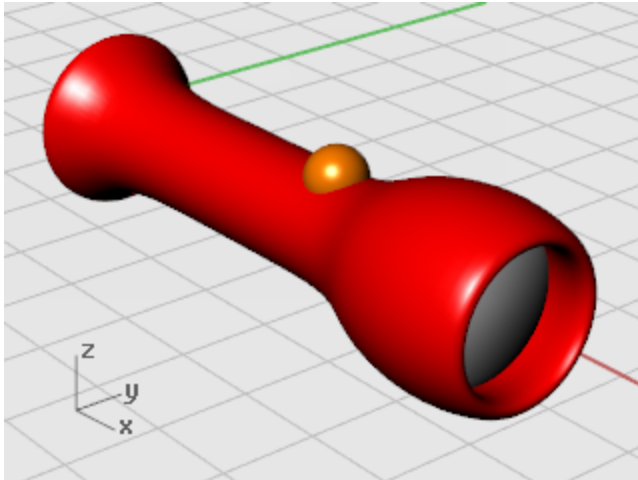
Manuel de l'utilisateur de Rhinoceros
Section II : Tutoriels



Lampe torche - Révolution de courbes

La possibilité de créer des surfaces à partir de courbes et de joindre ces surfaces vous donne beaucoup plus de liberté.

Cet exercice explique comment dessiner des courbes et montre une méthode pour créer des surfaces à partir de ces courbes.



Vous apprendrez à :

- Dessiner des courbes de forme à partir d'un objet.
- Modifier les points de contrôle.
- Créer des surfaces de révolution autour d'un axe.

Les surfaces de révolution sont idéales pour créer des formes tubulaires comme des vases, des verres à vin et des pieds de chaise.

Vous utiliserez une lampe de base comme guide pour dessiner les courbes dont vous aurez besoin pour le nouveau modèle. La lampe de base vous fournira une référence pour la taille et la forme de l'objet.



Pour commencer

- ▶ Ouvrez le modèle du tutoriel **Lampe torche.3dm**.

 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)

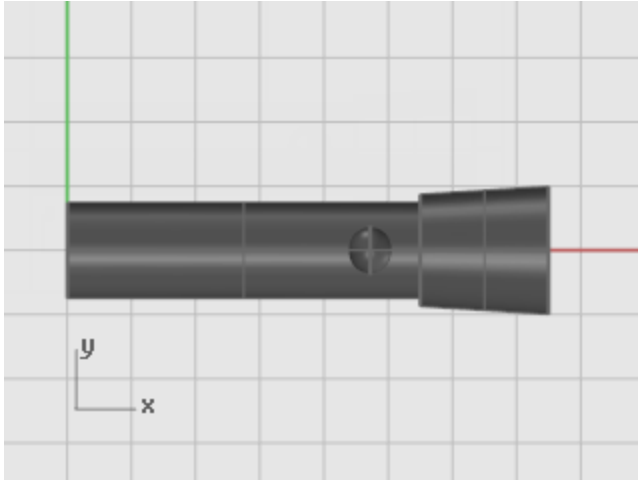
Configuration du modèle

Vous allez utiliser l'ancienne lampe comme référence. Pour vous faciliter la tâche, vous allez verrouiller les objets. Quand les objets sont verrouillés, vous pouvez les voir et les utiliser pour les accrochages, mais vous ne pouvez pas les sélectionner. Ainsi les objets ne vous gênent pas quand vous voulez faire une sélection. Vous pouvez toujours utiliser les accrochages sur les objets verrouillés. Vous allez ensuite créer des courbes et les faire tourner pour réaliser la nouvelle lampe.



Verrouiller les objets de la lampe

1. **Sélectionnez** tous les objets.
Appuyez sur les touches **Commande** ⌘ et **A** pour sélectionner tous les objets du modèle.
2. Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Visibilité > Verrouiller**.



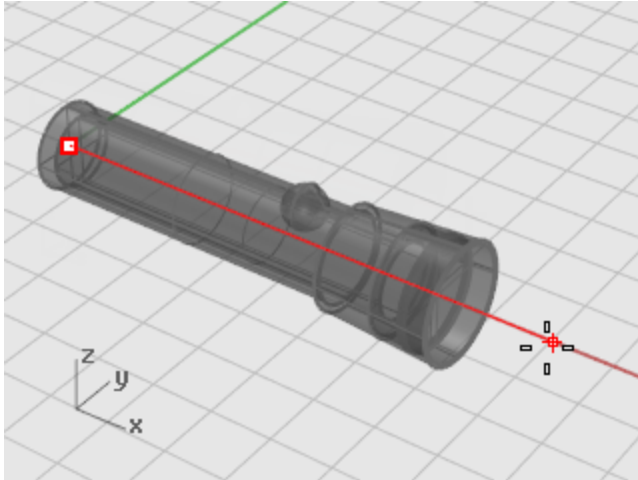
Dessiner un axe longitudinal

Dessinez un axe longitudinal au milieu de l'ancienne lampe.



Dessiner un axe longitudinal

1. Dans le menu **Courbe**, cliquez sur **Ligne > Ligne simple**.
2. À l'invite **Début de la ligne**, utilisez l'accrochage **Cen** pour placer le point de départ de la ligne au centre de la lampe.
3. À l'invite **Fin de la ligne ...**, activez **Ortho** et dessinez la ligne qui passe exactement par le centre de l'ancienne lampe.



Dessiner la courbe de profil du corps

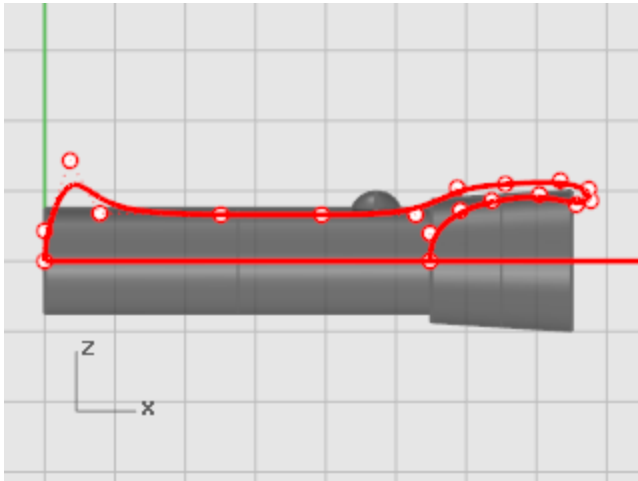
Vous allez dessiner une *courbe de profil* que vous utiliserez pour effectuer une révolution et créer le corps de la lampe. Une courbe de profil définit une courbe de section d'une moitié de la partie.



Dessiner la courbe du corps

1. Dans la barre d'état, cliquez sur **Calque** et choisissez le calque **Corps de forme libre** comme calque actuel.
2. Dans le menu **Courbe**, cliquez sur **Forme libre > Points de contrôle**.

3. À l'invite **Début de la courbe...**, dans la fenêtre **Face**, commencez par dessiner une courbe autour du corps de la lanterne comme sur le dessin.

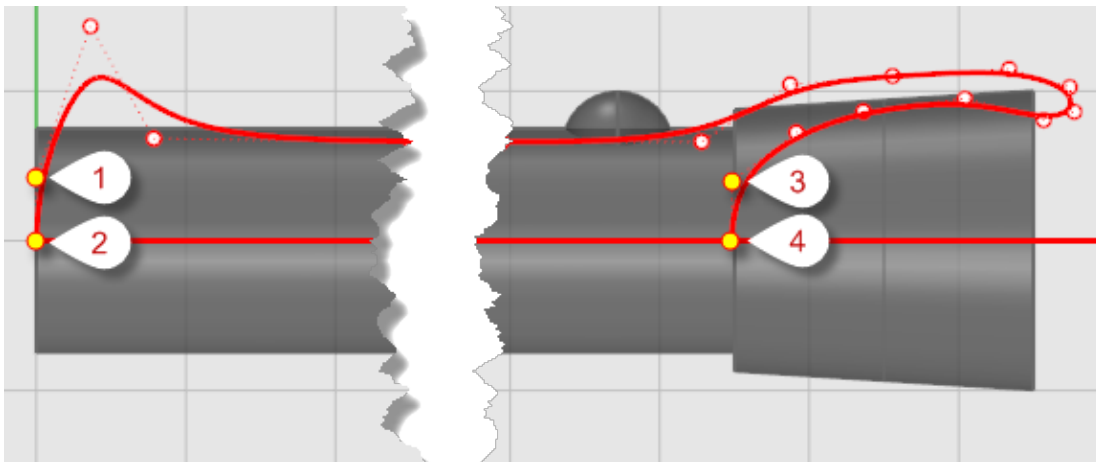


Utilisez l'accrochage **Fin** pour commencer la courbe à l'extrémité de la ligne centrale de construction.

Utilisez l'accrochage **Proche** pour finir la courbe sur la ligne centrale de construction.

Il est important de commencer et de terminer la courbe exactement sur l'axe pour que, au moment de faire la révolution pour créer un solide, il n'y ait pas d'espaces vides ou de parties superposées.

Lorsque vous dessinez la courbe, utilisez **Ortho** pour contrôler les deux premiers (1 et 2) points et les deux derniers points (3 et 4) sur la courbe. Si les deux premiers et les deux derniers points sont placés sur une ligne droite, le début et la fin de la courbe seront tangents à cette ligne.



4. Quand vous aurez placé le dernier point de contrôle, appuyez sur **Entrée** pour terminer de dessiner la courbe.

Pour placer les deux derniers points en ligne droite, utilisez l'**alignement sur la grille, Ortho** ou l'accrochage aux objets **Perpendiculaire**.

Dessiner la courbe de profil pour la lentille

Créez une autre courbe pour la lentille.

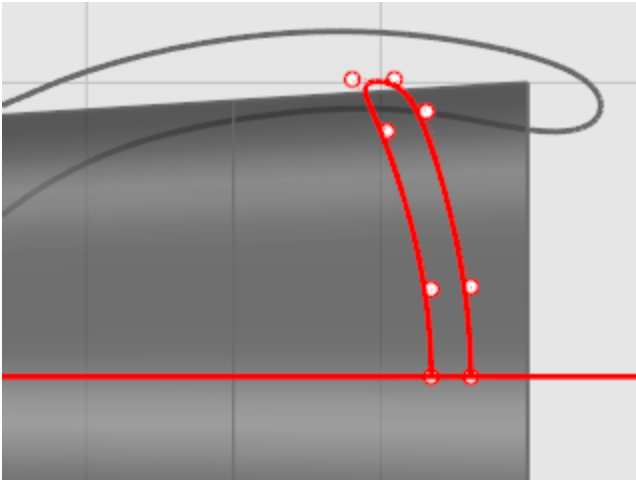


Créer la lentille

1. Dans le menu **Courbe**, cliquez sur **Forme libre > Points de contrôle**.
2. À l'invite **Début de la courbe ...**, dans la fenêtre **Face**, placez le premier point de contrôle du profil de la lentille.

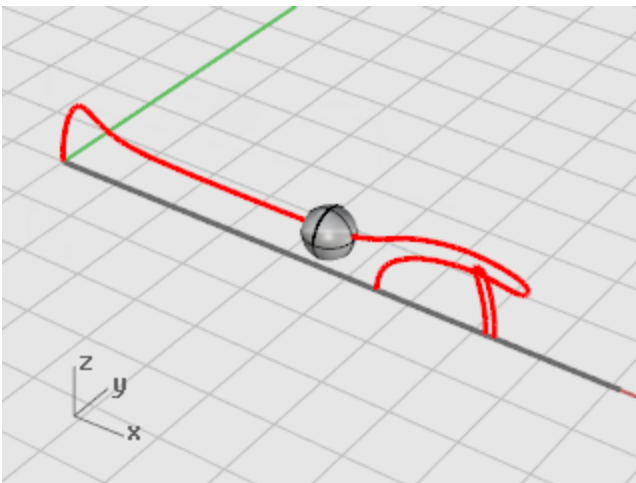
Utilisez l'accrochage **Proche** pour commencer et terminer la courbe sur la ligne centrale de construction.

Placez des points de contrôle sur la partie supérieure de la courbe de la lentille de façon à ce qu'elle croise la courbe de profil du corps.



Pour que l'ancienne lampe ne vous gêne pas

1. Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Visibilité > Déverrouiller**.
2. Sélectionnez tous les objets à l'exception des deux courbes de profil que vous avez dessinées et de la sphère de l'interrupteur.
3. Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Visibilité > Cacher**.



Construire le corps de la lampe

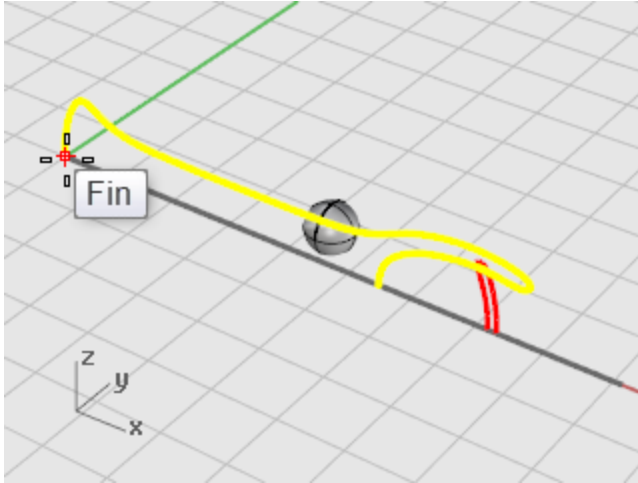
Pour créer le corps, vous ferez tourner la courbe de profil sur 360 degrés. Vous utiliserez les extrémités de la courbe et le mode Ortho pour définir l'axe de rotation.



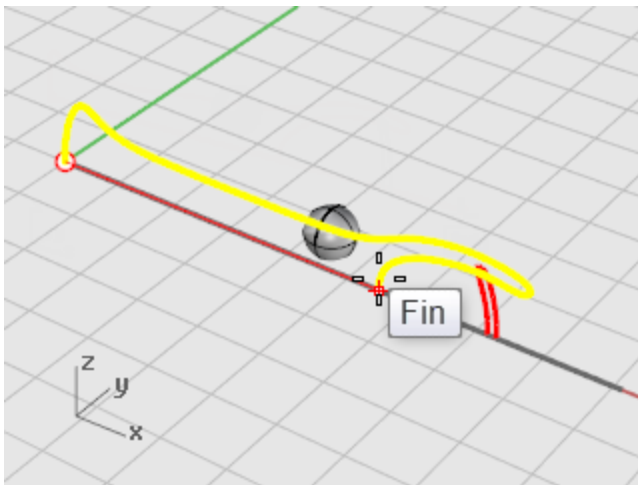
Créer le corps de la lampe

1. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Révolution**.

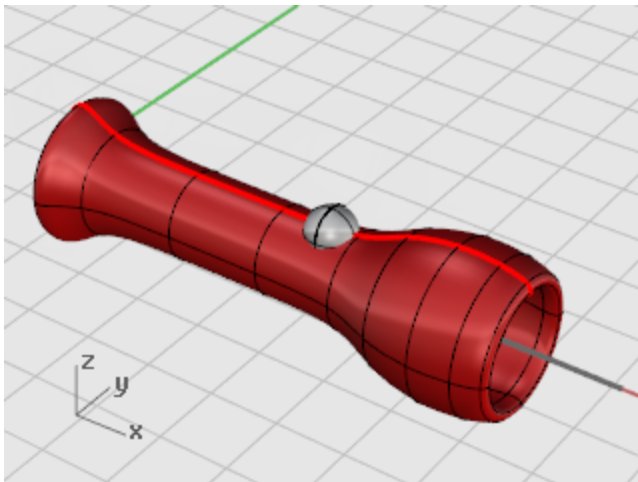
2. À l'invite **Sélectionner la courbe de révolution**, sélectionnez la courbe de profil du corps.
3. À l'invite **Point de départ de l'axe de révolution**, utilisez l'accrochage **Fin** pour cliquer sur une extrémité de la courbe de profil.



4. À l'invite **Fin de l'axe de révolution**, activez **Ortho** et dessinez l'axe de révolution comme le montre l'image suivante.



5. À l'invite **Angle de départ**, sélectionnez l'option **CercleEntier**.



Créer la lentille

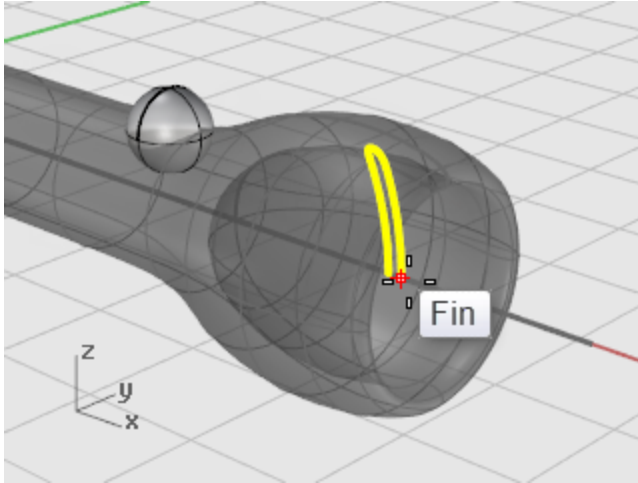
Vous allez maintenant faire tourner la courbe de profil de la lentille.



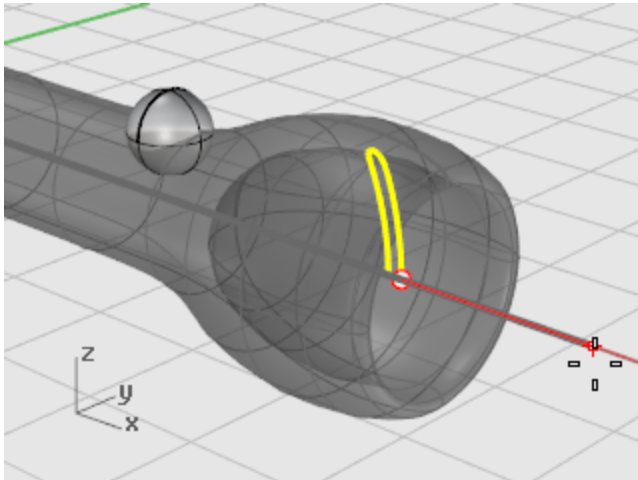
Faire tourner la courbe de profil de la lentille

1. Dans le menu **Surface**, cliquez sur **Révolution**.
2. À l'invite **Sélectionner la courbe de révolution**, sélectionnez la courbe de profil de la lentille.

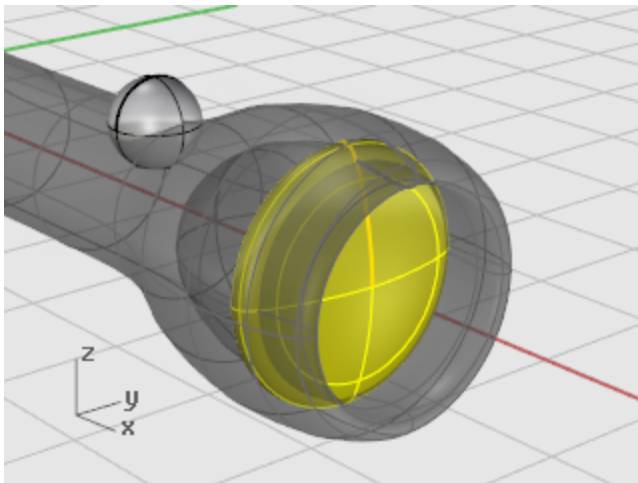
3. À l'invite **Début de l'axe de révolution**, utilisez l'accrochage **Fin** pour localiser l'extrémité de l'un des profils de la courbe.



4. À l'invite **Fin de l'axe de révolution**, activez **Ortho** et dessinez l'axe de révolution comme le montre l'image suivante.



5. À l'invite **Angle de départ**, sélectionnez l'option **CercleEntier**.



Pingouin - Édition de points et raccordement

Ce didacticiel montre les techniques de modification de points telles que le déplacement et la mise à l'échelle des points de contrôle et l'ajout de nœuds à des surfaces pour mieux les contrôler. De plus, vous utiliserez les raccords pour créer des transitions lisses entre les surfaces.

Vous apprendrez à :

- Reconstruire des surfaces pour ajouter des points de contrôle.
- Insérer des nœuds dans une surface pour ajouter des points de contrôle à un certain endroit.
- Modifier les points de contrôle d'une surface pour en définir la forme.
- Changer l'échelle des points de contrôle pour modifier la forme de l'objet.
- Utiliser les accrochages projetés sur le plan de construction.
- Orienter un objet sur une surface.
- Créer des raccords lisses entre des surfaces.



Rendu avec le moteur de rendu [Penguin](#) par Jari Saarinen.

Le corps

Si vous voulez, vous pouvez ouvrir le modèle d'exemple, **Pingouin.3dm** et essayer de faire correspondre les formes au fur et à mesure de la construction du modèle. Essayez aussi avec vos propres formes.

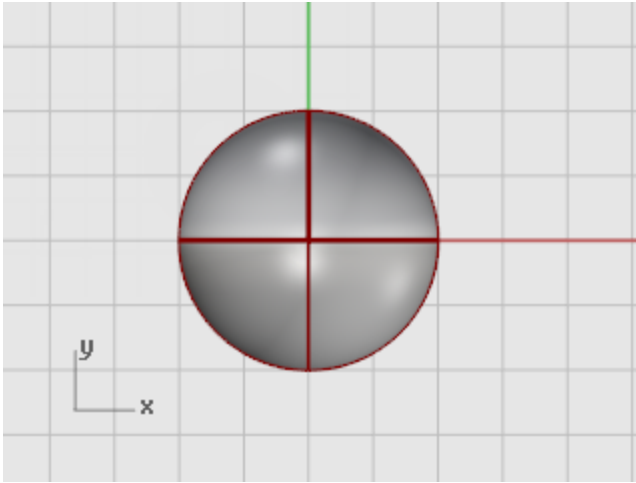
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)

Le corps et la tête sont créés à partir d'une sphère. La forme est obtenue en déplaçant les points de contrôle de la sphère pour créer la tête.



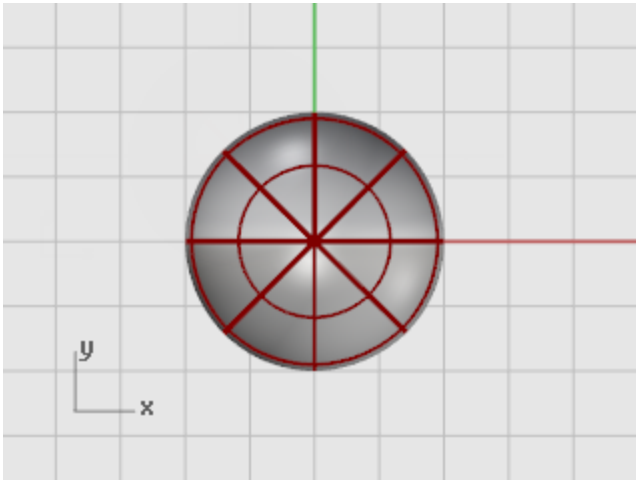
Dessiner une sphère

- ▶ Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Sphère** pour dessiner une sphère avec un rayon de **10** unités.



Reconstruire la sphère

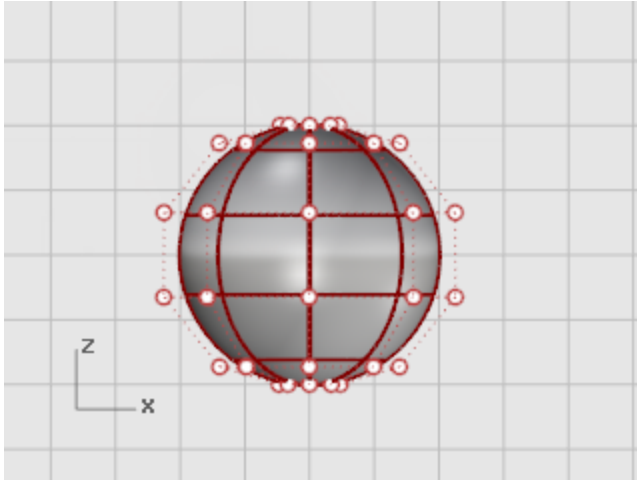
- ▶ Utilisez la commande **Reconstruire** pour ajouter des points de contrôle à la sphère. Dans la boîte de dialogue **Reconstruire une surface**, tapez **8** dans les cases **U** et **V** du **Nombre de points** et **3** dans les cases **U** et **V** du **Degré**. Cochez la case **Effacer original**. Cliquez sur **Accepter**.





Activer les points de contrôle

- ▶ Utilisez la commande **ActiverPoints (F10)** pour activer les points de contrôle de la sphère. Regardez dans toutes les fenêtres la structure des points de contrôle. Au cours de l'étape suivante cette structure sera changée de telle sorte que le déplacement des points de contrôle n'influe pas sur toute la sphère.

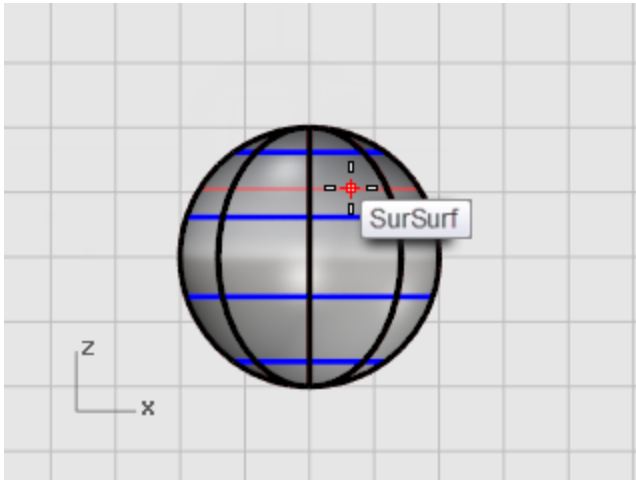




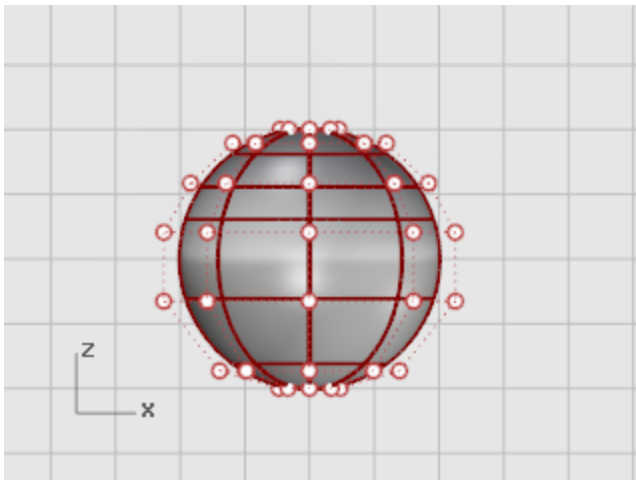
Insérer des nœuds

- Utilisez la commande **InsérerNœud** pour insérer deux nœuds dans la sphère dans la zone où vous voulez créer le cou.

Insérez les nœuds dans la direction u uniquement, comme indiqué dans l'image.



Examinez la structure de points de contrôle après avoir inséré le nœud.

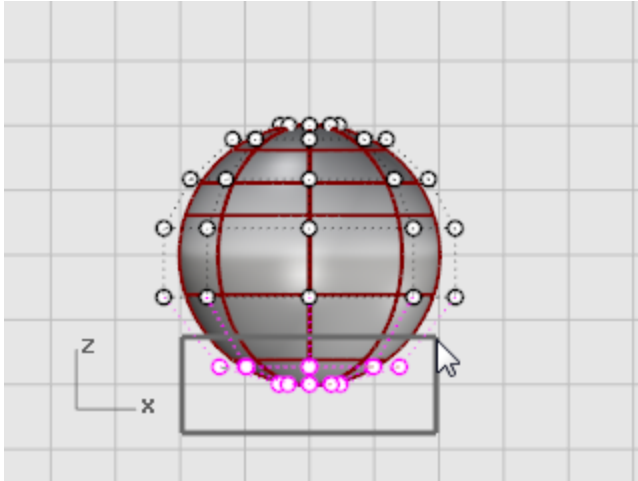


Repositionnez les points de contrôle pour créer la rainure du cou et pour corriger la forme du corps.



Aplatir le bas

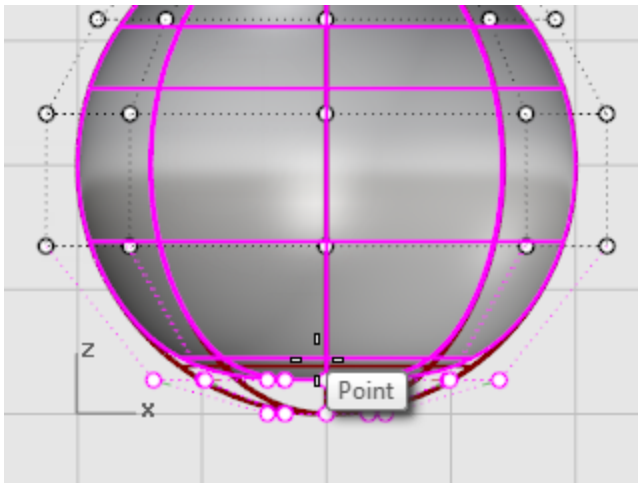
1. Dans la fenêtre **Face**, sélectionnez tous les points de contrôle des lignes inférieures de la sphère.



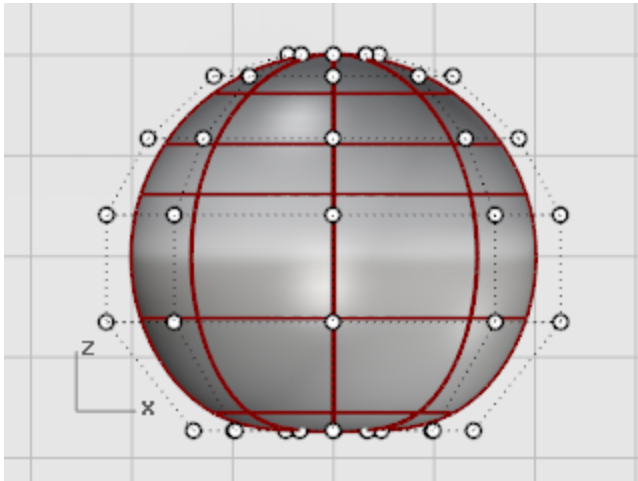
Utilisez la commande **DéfinirPt** pour les aligner avec le pôle inférieur dans la direction z du repère général uniquement.

2. Dans la boîte de dialogue **Définir des points**, cochez la case **Définir Z**, désactivez les cases **Définir X** et **Définir Y** et cliquez sur **Aligner dans le repère général**.

3. Faites glisser les points de contrôle sélectionnés vers le haut.



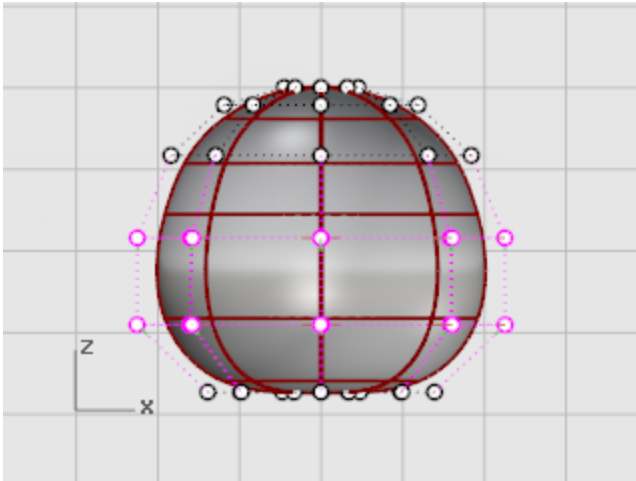
Ceci vous permettra d'aligner tous les points de contrôle sélectionnés à la même valeur z (en haut dans la fenêtre **Face**) et d'aplatir la surface.



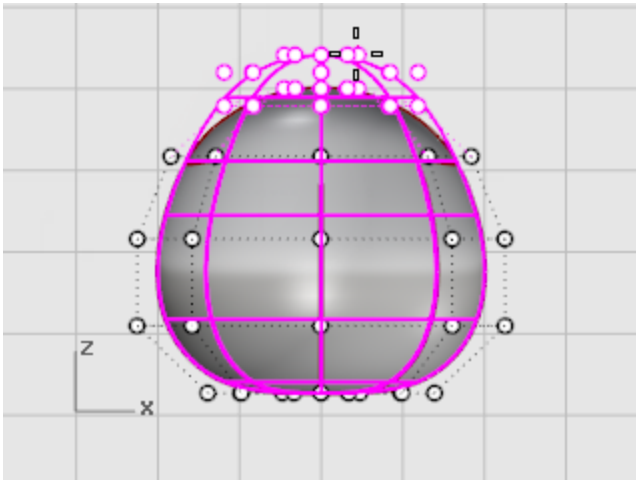


Faire glisser des points

- **Sélectionnez** des lignes de points de contrôle avec une fenêtre et déplacez-les vers le haut ou vers le bas dans la fenêtre **Face** pour définir la forme du corps.



Utilisez le mode d'affichage **Filaire** si vous trouvez plus facile de sélectionner les points de contrôle dans une vue filaire.

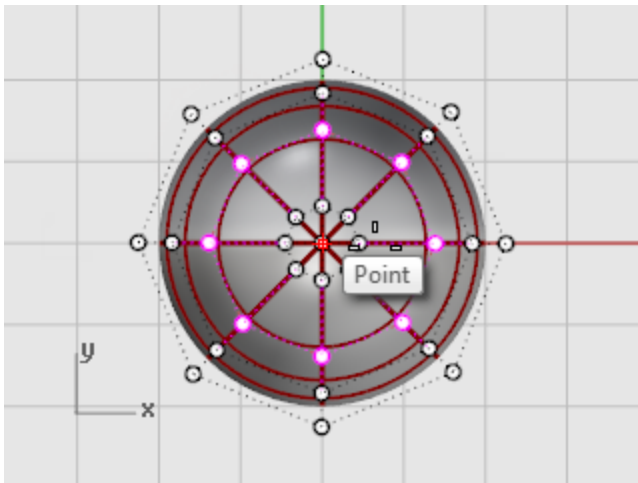




Changer l'échelle des points

1. **Sélectionnez** des lignes de points de contrôle avec une fenêtre dans la vue de **Face**.
2. Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Échelle2D** pour les déplacer par rapport au centre de la sphère.

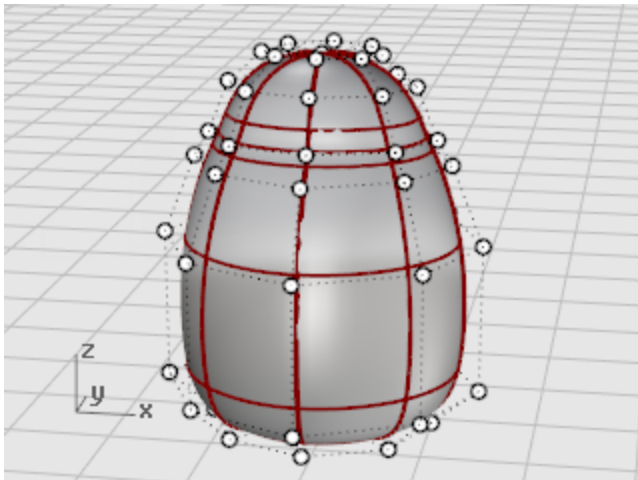
Pour choisir le point de référence pour la commande **Échelle2D** utilisez l'accrochage **Point** et activez la **Projection**. Les points seront alors mis à l'échelle parallèlement au plan de construction. Regardez dans la fenêtre **Face** pour voir les changements sur la forme du corps lorsque vous déplacez les points de contrôle.



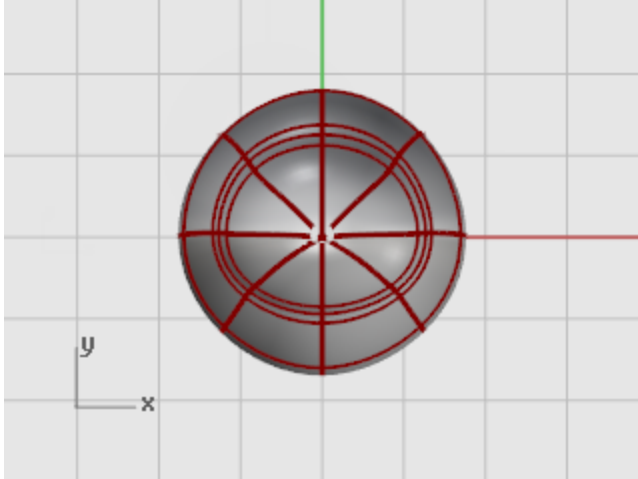
Faites des essais avec l'option **Projeter** dans la barre d'outils **Accrochages** pour voir comment elle fonctionne.

Vous verrez la ligne de repérage projetée sur le plan de construction dans les différentes fenêtres.

Utilisez le modèle d'exemple comme référence ou créez votre propre forme.



3. Déplacez des groupes de points de contrôle avec la souris pour aplatir un peu le corps sur le devant près du cou comme le montre l'image.



Les yeux

L'œil est un ellipsoïde orienté sur la surface.

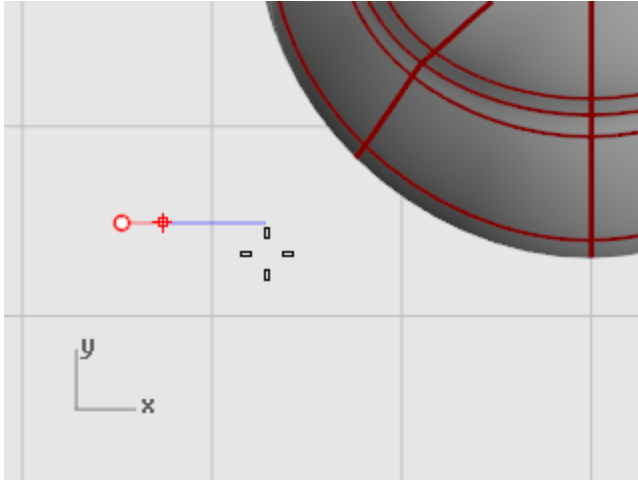


Créer l'œil

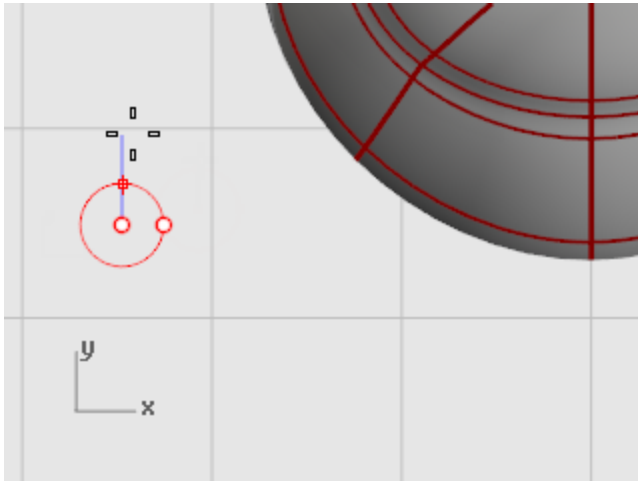
1. Dans la fenêtre **Dessus**, lancez la commande **Ellipsoïde**.
Placez le centre où vous voulez sur l'écran, l'ellipsoïde sera orienté par la suite.

2. À l'invite **Fin du premier axe**, tapez **1.1** pour contraindre la distance entre le centre et la fin de l'axe à 1.1 unités.

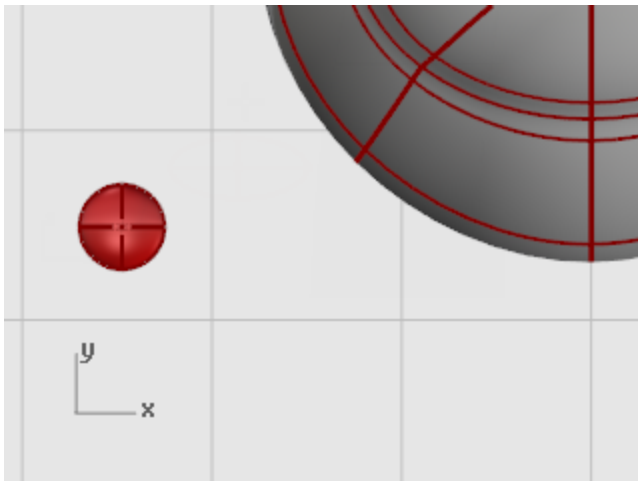
Faites glisser le curseur vers le haut et cliquez.



- À l'invite **Fin du deuxième axe**, tapez **1.1** pour contraindre la distance.
Grâce à ces contraintes, nous avons créé un ellipsoïde ovale dans la vue de droite.
Faites glisser le curseur vers la droite ou vers la gauche dans la fenêtre **Dessus** et cliquez.



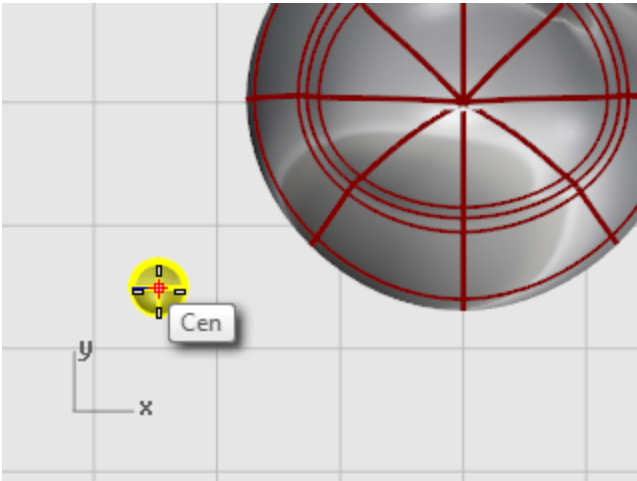
- À l'invite **Fin du troisième axe**, tapez **0.5** et appuyez sur **Entrée**.



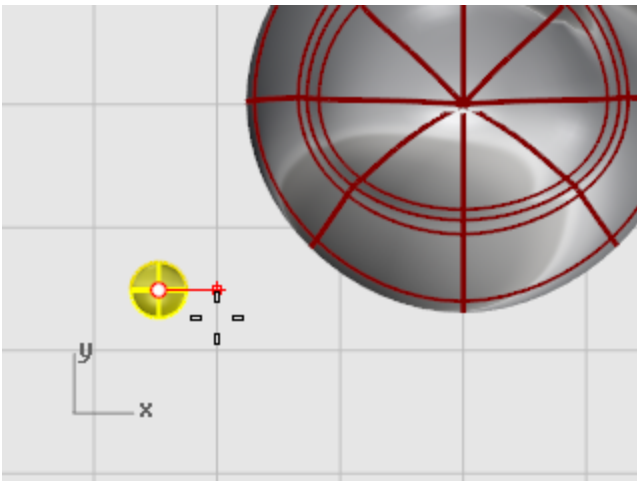
Orienter l'œil sur la surface

- Sélectionnez** l'ellipsoïde de l'œil dans la fenêtre **Dessus** ou **Perspective**.
- Lancez la commande **OrienterSurSurf**.

3. À l'invite **Point de référence**, dans la fenêtre **Dessus**, cliquez sur le centre de l'ellipsoïde.

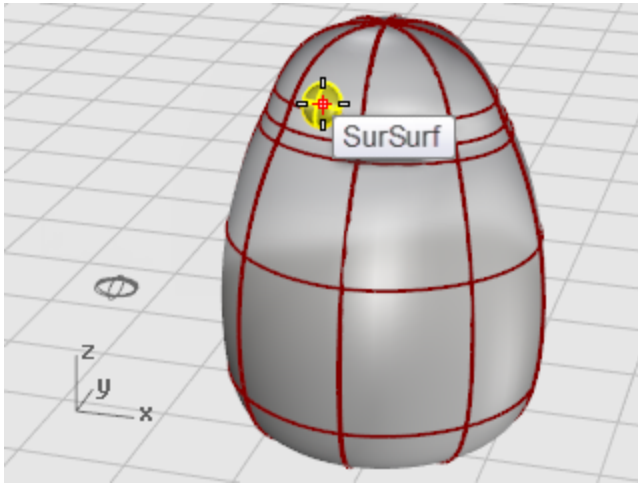


4. À l'invite **Point de référence pour l'échelle et la rotation**, cliquez à droite ou à gauche de l'œil. La position exacte n'est pas importante.



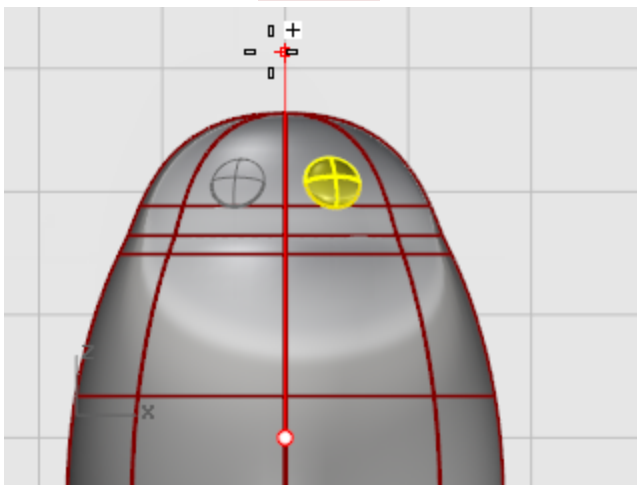
5. À l'invite **Surface cible de l'orientation**, sélectionnez la tête du pingouin.
6. Dans la boîte de dialogue **Orienter sur surface**, cliquez sur **Accepter**.

7. À l'invite **Point sur la surface où réaliser l'orientation...**, déplacez le curseur sur la tête là où vous voulez placer l'œil et cliquez.



Symétrie de l'œil

- Utilisez la commande **Symétrie** dans la fenêtre **Face** pour créer le deuxième œil.



Le bec

Le bec est un autre ellipsoïde dont vous pouvez modifier la forme.

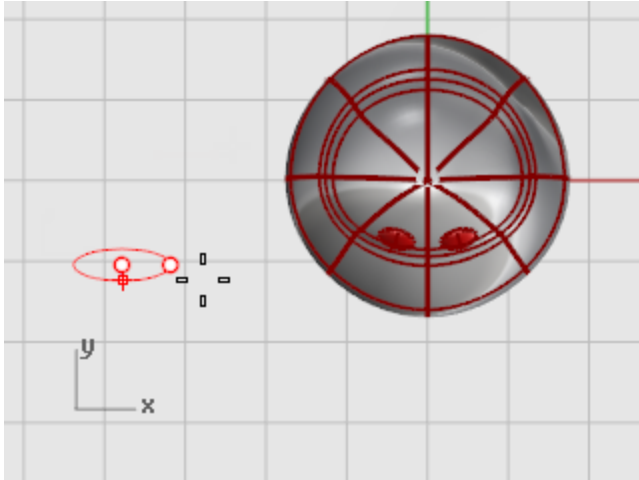


Créer la forme de base du bec

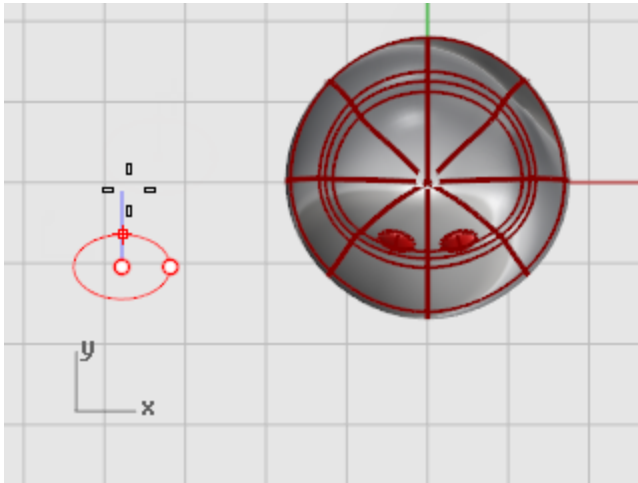
1. Dans la fenêtre **Dessus**, lancez la commande **Ellipsoïde**.
Placez le centre où vous voulez sur l'écran, l'ellipsoïde sera orienté par la suite.

2. À l'invite **Fin du premier axe**, tapez **3** pour contraindre la distance entre le centre et la fin de l'axe à trois unités.

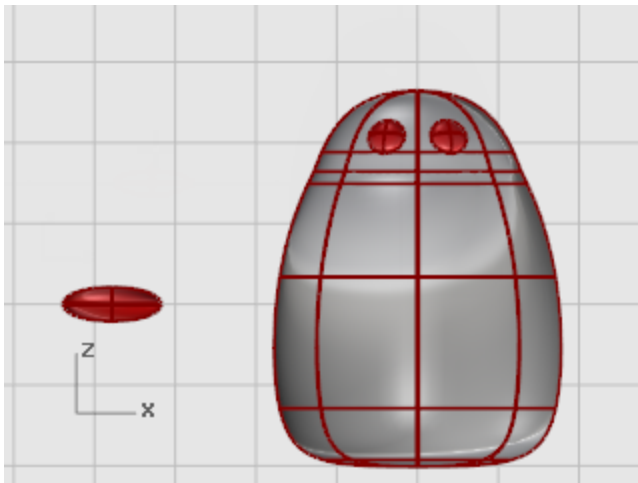
Faites glisser le curseur vers le haut et cliquez.



3. À l'invite **Fin du deuxième axe**, tapez **2** pour contraindre la distance.
Grâce à ces contraintes, vous avez créé un ellipsoïde ovale dans la vue de dessus.
Faites glisser le curseur vers la droite ou vers la gauche dans la fenêtre **Dessus** et cliquez.



4. À l'invite **Fin du troisième axe**, tapez **1** et appuyez sur **Entrée**.

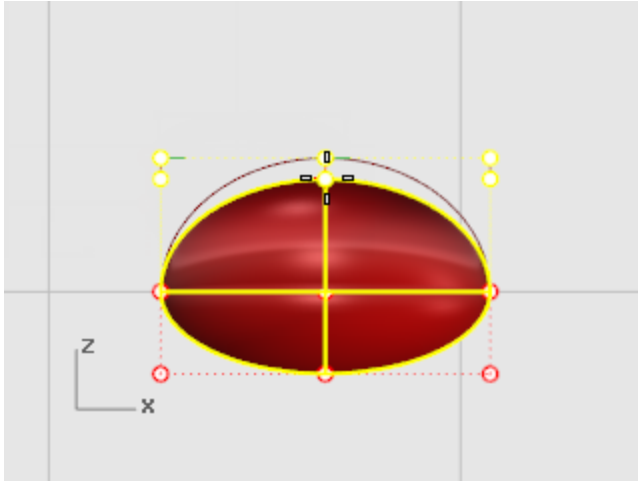




Donner la forme finale au bec

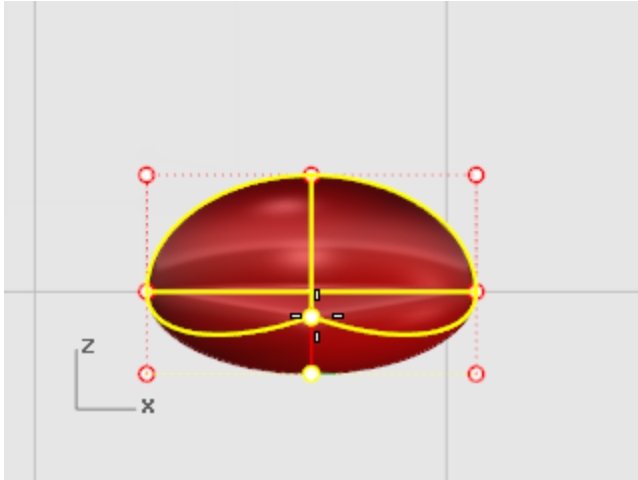
1. Activez les points de contrôle (F10) du bec.

Dans la fenêtre **Face**, sélectionnez la rangée inférieure de points et déplacez-la vers le haut.



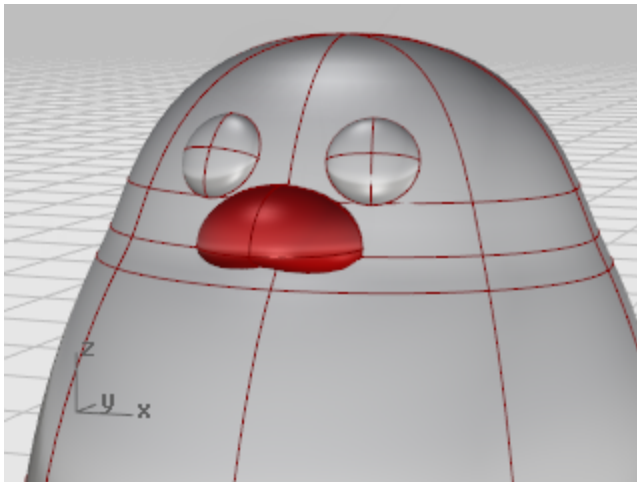
2. **Sélectionnez** la ligne de points au centre en haut et déplacez-la vers le bas pour former le bec.

Essayez d'utiliser les touches de **déplacement par intervalles** (**Alt + flèches**) pour déplacer avec précision les points sélectionnés.



Déplacer le bec

- ▶ **Déplacez** le bec dans sa position.



Les pieds

Les pieds sont créés en utilisant un autre ellipsoïde. Des nœuds sont ajoutés pour aider à réaliser les palmes.

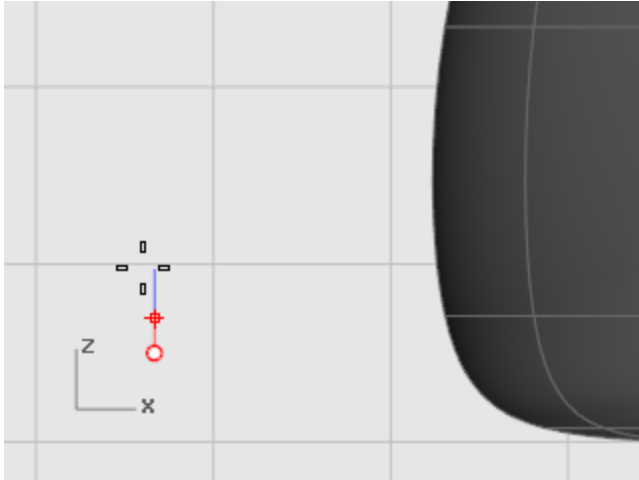


Dessiner l'ellipsoïde de départ

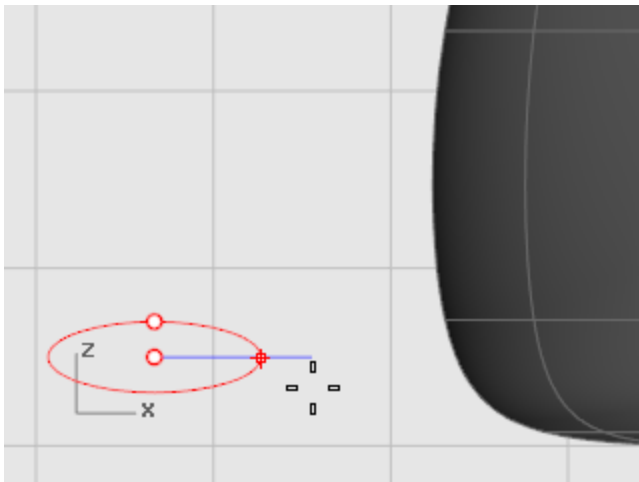
1. Dans la fenêtre **Face**, lancez la commande **Ellipsoïde**.
Placez le centre où vous voulez sur l'écran, l'ellipsoïde sera orienté par la suite.

2. À l'invite **Fin du premier axe**, tapez **1** pour contraindre la distance entre le centre et la fin de l'axe à 1 unité.

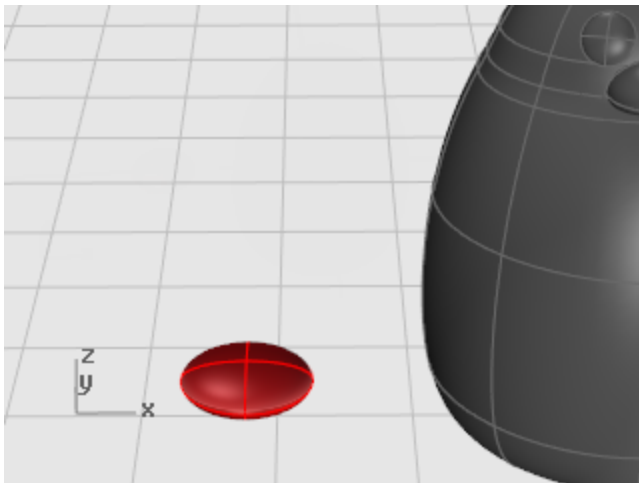
Faites glisser le curseur vers le haut et cliquez.



3. À l'invite **Fin du deuxième axe**, tapez **3** pour contraindre la distance. Dans la fenêtre **Dessus**, faites glisser le curseur vers le haut et cliquez.



4. À l'invite **Fin du troisième axe**, tapez **3** et appuyez sur **Entrée**.





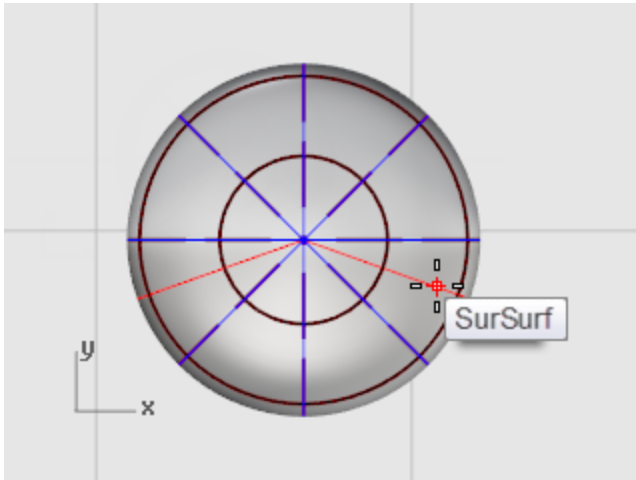
Reconstruire l'ellipsoïde

- ▶ Utilisez la commande **Reconstruire** pour ajouter des points de contrôle à l'ellipsoïde.
Dans la boîte de dialogue **Reconstruire une surface**, tapez **8** dans les cases **U** et **V** du **Nombre de points** et **3** dans les cases **U** et **V** du **Degré**.
Cochez la case **Effacer original**.



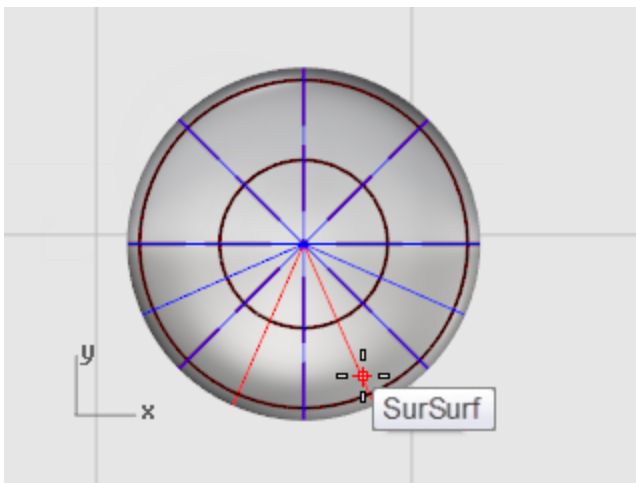
Insérer des nœuds pour créer les pieds palmés

- ▶ Utilisez la commande **InsérerNœud** pour insérer quatre nœuds sur l'ellipsoïde comme indiqué sur l'image.



Choisissez **Symétrique=Oui**.

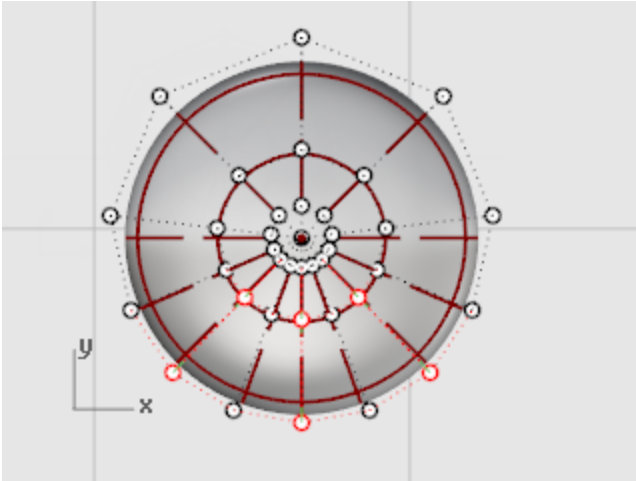
Insérez les nœuds dans la **direction V**.



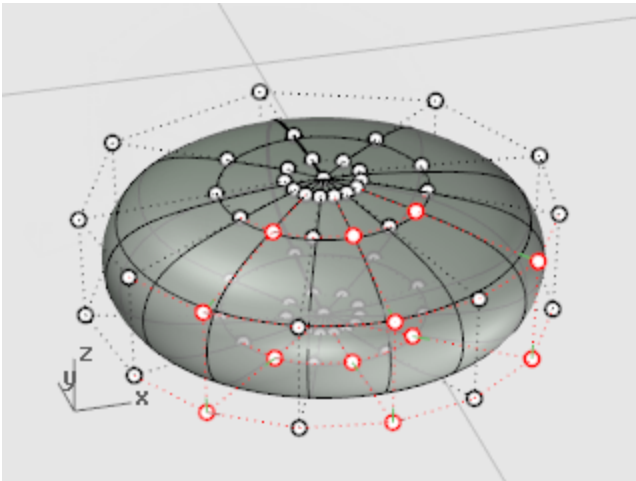


Changer l'échelle des points de contrôle à partir du centre

1. **Sélectionnez** des points de contrôle comme indiqué.



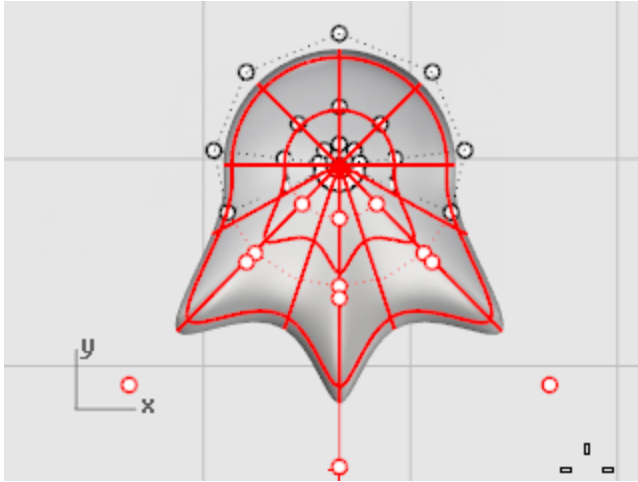
Utilisez des sélections par fenêtre et par recouvrement pour sélectionner les points de contrôle sur la partie inférieure et supérieure de l'ellipsoïde.



2. Utilisez la commande **Échelle2D** pour changer l'échelle des points de contrôle et éloigner les points du centre du pied.

Utilisez l'accrochage **Point** pour définir le point de référence de l'échelle sur le centre de l'ellipsoïde.

Faites glisser les points pour que le pied soit deux fois plus grand que l'ellipsoïde de départ.



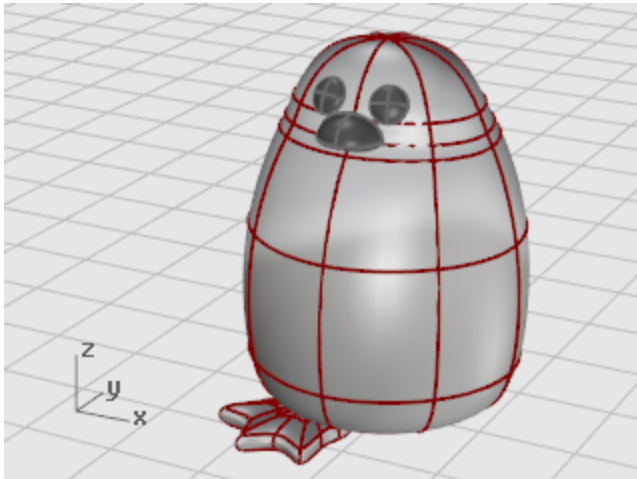
Déplacez le pied dans sa position

- ▶ Utilisez la commande **Déplacer** pour déplacer le pied sous le corps du pingouin.



Rotation du pied vers l'extérieur

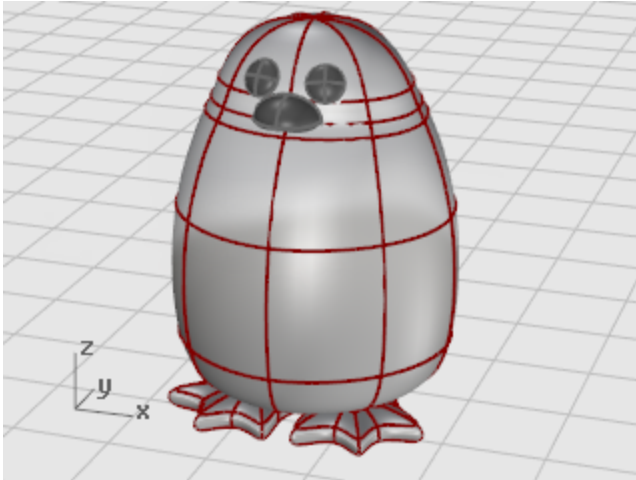
- ▶ Utilisez la commande **Rotation** pour faire pivoter un peu le pied sur le côté.





Symétrie du pied

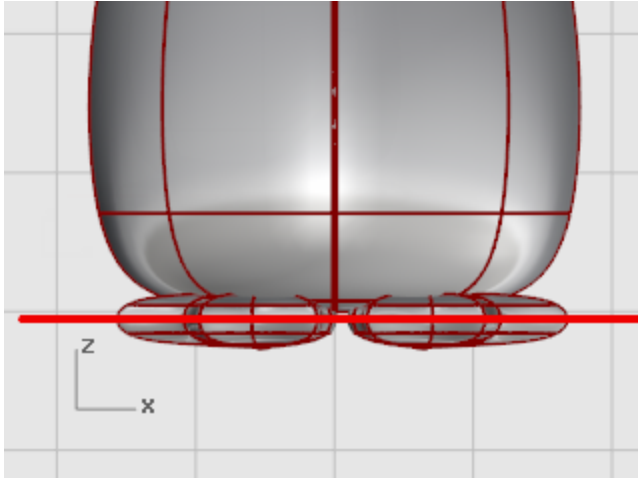
- ▶ Utilisez la commande **Symétrie** pour créer le deuxième pied.



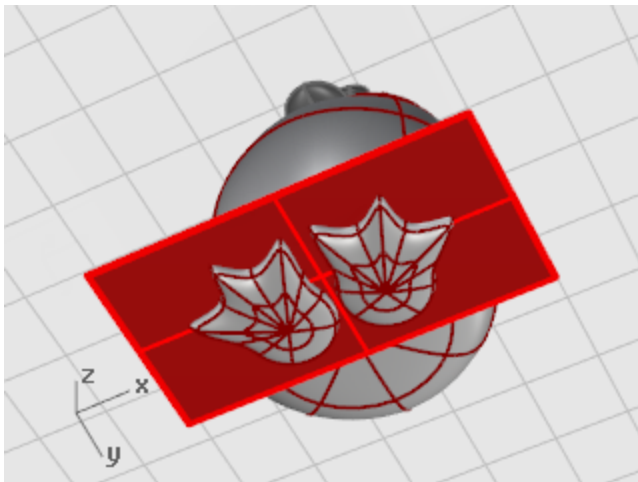


Créer un plan de coupe

1. **Sélectionnez** les pieds.
2. Dans la fenêtre **Face**, utilisez la commande **PlanCoupe** pour créer une surface plane qui passe par les pieds comme le montre l'image.



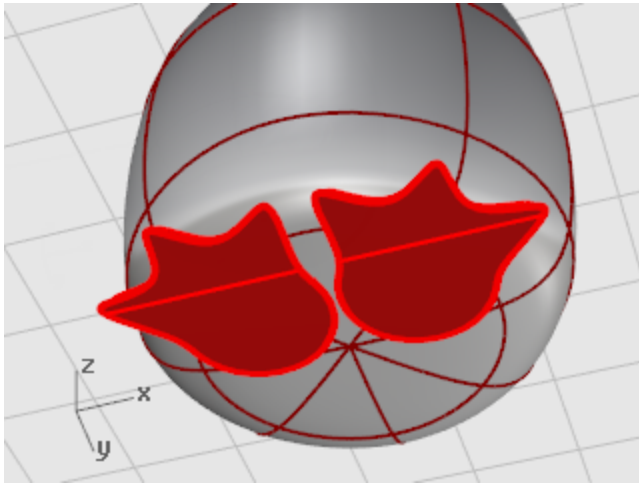
La commande **PlanCoupe** crée un plan qui passe au travers des surfaces sélectionnées le long de la ligne que vous dessinez.



Limiter et Joindre les pieds et le plan

1. **Limitez** le dessous des pieds en utilisant le plan comme objet coupant.
2. Limitez le plan dépassant des pieds.

3. Joignez les parties du plan et les pieds.



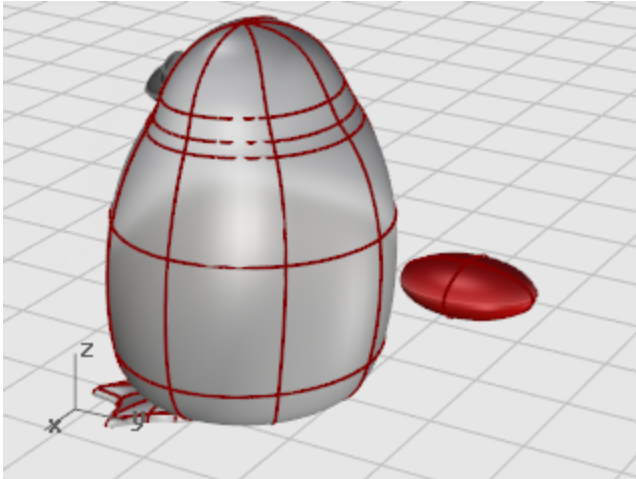
La queue

La queue est un autre ellipsoïde. Elle est jointe au corps avec une surface de raccordement lisse.



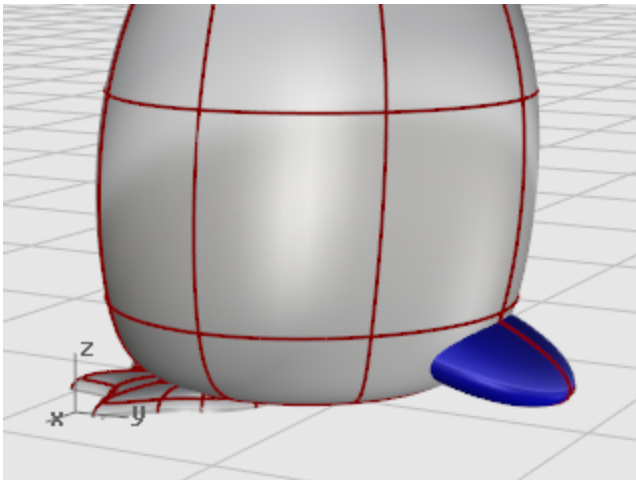
Créer la forme de la queue

- ▶ Dessinez un **Ellipsoïde** de **4** unités de long, **3** unités de large (fenêtre **Dessus**) et de **1.5** unités de haut (fenêtre **Face**).



Positionner la queue

- ▶ **Déplacez** et réalisez une **rotation** de la queue pour la mettre dans sa position.



Union entre la queue et le corps

- ▶ Utilisez la commande **UnionBooléenne** pour limiter et joindre la queue et le corps.
La transition entre la queue et le corps est assez grossière, nous allons donc la remplacer par une surface de raccordement lisse.
Pour ce faire, vous devez créer tout d'abord un vide entre les deux parties pour que la surface de raccordement le remplisse.

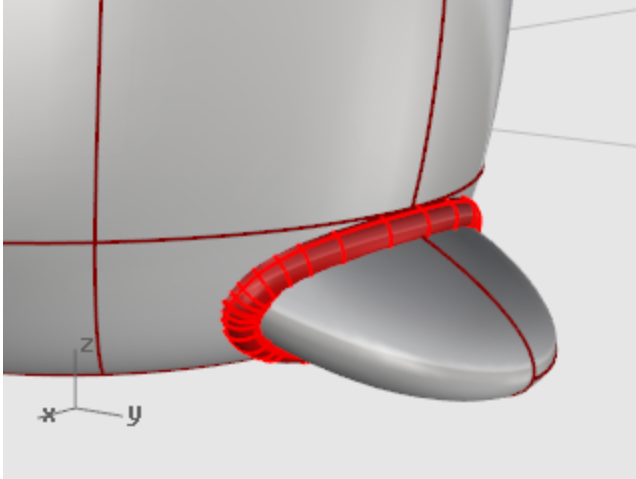


Créer un tuyau sur l'intersection

- ▶ Utilisez la commande **Tuyau** pour créer une surface circulaire autour du bord entre le corps et la queue.

À l'invite **Sélectionner une courbe pour créer un tuyau autour**, sélectionnez le bord entre la queue et le corps.

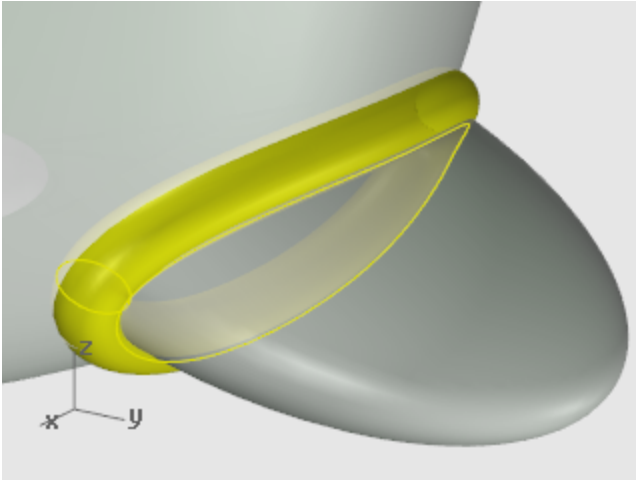
À l'invite **Rayon du tuyau fermé**, tapez **.4**.





Limiter le corps et le queue avec le tuyau

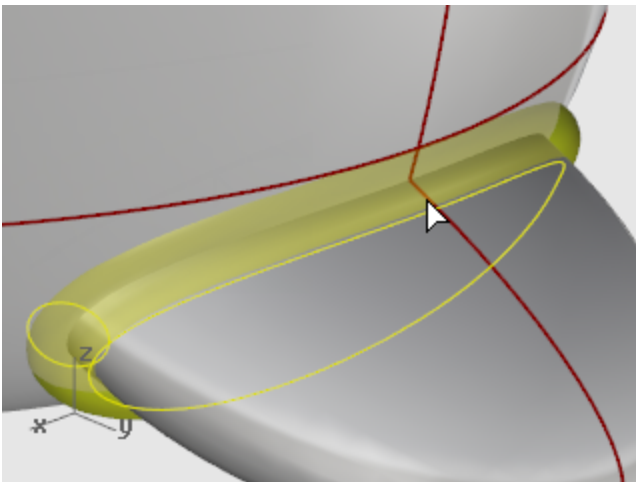
1. Utilisez la commande **Limiter** pour limiter les surfaces du corps et de la queue à l'intérieur du tuyau.
2. À l'invite **Sélectionner les objets coupant**, sélectionnez le tuyau et appuyez sur **Entrée**.



3. À l'invite **Sélectionner l'objet à limiter**, sélectionnez le corps et la queue et appuyez sur **Entrée**.



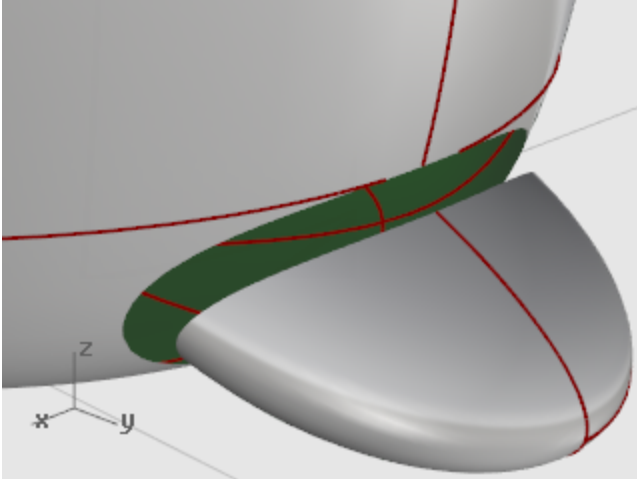
Astuce : Cliquez sur la **courbe isoparamétrique** ou sur le **bord** que vous voyez à l'intérieur du tuyau.



Astuce :

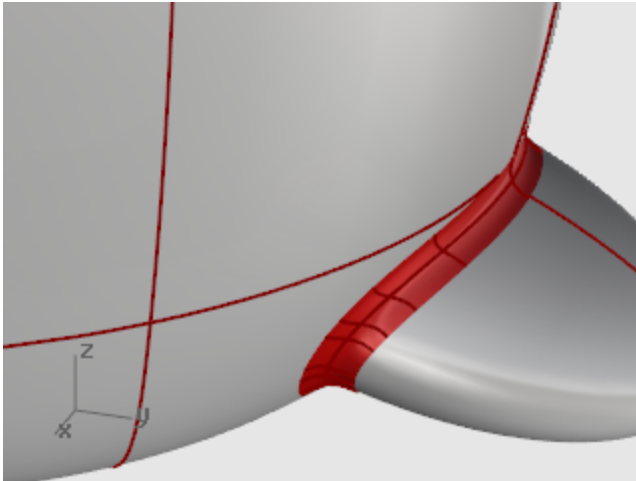
Utilisez la commande **DéfinirModeAffichageObjet** pour appliquer le mode d'affichage **filaire** ou **semi-transparent** au tuyau afin de voir le bord entre le corps et la queue.

Si vous sélectionnez la mauvaise partie, utilisez l'option Annuler de la commande **Limiter** et réessayez.



Raccordement entre la queue et le corps

- ▶ Utilisez la commande **RaccorderSurf** pour créer une surface lisse entre la queue et le corps.



Joindre le corps et la queue

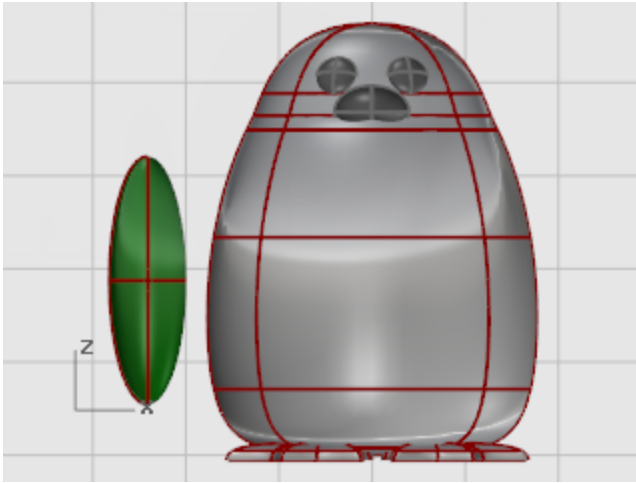
- ▶ **Joignez** le raccordement et la queue au corps.

Les ailes



Créer la forme de base de l'aile

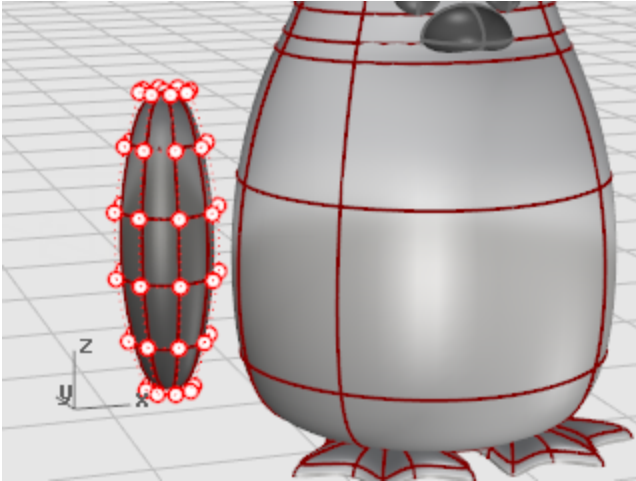
- ▶ Dessinez un **Ellipsoïde** de **2** unités de long, **2** unités de large (fenêtre **Dessus**) et de **6.5** unités de haut (fenêtre **Face**).



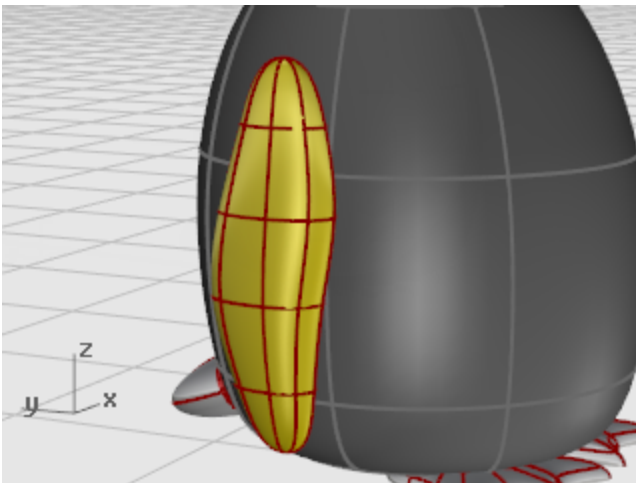


Reconstruire l'aile

1. Utilisez la commande **Reconstruire** pour ajouter des points de contrôle à l'ellipsoïde.
Dans la boîte de dialogue **Reconstruire une surface**, tapez **8** dans les cases **U** et **V** du **Nombre de points** et **3** dans les cases **U** et **V** du **Degré**.
Cochez la case **Effacer original**.



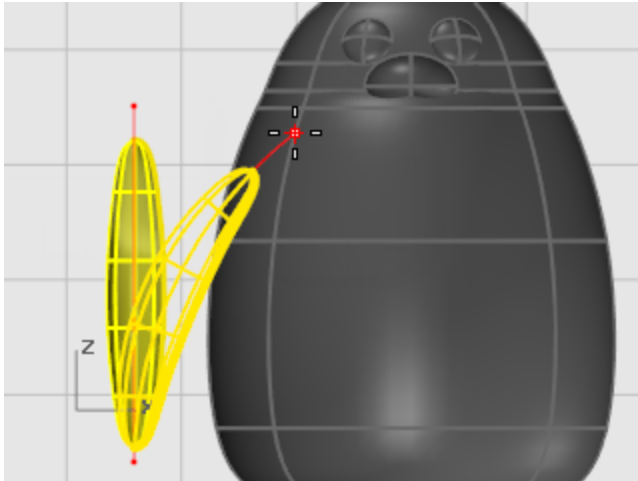
2. Déplacer les points de contrôle pour créer la forme



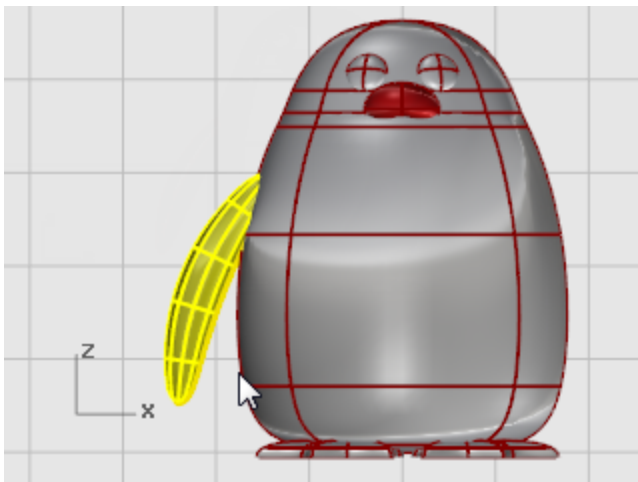


Courber l'aile vers le corps

1. Utilisez la commande **Courber** dans la fenêtre **Face** pour courber la partie supérieure de l'aile vers le corps.
 À l'invite **Début de l'épine**, dans la fenêtre **Face**, cliquez près de la partie intérieure de l'aile.
 À l'invite **Fin de l'épine**, cliquez près de la partie supérieure de l'aile.
 À l'invite **Point par lequel passera l'objet courbé**, faites glisser la partie supérieure de l'aile vers le corps.



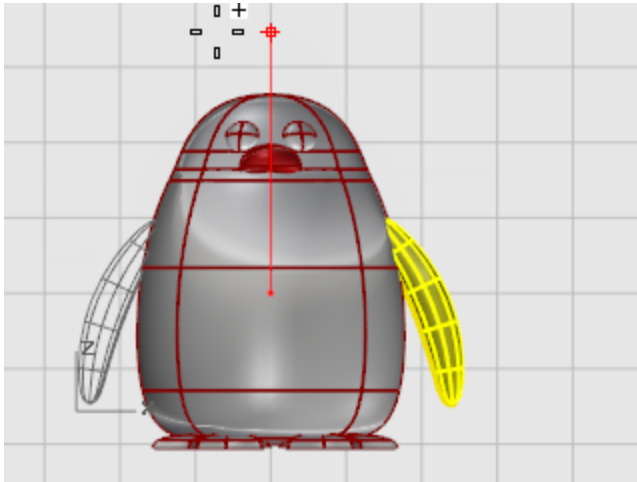
2. Si vous devez changer la position de l'aile après l'avoir courbée, utilisez les commandes **Rotation** et **Déplacer**.





Copier de l'autre côté avec une symétrie

- ▶ Utilisez la commande **Symétrie** pour créer l'aile opposée.



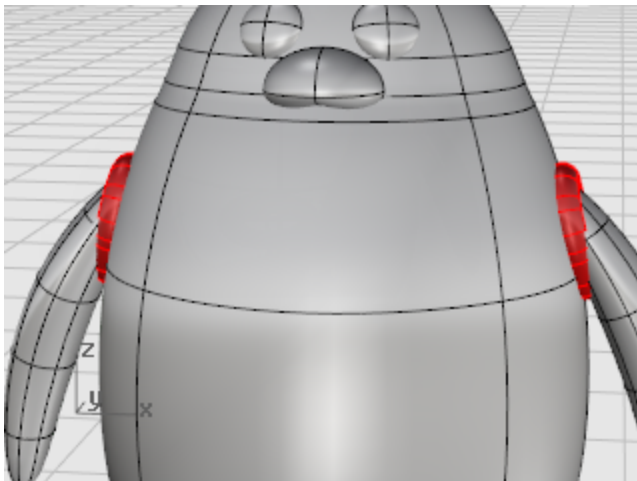
Union booléenne entre les ailes et le corps

- ▶ Pour limiter les trous de l'aile et l'aile, sélectionnez les deux ailes et le corps et utilisez la commande **Union Booléenne**.



Créer un tuyau sur l'intersection

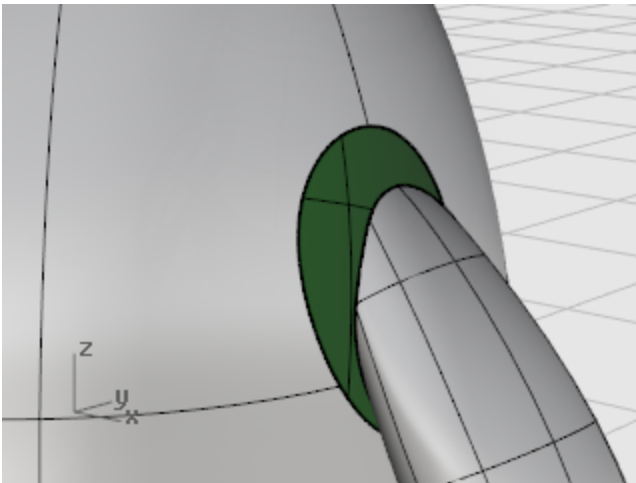
- ▶ Utilisez la commande **Tuyau** pour créer une surface circulaire autour du bord entre le corps et chaque aile.
 À l'invite **Sélectionner une courbe pour créer un tuyau autour**, sélectionnez le bord du trou dans le corps ou le bord de la surface de l'aile.
 À l'invite **Rayon du tuyau fermé**, utilisez un rayon d'environ **0.6** unité.





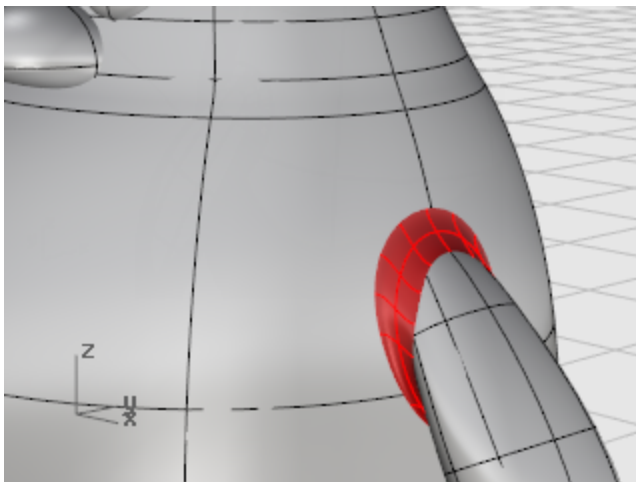
limiter le corps et l'aile

1. Utilisez la commande **Limiter** pour limiter les surfaces du corps et des ailes à l'intérieur du tuyau.
2. **Supprimez** les surfaces du tuyau.



Raccordement entre le corps et les ailes

- ▶ Utilisez la commande **RaccorderSurf** pour créer une surface lisse entre chaque aile et le corps.



Joindre le corps et les ailes

- ▶ **Joignez** les raccords et les ailes au corps.

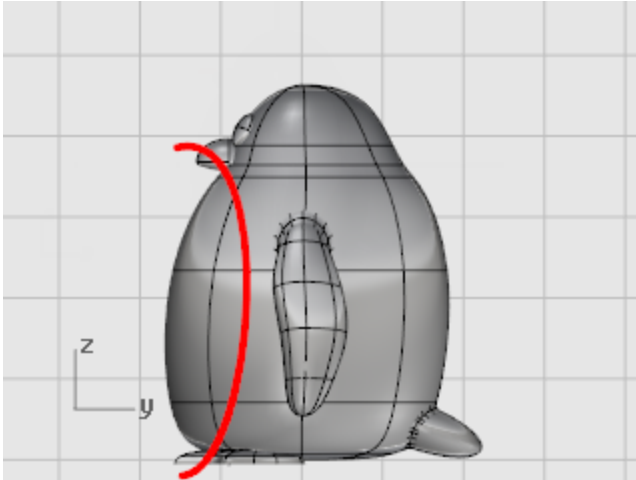
Dernières retouches

Pour terminer le pingouin, divisez la partie avant du corps pour qu'un matériau différent puisse être appliqué.



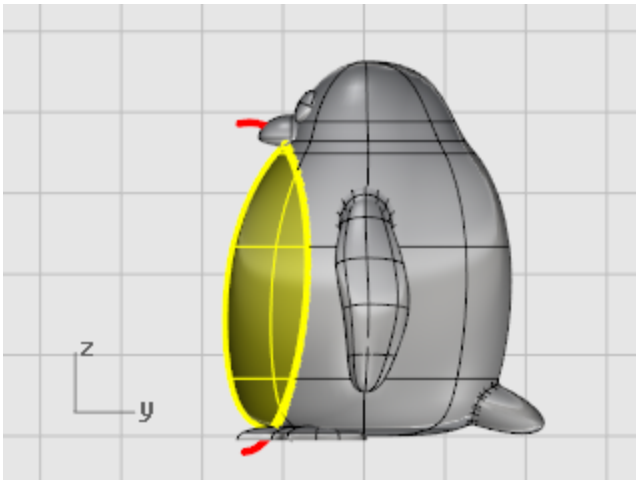
Dessiner une courbe de limite

- ▶ Dans la fenêtre **Droite**, dessinez une **Courbe** allant du bec aux pieds, comme le montre l'image.



Diviser le corps avec la courbe

- ▶ Utilisez la commande **Diviser** pour diviser la surface du corps avec la courbe.

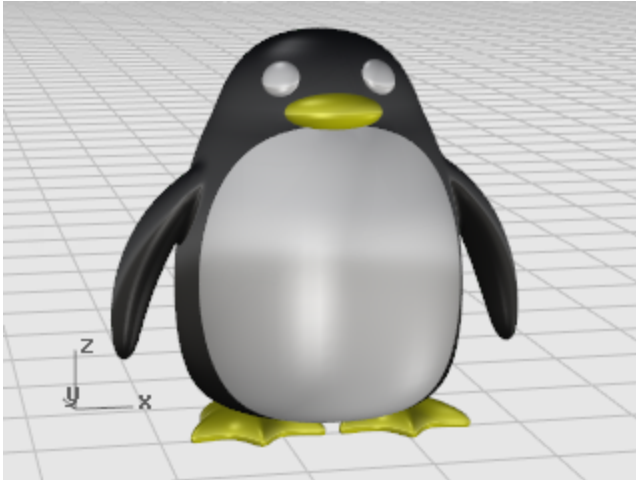


Vous pourrez ainsi utiliser une couleur différente pour l'avant du corps.



Joindre les parties du corps

- ▶ Utilisez la commande **Joindre** pour joindre le corps (sauf le devant), la queue et les ailes.



Rendu

Le rendu crée une image "réaliste" du modèle avec les couleurs que vous lui avez assignées. Les couleurs de rendu sont différentes des couleurs du calque qui, elles, permettent de contrôler l'affichage dans les modes filaire et ombré.



Définir la vue

- ▶ Utilisez le mode d'affichage **Rendu** pour afficher la fenêtre en mode rendu.



Assigner des matériaux

1. **Sélectionnez** le corps.
2. Lancez la commande **Propriétés**.
3. Dans la fenêtre **Propriétés**, cliquez sur l'icône **Matériau**.
4. Choisissez **Assigner un matériau par Objet**.
5. Sous **Paramètres de base**, cliquez sur la **palette de couleurs**.
6. Dans la boîte de dialogue **Sélectionner une couleur**, sélectionnez la couleur que vous voulez assigner au corps.
7. Choisissez une **Finition réfléchissante** d'environ **40**.
8. **Sélectionnez** les autres parties et appliquez des matériaux de la même façon.

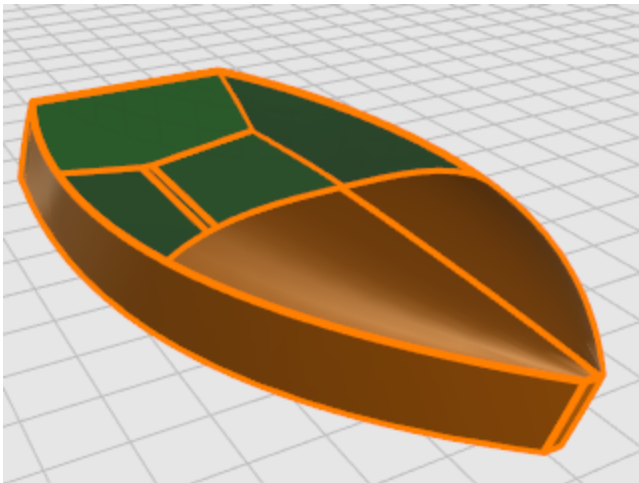


Bateau - Surface par sections et balayage

Ce didacticiel montre des techniques de création de coque d'un bateau à l'aide de courbes de profil. La forme du bateau se base sur un modèle de l'ancienne revue *Boat Builder's Handbook*. De nombreux modèles semblables à celui-ci sont disponibles sur Internet.

Vous apprendrez à :

- Créer des courbes 3D à partir d'un dessin 2D.
- Reconstruire et simplifier des courbes.
- Utiliser les techniques d'analyse pour vérifier le profilage.
- Créer des surfaces par sections à partir de courbes.

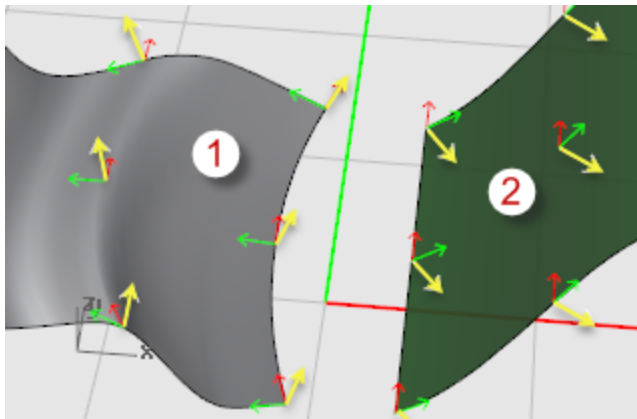


Rhino est utilisé par les dessinateurs en construction navale dans de nombreuses branches de l'industrie. Pour d'autres didacticiels et plus d'informations sur la conception navale dans Rhino, visitez le site de Rhino : www.rhino3d.com.



Note:

Les images de ce didacticiel utilisent un affichage particulier permettant de changer la couleur de l'arrière des surfaces.



Face avant (1), face arrière (2). Les flèches jaunes indiquent la direction normale de la surface et le vert indique les faces arrières.



Vous pouvez ainsi voir rapidement la direction normale des faces de l'objet. Recherchez dans l'aide de Rhino *Paramètres des faces arrière*.

Termes de construction navale utilisés dans ce didacticiel

Tonture

La courbure longitudinale allant de la proue à la poupe du pont d'un navire comme le montre la vue de côté.

Bouchain

L'intersection entre le fond et les côtés d'un bateau plat ou à fond en v.

Tableau arrière

Planches formant l'arrière d'un bateau rectangulaire à fond plat.

Profiler

La signification de "profilage ou lissage" est très discutée dans l'industrie de la construction navale. Personne ne peut le définir, mais tout le monde sait ce que ce mot signifie. Même si le profilage d'une surface est traditionnellement associé avec les surfaces des coques, ce processus peut être appliqué à toutes les surfaces visibles. Dans Rhino, le premier moyen de reconnaître une surface lisse est de regarder l'espace entre les courbes isoparamétriques.

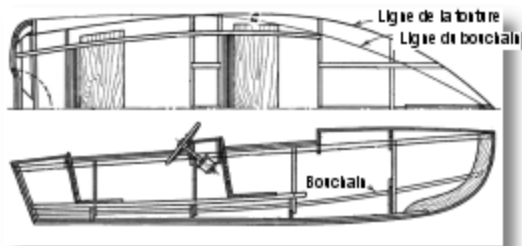
Il existe aussi d'autres caractéristiques spécifiques des courbes et des surfaces lisses. Même si une courbe ou une surface peut être profilée sans présenter toutes les caractéristiques, elles ont tendance à les avoir. Si vous tenez compte de ces informations au cours de la modélisation, votre produit final sera mieux réussi.

Instructions pour la création d'une surface profilée :

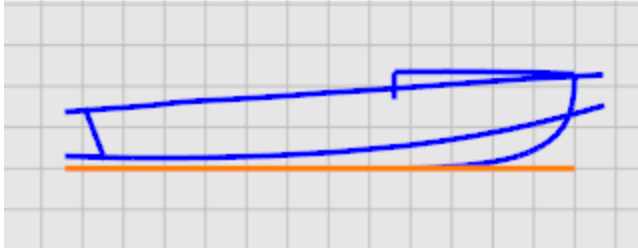
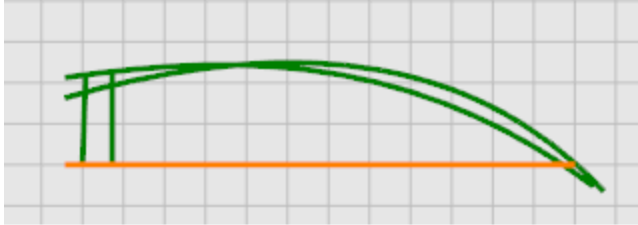
- Utilisez le plus petit nombre de points de contrôle possibles pour obtenir la forme de la courbe.
- Utilisez le plus petit nombre de courbes possibles pour obtenir la forme de la surface.

Disposition des courbes de la coque

Les lignes de la coque ont été créées en calquant les plans originaux à partir d'une image en arrière-plan. Vous devez tout d'abord vérifier le profilage des lignes avant de les utiliser pour créer des surfaces.



Les lignes de départ sont montrées ici. La tonture et le bouchain ont été prolongés sur les deux extrémités longitudinales afin de faciliter la création de la surface par sections.



Commencer le modèle

- ▶ Ouvrez le modèle du tutoriel **Victory.3dm**.

 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)

Les lignes sont dessinées sur les calques **Plan** et **Profil**.

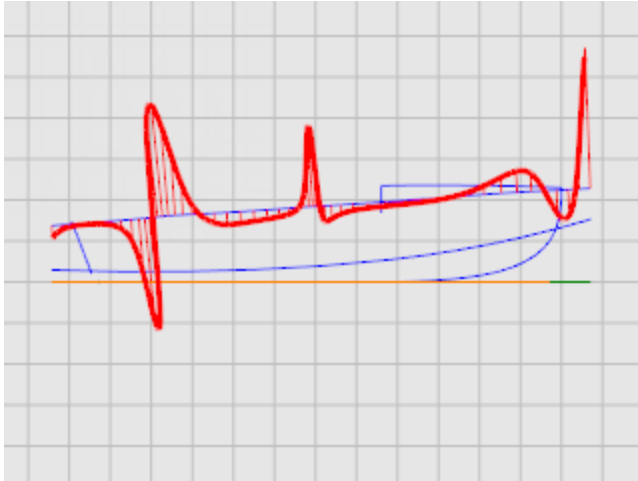
Pour vérifier si les courbes sont lisses

Sélectionnez chacune des paires de courbe sur les calques Plan et Profil et utilisez la commande **DiagrammeCourbure** pour déterminer si les courbes sont « lisses ». Dans ce cas, le fichier contient les courbes originales qui ont été calquées de l'image en arrière-plan. Ce ne sont pas des courbes profilées. En d'autres termes, les courbes ne présentent pas une transition lisse entre une extrémité de la tonture et l'autre. Si une courbe n'est pas lisse, modifiez ses points. Commencez par la tonture (la courbe de la partie supérieure de la forme de la coque). C'est celle qui a le plus d'influence sur l'apparence du navire.



Vérifier la courbure

1. **Sélectionnez** les courbes à vérifier.
2. Utilisez la commande **DiagrammeCourbure** pour afficher leur diagramme de courbure.
L'illustration suivante montre le diagramme de courbure appliqué à la tonture en deux dimensions dans le plan longitudinal.



Le diagramme de courbure devrait être continu et montrer les caractéristiques désirées de la courbe. Quand la courbe est concave vers le bas, le diagramme sera situé au-dessus de la courbe. Inversement, le diagramme des courbes concaves vers le haut passera en dessous. Le point d'inflexion (où la courbe n'est concave ni vers le haut ni vers le bas) est le point où le diagramme traverse la courbe.

Corriger la courbure

Avant de modifier les points des courbes pour les profiler, reconstruisez les courbes pour supprimer les points de contrôle inutiles.

Sélectionnez chaque courbe et utilisez la commande **Reconstruire** pour réduire le nombre de points et définir le degré. N'utilisez pas plus de points que ceux strictement nécessaires.

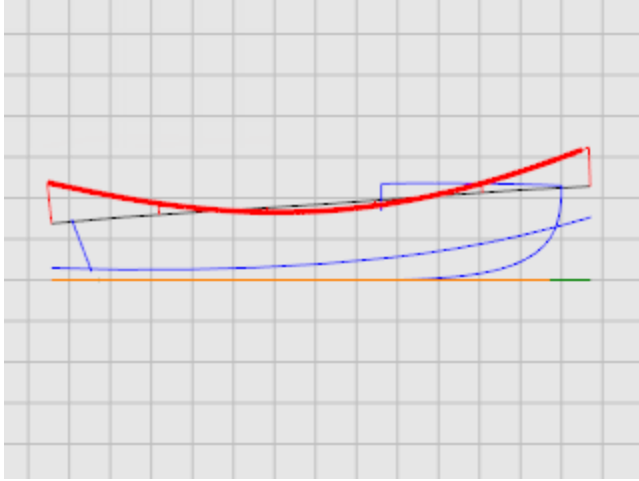
Utilisez la commande **DiagrammeCourbure** pour vérifier les courbes et leur aspect. Si le diagramme de courbure n'est toujours pas satisfaisant, déplacez les points de contrôle jusqu'à ce que le diagramme soit lisse. Procédez de même avec le reste des courbes du modèle afin de vous assurer qu'elles sont lisses avant de commencer à créer les surfaces.



Reconstruire les courbes

1. **Sélectionnez** la courbe de tonture.
2. Lancez la commande **Reconstruire**.

3. Dans la boîte de dialogue **Reconstruire une courbe**, tapez **6** dans la case **Nombre de points** et **5** dans la case **Degré**.



Créer les courbes 3D

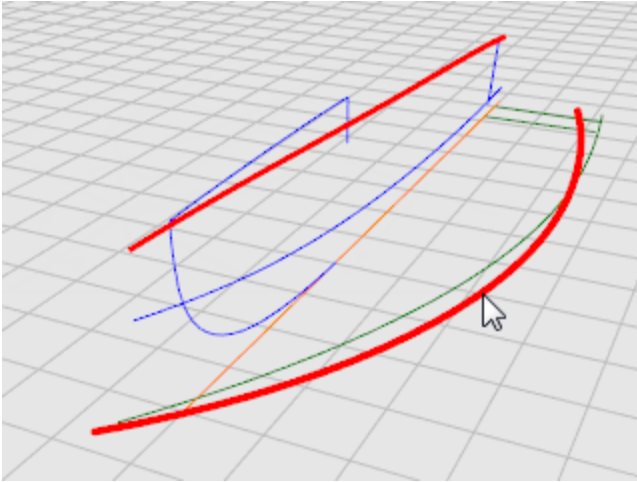
Vous avez travaillé jusqu'à présent avec des courbes en deux dimensions. Afin de pouvoir dessiner les surfaces par sections, ces courbes planes seront utilisées pour créer des courbes en trois dimensions et seront ensuite mises de côté.

Activez le calque **Lignes 3D** et sélectionnez les représentations de profil et planes de chaque courbe. Utilisez la commande **Courbe2Vues** pour créer une courbe en trois dimensions combinant les coordonnées x, y et z des courbes en deux dimensions. Les courbes en deux dimensions doivent être planes pour que cette commande puisse fonctionner.

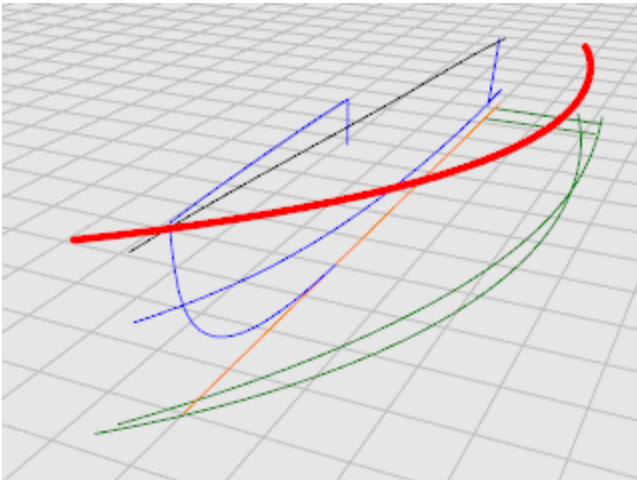


Créer les courbes en trois dimensions

1. Choisissez le calque **Lignes 3D** comme calque actuel.
2. **Sélectionnez** la représentation plane et la représentation de profil de la courbe de tonture.

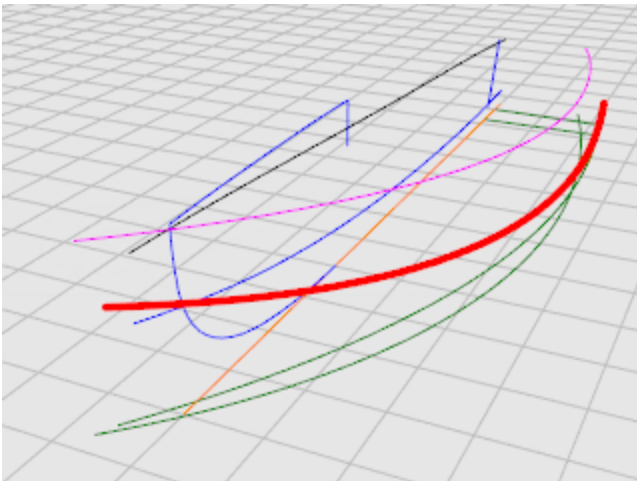
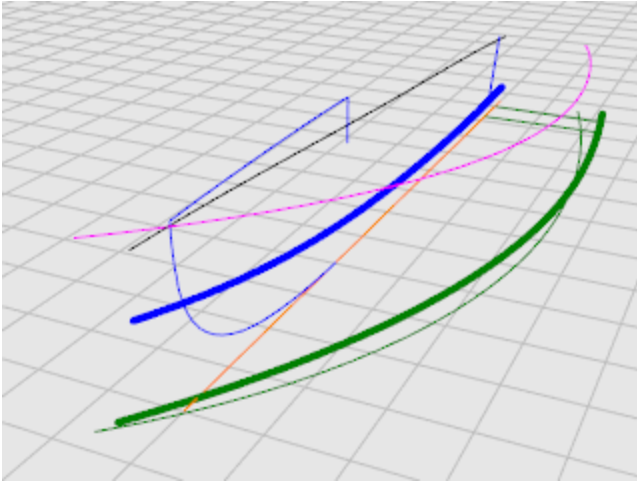


3. Lancez la commande **Courbe2Vues**.
La représentation de cette courbe en trois dimensions sera créée.



4. Quand vous pensez que la courbe obtenue est correcte, supprimez ou **cachez** les représentations en deux dimensions.

5. Relancez la commande **Courbe2Vues** pour la courbe du bouchain.



Vérifier les courbes

Pour pouvoir réaliser la surface par sections représentant le fond, la surface ne peut pas se terminer en un point, elle doit être rectangulaire. C'est pourquoi les courbes sont prolongées au-delà de l'axe longitudinal. Les courbes peuvent être utilisées pour créer une surface par sections rectangulaire qui sera ensuite limitée. Les courbes du modèle Victory ont déjà été prolongées, à l'exception de la courbe de l'axe longitudinal du fond.



Copier la courbe de l'axe longitudinal

Nous allons utiliser une copie de l'axe longitudinal pour créer une nouvelle courbe prolongée afin de modéliser le fond de la coque.

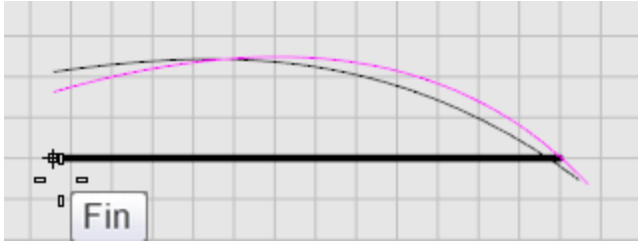
1. Copiez l'axe longitudinal en utilisant l'option **SurPlace**.
2. Cachez l'axe longitudinal.



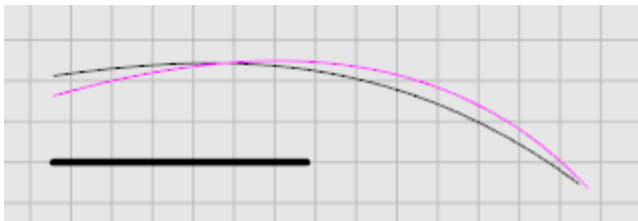
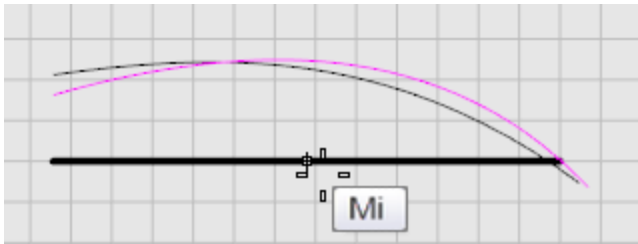
Raccourcir l'axe longitudinal

1. Sélectionnez l'axe longitudinal.
2. Lancez la commande **SousCourbe**.

- À l'invite **Point de départ de la courbe**, utilisez l'accrochage **Fin** pour sélectionner l'extrémité arrière de l'axe.



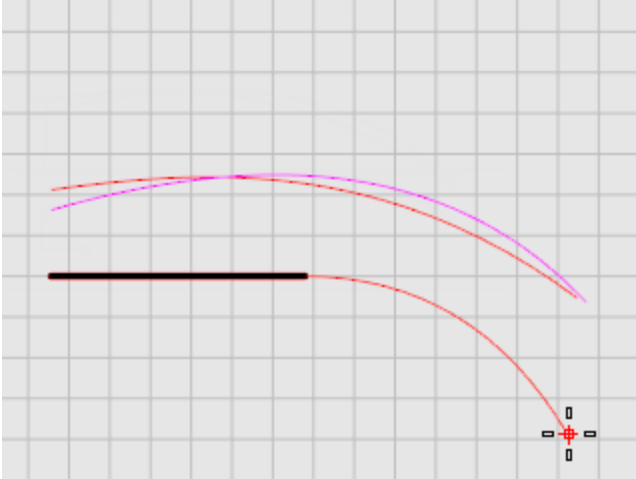
- À l'invite **Fin de la courbe...**, utilisez l'accrochage **Milieu** pour choisir un point au milieu de la courbe.



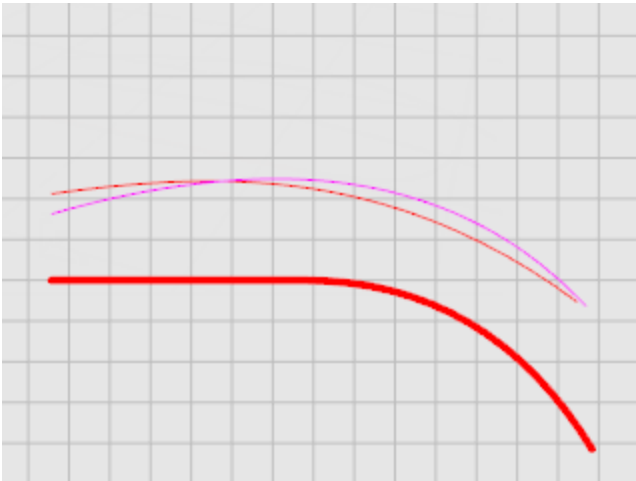
Prolonger l'axe du tableau

- Lancez la commande **Prolonger**. À l'invite **Sélectionner les objets frontière...**, appuyez sur **Entrée** pour un **prolongement dynamique**.
- À l'invite **Sélectionner la courbe à prolonger**, cliquez sur **Type** pour définir l'option **Lisse** et sélectionnez l'axe près de l'extrémité avant.

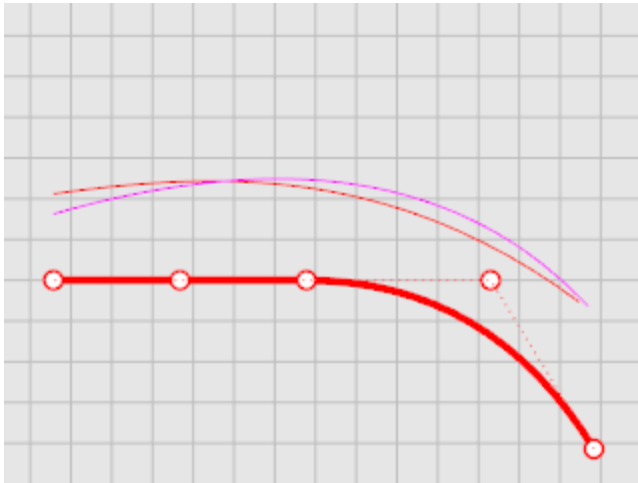
3. Dessinez les courbes de telle sorte qu'elles soient alignées avec les courbes du bouchain et de la tonture dans la vue en plan comme le montre l'image.



Vous avez ainsi une nouvelle courbe pour la surface par sections du fond.



4. Activez les points de contrôle (**F10**) pour vérifier la courbe.



Créer les surfaces de la coque

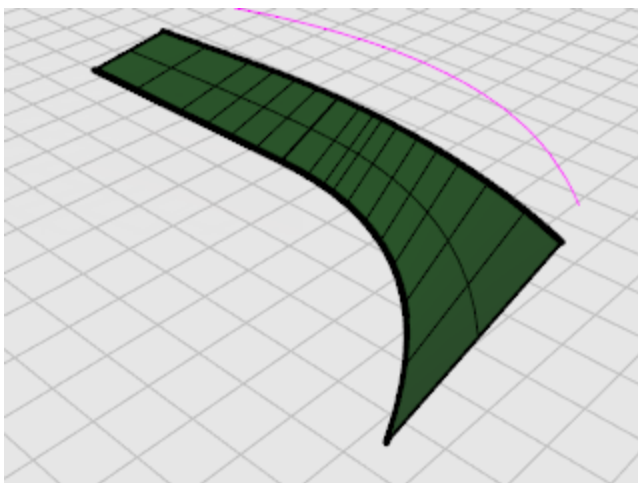
Vous avez maintenant un groupe de courbes représentant les bords du côté et du fond du bateau. Ces courbes seront utilisées pour créer les surfaces par sections. Commencez par la surface du fond. Une fois que la surface est terminée, utilisez son bord supérieur comme courbe de départ pour la surface par sections du panneau de côté.

Pour créer la surface représentant le fond, sélectionnez les deux bords (bouchain et axe longitudinal) et utilisez la commande **SurfaceParSections**. Dans ce cas, assurez-vous de bien sélectionner le nouvel axe que vous avez créé dans le point précédent.



Surface par sections du bouchain et axe longitudinal

1. **Sélectionnez** le bouchain et l'axe longitudinal.
2. Lancez la commande **SurfaceParSections**.
3. Dans la boîte de dialogue **Options de surface par sections**, sous **Courbes de section transversale**, sélectionnez **Reconstruire avec...** et indiquez **15** pour le nombre de points de contrôle puis cliquez sur **Accepter**.





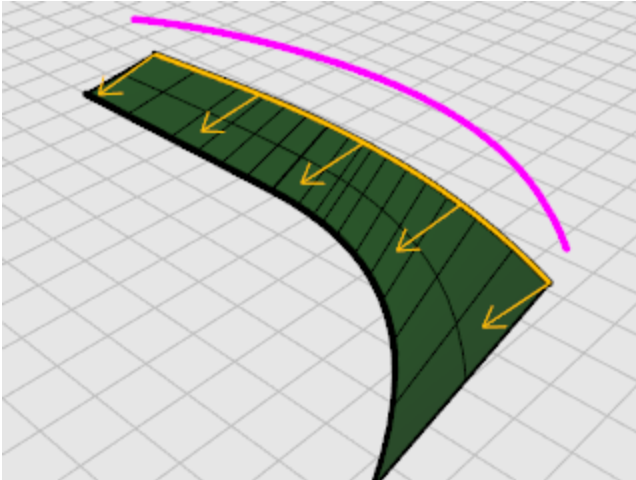
Surface par sections du côté et du fond

1. **Sélectionnez** le bord de la surface et la courbe de tonture.

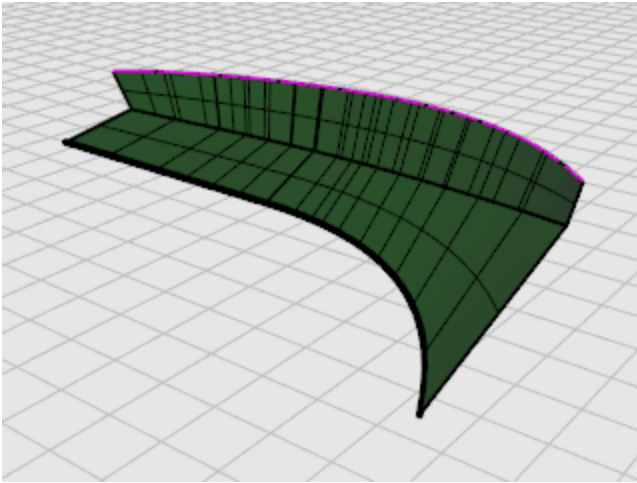


Astuce : Maintenez enfoncées les touches **Commande** ⌘ **et** Maj pour sélectionner le bord supérieur de la surface par sections.

2. Répétez la commande **SurfaceParSections** pour le panneau latéral.



3. Dans la boîte de dialogue **Options de surface par sections**, sous **Courbes de section transversale**, sélectionnez **Reconstruire avec...** et indiquez **15** pour le nombre de points de contrôle puis cliquez sur **Accepter**.



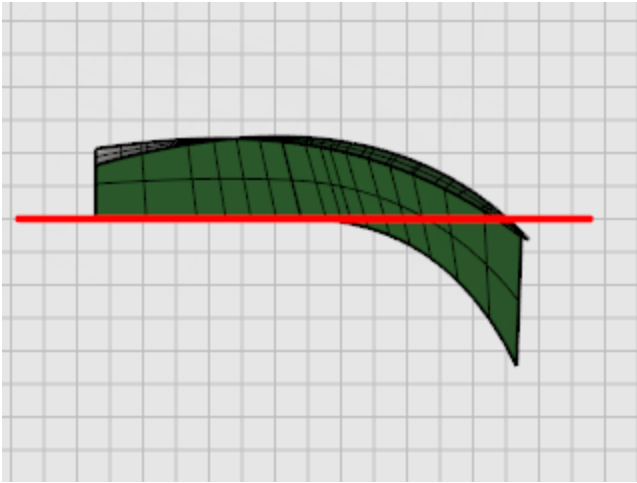
Limiter la proue et le fond

Quand vous avez créé le côté et le fond du bateau, construisez une ligne verticale longitudinale à un demi-pouce de l'axe longitudinal et limitez les deux surfaces avec cette nouvelle ligne verticale. Pour ce faire, dans la fenêtre **Dessus**, dessinez une ligne plus longue que la coque et d'un demi-pouce à la droite de l'axe longitudinal.

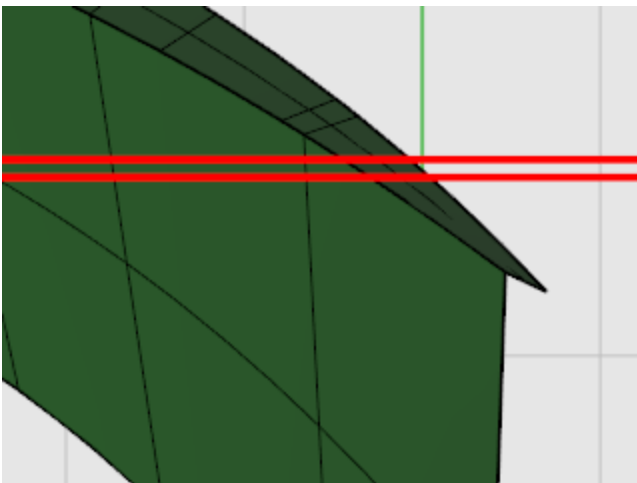


Dessiner la ligne de limite

1. Dans la fenêtre **Dessus**, dessinez une ligne le long de l'axe longitudinal (x), plus longue que la coque.



2. Dans la fenêtre **Dessus**, décalez la ligne d'un demi pouce vers les surfaces de la coque.

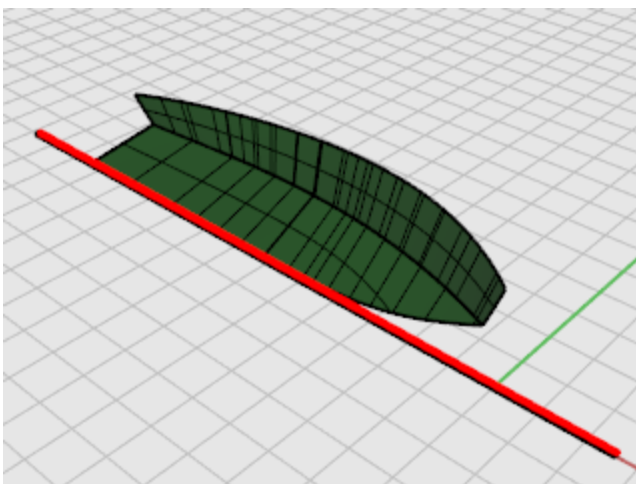
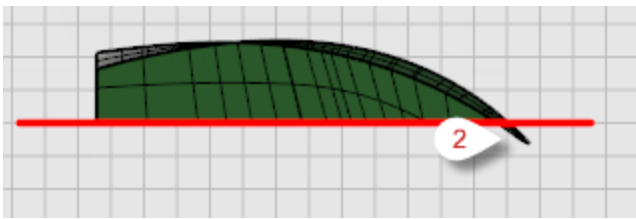
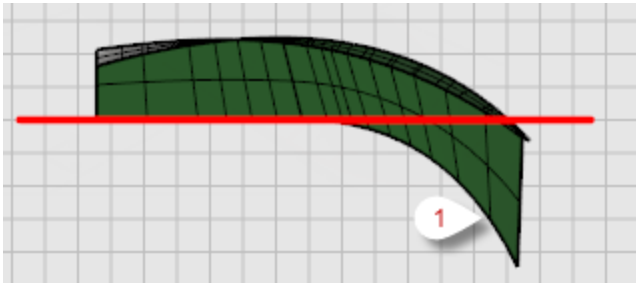


Cette courbe pourra être utilisée à l'étape suivante. Nous voulons avoir un petit vide au centre du bateau entre les deux moitiés pour placer la quille.



Limiter le côté et le fond avec la ligne dessinée

- ▶ En utilisant la **courbe décalée**, **limitez** le fond (1) et le côté (2) comme indiqué sur l'image.



Construire le tableau arrière

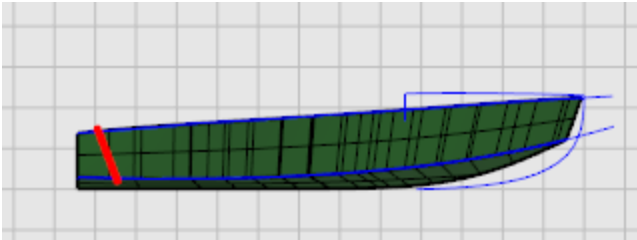
Comme toutes les surfaces de ce didacticiel, le tableau arrière sera construit avec une surface plus grande que la surface finale qui sera limitée avec la coque.

Afin de vous assurer d'avoir une surface assez grande pour pouvoir la limiter, **prolongez** l'axe du tableau arrière de 50 centimètres environ au-dessus de la tonture et en dessous de l'axe longitudinal. **Limitez** les surfaces de la coque avec l'axe du tableau arrière.

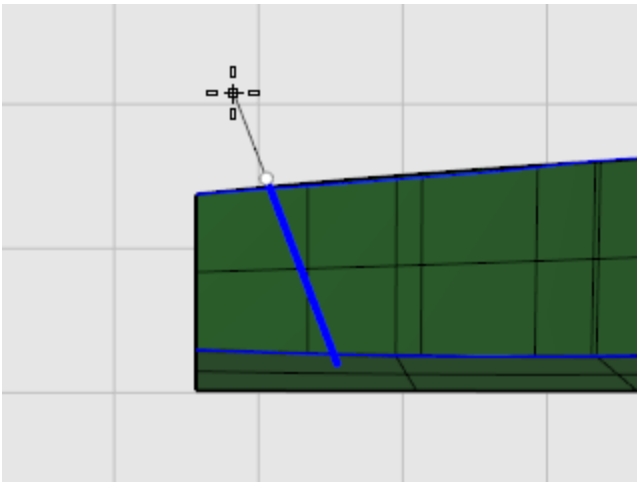


Prolonger l'axe du tableau

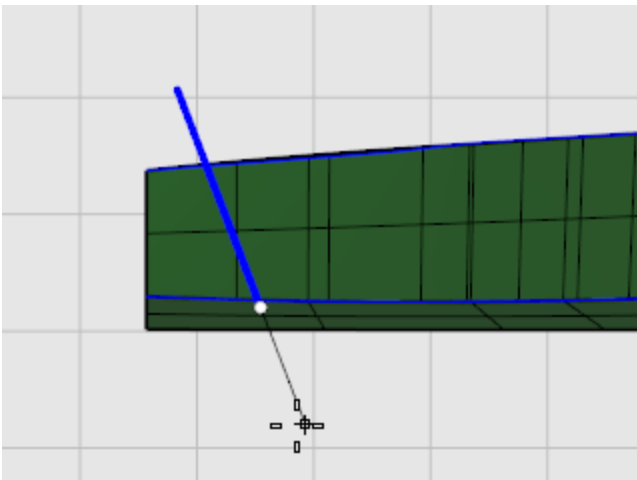
1. Activez le calque **Profil** et lancez la commande **Prolonger**.
2. À l'invite **Sélectionner les objets frontière ou indiquer la longueur du prolongement**. Appuyez sur **Entrée** pour réaliser un prolongement dynamique, appuyez sur **Entrée**.
3. À l'invite **Sélectionner la courbe à prolonger...**, dans la vue de **Face**, choisissez le **Type Naturel** et cliquez près du haut de l'axe du tableau arrière.



4. À l'invite **Fin du prolongement**, sélectionnez un point au-dessus de la partie supérieure de l'axe du tableau arrière.



5. À l'invite **Sélectionner la courbe à prolonger...** suivante, cliquez près de la partie inférieure de l'axe du tableau arrière.
6. À l'invite **Fin du prolongement**, sélectionnez un point en dessous de la partie inférieure de l'axe du tableau arrière et appuyez sur **Entrée**.

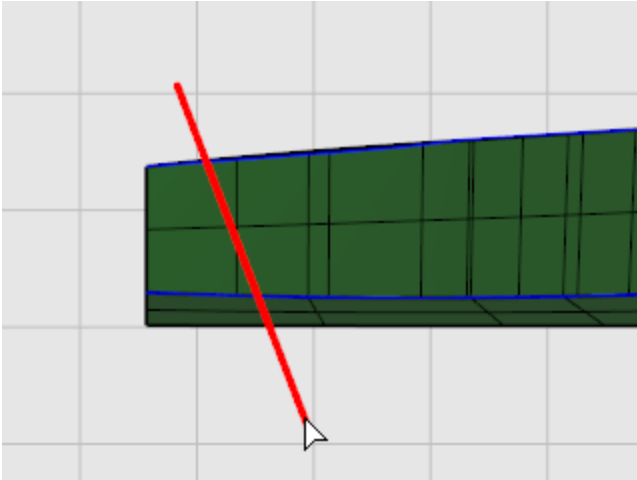




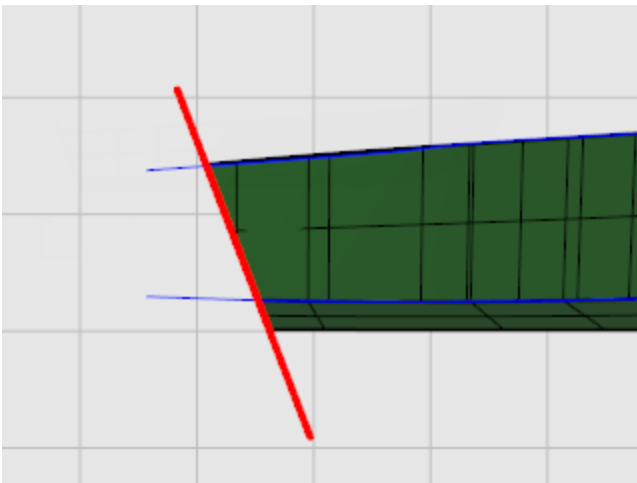
Limiter et Joindre les surfaces de la coque



1. **Sélectionnez** l'axe du tableau arrière.



2. Lancez la commande **Limiter**.
3. Choisissez **UtiliserIntersectionsApparentes=Oui**.
4. Dans la fenêtre **Face**, à l'invite **Sélectionner les objets à limiter...**, sélectionnez les surfaces du côté et du fond de la coque à l'arrière de l'axe du tableau arrière.



5. **Joignez** le fond de la coque et le côté.

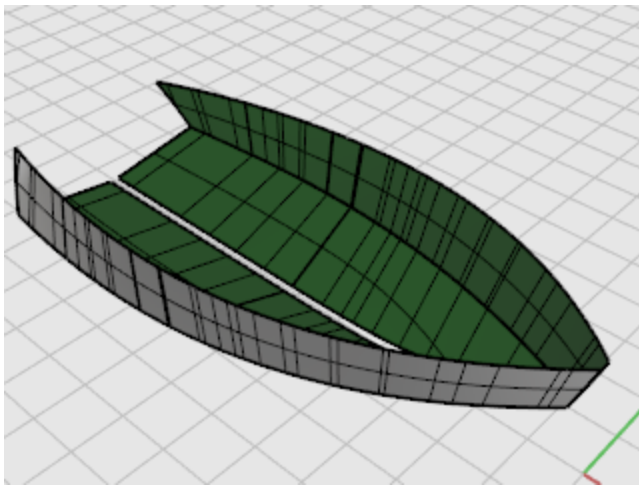
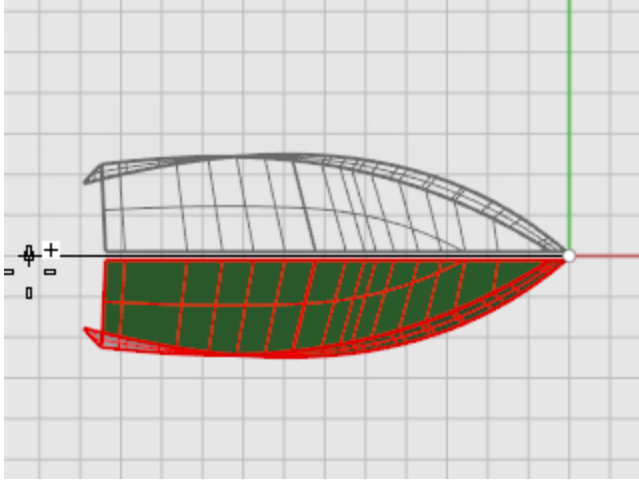


Symétrie des surfaces de la coque

Dans la fenêtre **Droite** ou **Dessus**, utilisez la commande **Symétrie** pour créer l'autre moitié de la surface de la coque symétriquement par rapport à l'axe longitudinal. Utilisez la commande **SurfaceParBords** pour créer des surfaces entre les deux moitiés de la coque.

1. **Sélectionnez** les deux surfaces de la coque.
2. Lancez la commande **Symétrie**.
3. Dans la fenêtre **Dessus**, à l'invite **Début du plan de symétrie...**, tapez **0** et appuyez sur **Entrée**.

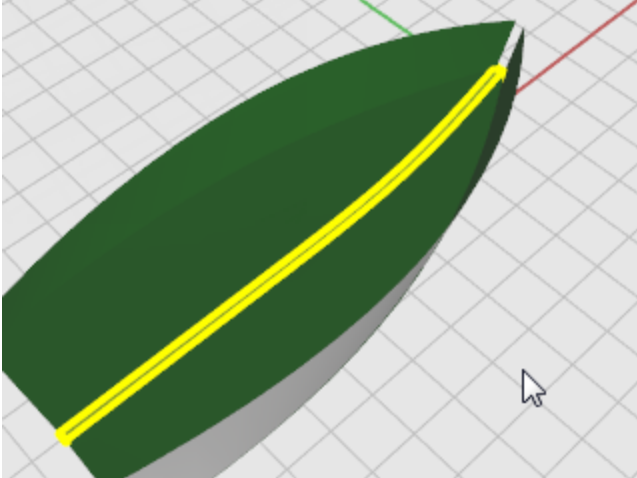
4. À l'invite **Fin du plan de symétrie**, activez **Ortho** et dessinez le plan de symétrie le long de l'axe des x.



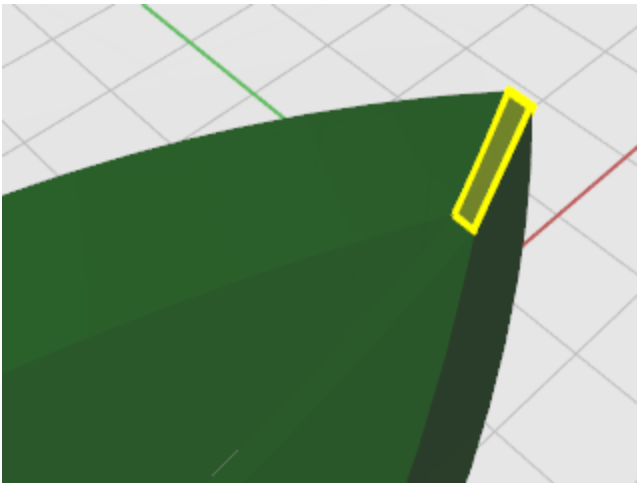


Créer la surface de la quille

1. Lancez la commande **SurfaceParBords**.
2. À l'invite **Sélectionner 2, 3 ou 4 courbes**, sélectionnez les deux bords intérieurs du fond de la coque le long de la quille.



3. Relancez la commande **SurfaceParBords**.
4. À l'invite **Sélectionner 2, 3 ou 4 courbes**, sélectionnez les deux bords intérieurs des côtés de la coque le long de la quille au niveau de la proue.



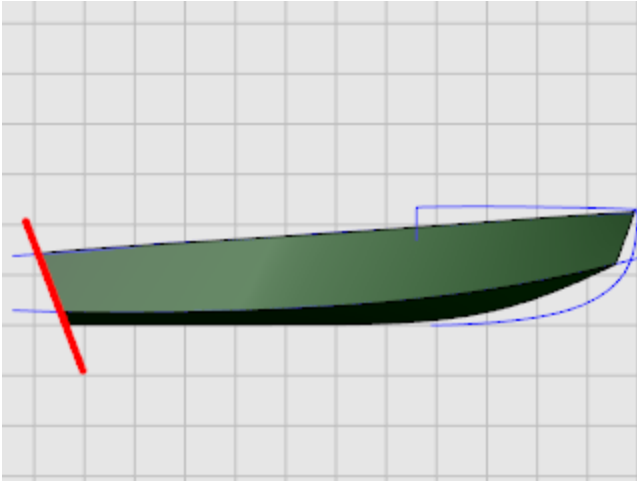
Astuce : L'ordre dans lequel vous sélectionnez les bords de surface détermine la direction des faces de la surface de la quille.



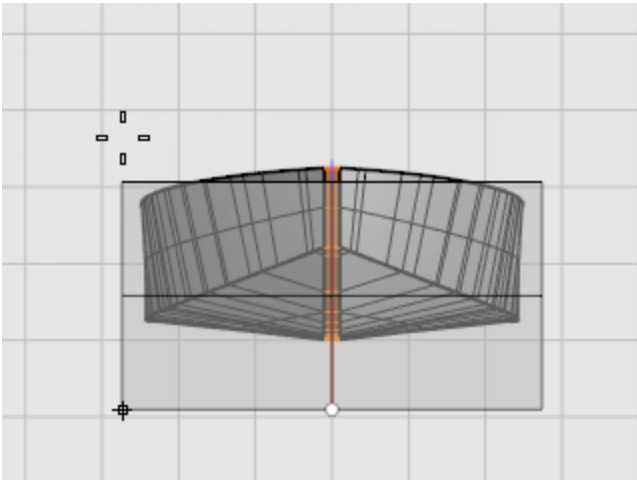
Extruder la surface

Pour créer la surface du tableau arrière, **Extrudez** son axe longitudinal.

1. Dans la fenêtre **Face**, sélectionnez l'axe du tableau arrière prolongé.



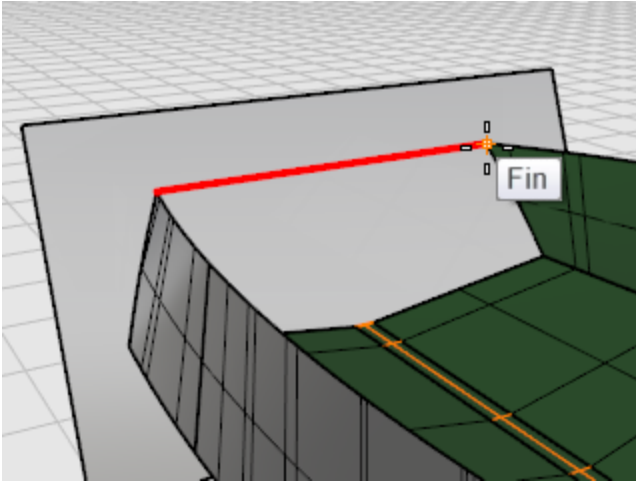
2. Lancez la commande **ExtruderCourbe**.
3. À l'invite **Distance de l'extrusion**, choisissez **DeuxCôtés=Oui** dans les options de la ligne de commandes.
4. Dans la fenêtre **Perspective**, **Dessus** ou **Droite**, déplacez le prolongement au-delà de la surface de la coque.



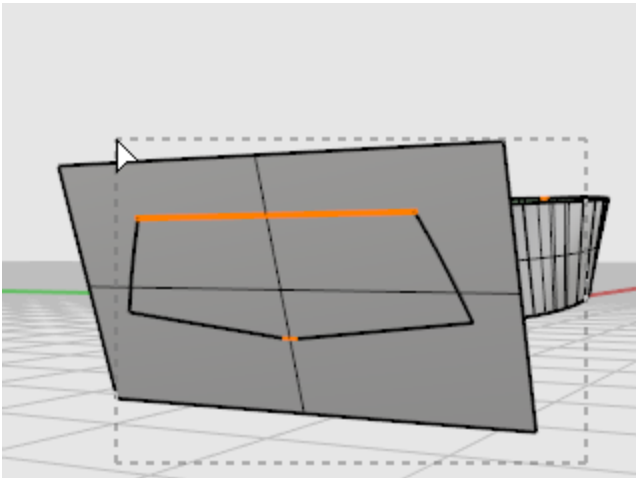
Limiter le tableau arrière

Limitez la surface du tableau arrière avec la coque et une ligne créée à partir des bords de la coque.

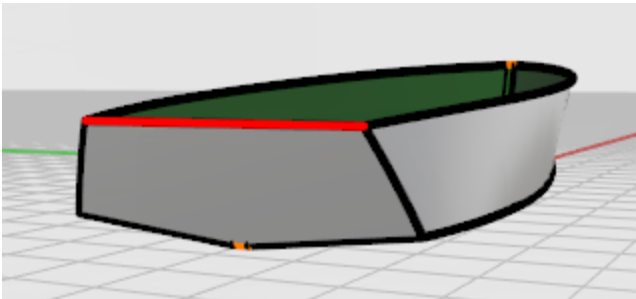
1. Dessinez une ligne entre les deux bords supérieurs de la coque arrière.
2. Lancez la commande **Limiter**.



3. À l'invite **Sélectionner les objets coupants**, sélectionnez toutes les surfaces de la coque, y compris la surface de la quille et la ligne supérieure de la coque et appuyez sur **Entrée**.



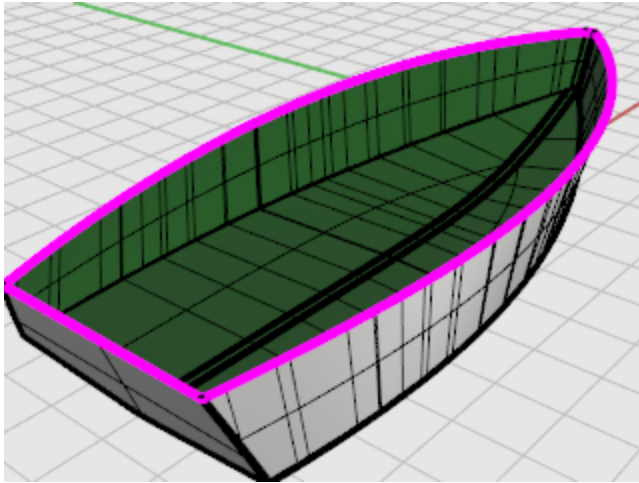
4. À l'invite **Sélectionner l'objet à limiter...**, sélectionnez la surface du tableau arrière en dehors des lignes et surfaces de la coque et appuyez sur **Entrée**.



Le tableau arrière est maintenant fini.

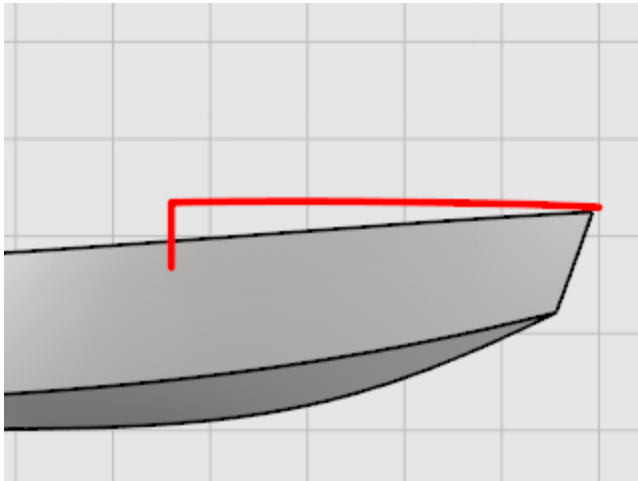
Vérifier les erreurs

1. **Joignez** toutes les surfaces.
2. Utilisez la commande **MontrerBords** pour vérifier que la jointure s'est effectuée correctement. Affichez les bords *libres*. Les bords libres sont des bords de surface qui ne sont connectés à aucune autre surface. Dans ce cas, les seuls bords libres devraient être ceux de la partie extérieure des surfaces de la coque - mais pas ceux entre les surfaces.
Lorsque vos surfaces ont été construites et jointes et qu'il n'y a pas de bords libres, vérifiez la surface avec les outils d'analyse de courbure.



Ajouter le pont

La dernière étape consiste à créer la surface du pont. Dans les courbes de profil, vous trouverez deux courbes qui décrivent la silhouette du pont. Vous utiliserez ces courbes pour créer le pont.

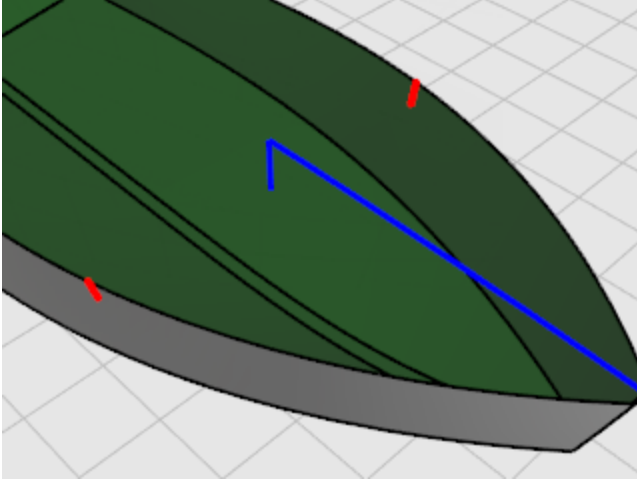


Utilisez la commande **Projeter** pour projeter la ligne verticale sur le côté de la coque. Cette ligne servira de repère pour l'extrémité de la courbe. Dans la fenêtre **Face**, dessinez une courbe allant de la fin de l'axe du pont à la fin de la courbe projetée sur un côté de la coque. Utilisez le mode **Planéité** pour que la courbe reste sur le même plan. Placez les trois premiers points de contrôle en utilisant le mode **Ortho** afin qu'ils soient alignés au centre.



Projeter le bord vertical du pont sur la coque

1. **Sélectionnez** la coque et la ligne verticale.
2. Dans la fenêtre **Face**, utilisez la commande **Projeter** pour projeter la courbe sur la coque.
La courbe sera projetée sur les deux côtés de la coque, afin de pouvoir dessiner votre courbe de section transversale sur les deux côtés.

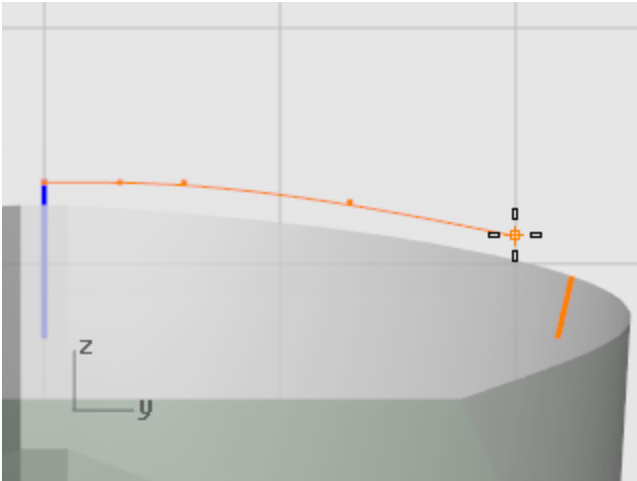




Dessiner la courbe de section transversale

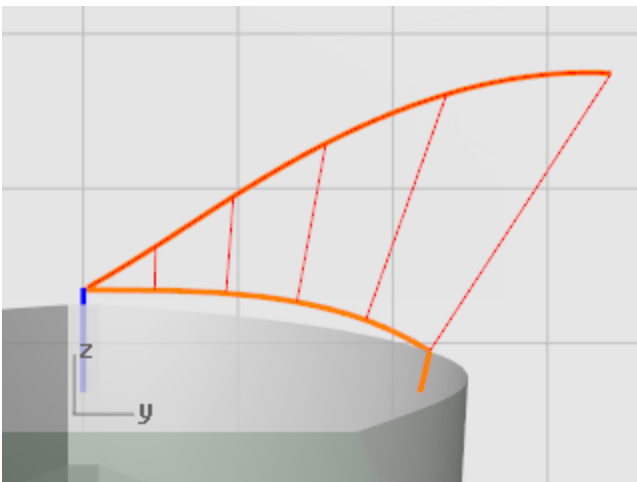
1. Dans la barre d'état, cliquez sur **Planéité** pour activer le mode **planéité**.
2. Dans la fenêtre **Droite**, utilisez la commande **Courbe** pour dessiner une courbe allant de l'extrémité supérieure de l'axe longitudinal du pont jusqu'à la partie supérieure de la courbe projetée sur la coque.

Utilisez le mode **Ortho** pour placer les trois premiers points de contrôle sur une ligne droite.



Utilisez l'accrochage **Fin** pour placer le dernier point sur la partie supérieure de la courbe projetée sur la coque.

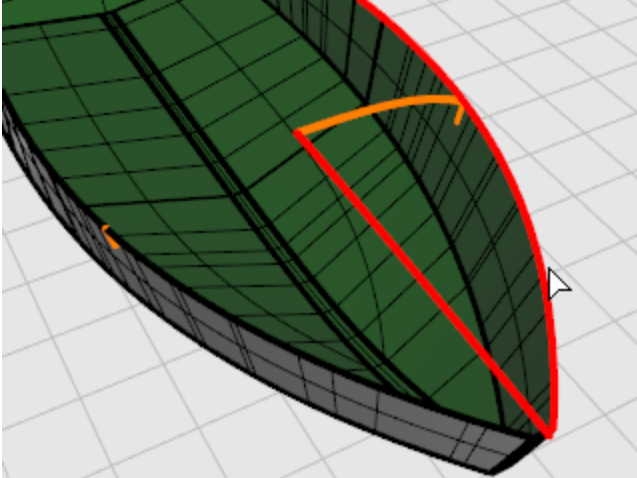
3. Utilisez la commande **DiagrammeCourbure** pour vérifier la courbe.



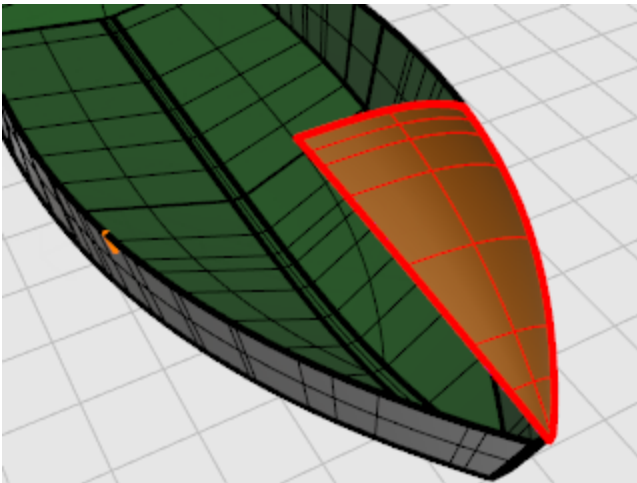


Créer la surface du pont

1. Utilisez la commande **Balayage2** pour créer la surface du pont.
2. À l'invite **Sélectionner les courbes guides**, sélectionnez la courbe de l'axe longitudinal et le bord de la coque.



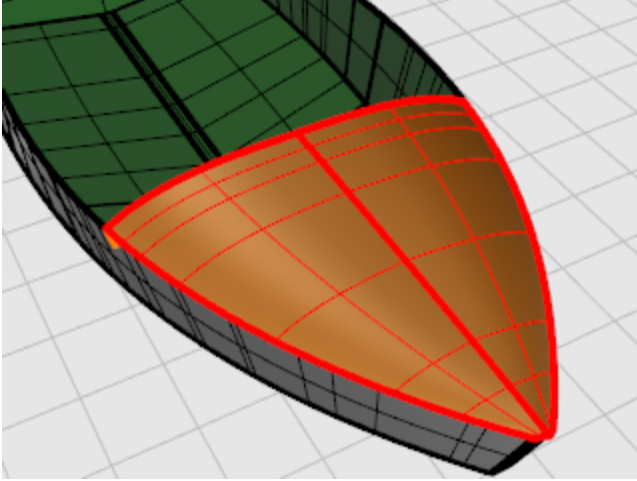
3. À l'invite **Sélectionner les courbes de section transversale...**, sélectionnez la courbe de section transversale que vous avez créée entre l'axe décalé et la courbe projetée sur la coque puis appuyez sur **Entrée**.





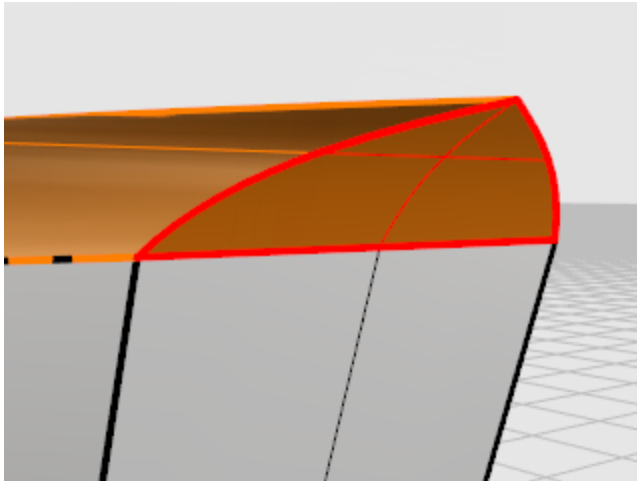
Symétrie du pont

1. Utilisez la commande **Symétrie** pour copier la surface du pont sur l'autre côté.
À l'invite **Début du plan de symétrie ...**, dans la fenêtre **Dessus**, tapez **0** et appuyez sur **Entrée**.
2. À l'invite **Fin du plan de symétrie...**, dans la fenêtre **Dessus**, activez le mode **Ortho** et dessinez le plan de symétrie.



Remplir la surface manquante

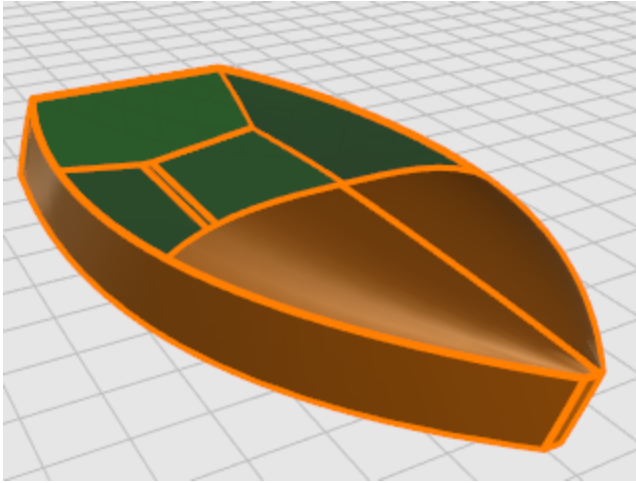
- ▶ Utilisez la commande **SurfaceParBords** pour créer la petite surface triangulaire à la pointe de la proue.





Joindre les parties

- ▶ **Sélectionnez** toutes les surfaces et utilisez la commande **Joindre** pour créer une seule polysurface.



Libellule - Calquer des images

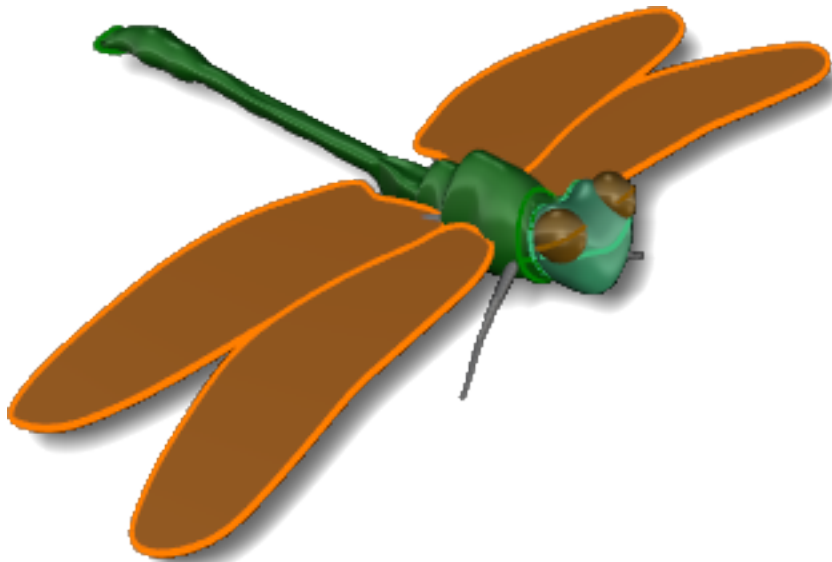
Ce didacticiel montre comment modéliser un objet à partir de photographies.

Vous apprendrez à :

- Calquer une image pour créer des courbes de profil.
- Créer des courbes de section en vue de réaliser une surface.
- Modifier les points de contrôle pour changer la forme de l'objet.



Images de départ.



Modèle terminé.



Note: Les vues de dessus et de côté ont été obtenues à partir de libellules différentes. Sur la vue de côté, les ailes sont repliées vers le haut. Nous n'utiliserons l'image de la vue de côté que pour dessiner les courbes du corps.

Dessiner le corps

Puisque la libellule est symétrique dans la vue de dessus et que le modèle ne sera pas une reproduction scientifique, calquez un côté de la libellule et copiez la courbe par symétrie sur l'autre côté. Pour la vue de côté, dessinez deux courbes puisque le profil n'est pas symétrique. Nous créerons ensuite une surface par sections pour représenter le corps. La tête sera modélisée à part.

La queue et le corps seront formés d'une seule pièce. La queue est en fait composée de plusieurs segments articulés. Si vous voulez faire une animation ou un modèle scientifique, vous devrez probablement diviser la libellule en surfaces plus petites.



Commencer le modèle

1. Commencez un **Nouveau** modèle.
2. Dans la boîte de dialogue **Ouvrir un fichier modèle**, sélectionnez **Petits objets - Millimètres.3dm** et cliquez sur **Ouvrir**.



Dessiner une ligne de référence

- ▶ Dans la fenêtre de **Dessus**, utilisez la commande **Ligne** pour dessiner une ligne de référence de **50 millimètres** de long à partir du point **0,0,0**.

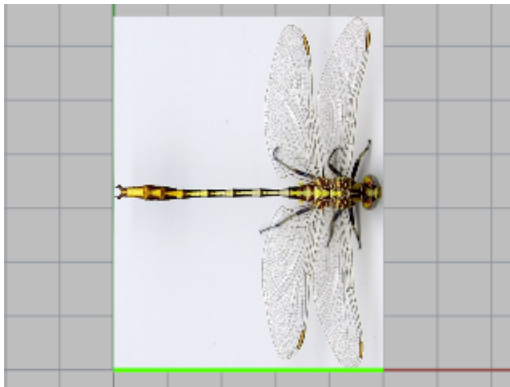


Placer l'image de la vue de dessus

1. Lancez la commande **CadreImage**.
2. Trouvez le fichier image **Libellule - Dessus.jpg** et placez cette image dans la fenêtre **Dessus**.

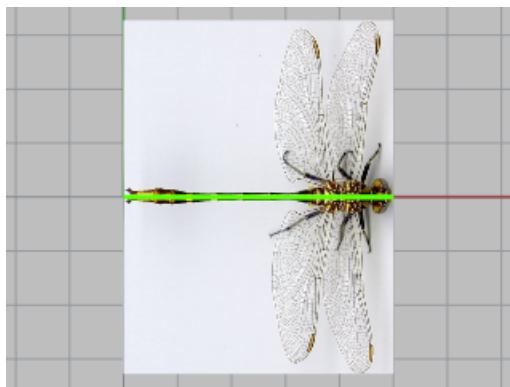
 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)

Utilisez la ligne de référence pour définir la longueur de l'image du cadre.



Déplacer l'image à sa place

- ▶ Utilisez les accrochages aux objets pour **Déplacer** l'image à partir du milieu du côté gauche (**Mi**) vers l'origine du plan de construction (**0,0,0**).





Placer l'image de la vue de côté

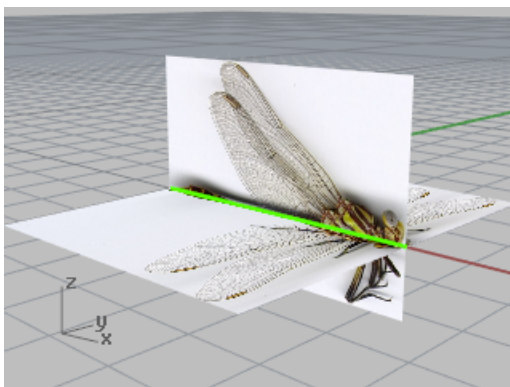
1. Lancez la commande **CadreImage**.
2. Trouvez le fichier image **Libellule - Côté.jpg** et placez cette image dans la fenêtre **Face**.

 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)

Utilisez la ligne de référence pour définir la longueur de l'image du cadre.



3. En utilisant **Ortho**, **déplacez** l'image vers le bas avec la souris dans la fenêtre **Face** jusqu'à ce que la ligne de référence corresponde au centre du bords de la libellule.



Préparer la vue

- ▶ **Cachez** le cadre d'image de la vue de côté.

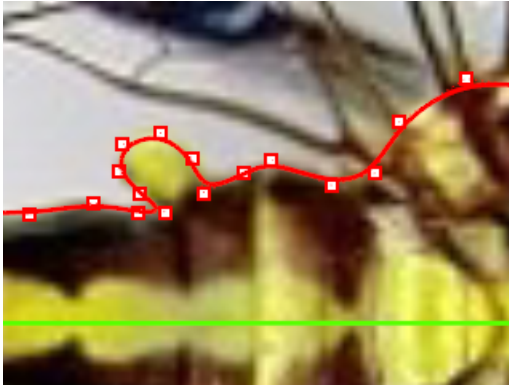


Dessiner la courbe de contour

- ▶ Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Courbe** pour dessiner un contour de la moitié supérieure du corps de la libellule.

Utilisez autant de points de contrôle que vous sentez nécessaire pour les détails.

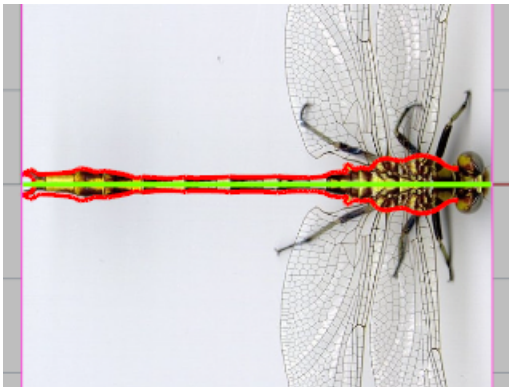
Dessinez uniquement jusqu'au cou. Vous créerez la tête d'une autre façon.



Faire une symétrie de la courbe

- ▶ Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Symétrie** pour copier la courbe autour de la ligne de référence.

La photographie montre que la libellule n'est pas symétrique par rapport à son axe. Cependant, comme votre libellule sera stylisée, cela n'a pas d'importance ici. Vous pouvez choisir le niveau de précision dont vous avez besoin.



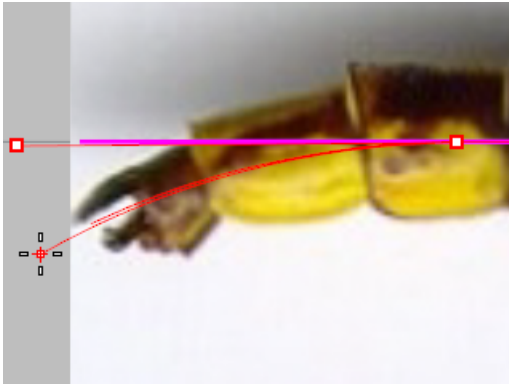
Afficher l'image de la vue de côté

- ▶ Utilisez la commande **Montrer** pour afficher le cadre d'image de la vue de côté.



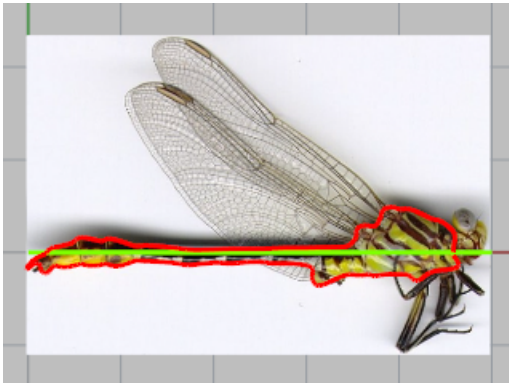
Raccorder la courbe

- ▶ Dans la fenêtre **Face**, utilisez la commande **Courber** pour faire baisser les courbes au niveau de la queue comme sur l'image.



Calquer le corps sur la vue de côté

- ▶ Dans la fenêtre **Face**, utilisez la commande **Courbe** pour calquer le contour du corps en utilisant deux courbes, une au-dessus de la ligne de référence et une en dessous. Agrandissez la fenêtre et zoomez. Choisissez autant de points que nécessaire pour créer les courbes. Utilisez plus de points quand vous arrondissez un sommet et moins de points pour les sections droites.



Préparer la vue

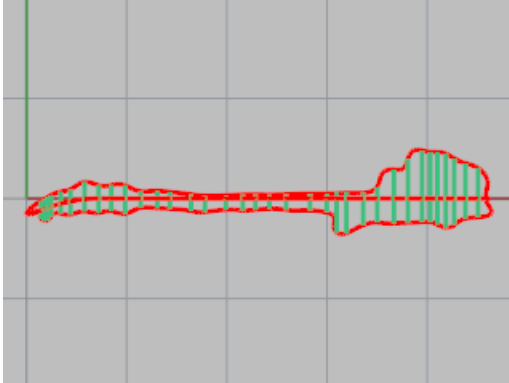
- ▶ **Cachez** les cadres image et la ligne de référence.



Créer la surface du corps

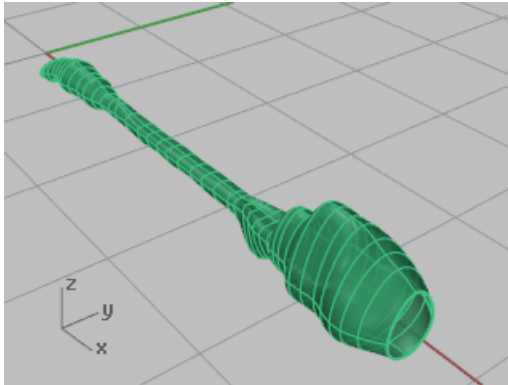
- ▶ Utilisez la commande **CourbeSecTransv** pour créer des courbes de section transversale passant par les courbes de dessus, de dessous et de côté.

Dessinez autant de courbes de section transversale que nécessaire pour réaliser tous les détails. Vous pourrez voir si vous avez assez de courbes quand vous créez la surface par sections dans la prochaine étape. Si vous n'avez pas assez de courbes pour créer la forme voulue dans une zone, ajoutez-en et recommencez la surface par sections.



Créer le corps avec une surface par sections

1. **Sélectionnez** toutes les courbes de section transversale que vous avez créées.
2. Utilisez la commande **SurfaceParSections** pour créer une surface passant par les profils de section transversale.



Dessiner la tête

Dessinez la tête avec un ellipsoïde et déplacez les points de contrôle pour le déformer. Les yeux sont aussi des ellipsoïdes. Le cou est une surface de raccordement.

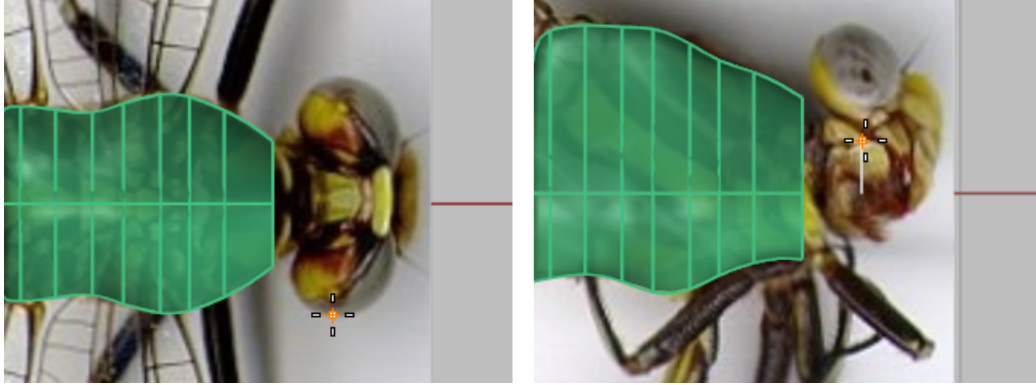


Dessiner la tête

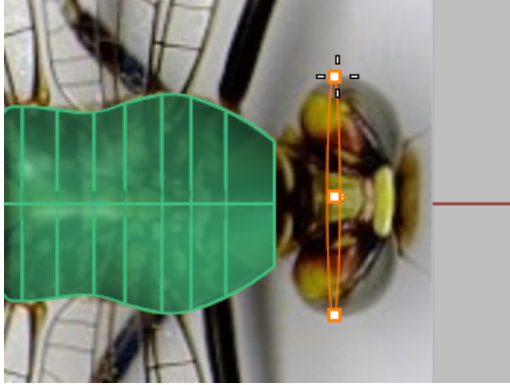
1. Utilisez la commande **Ellipsoïde** avec l'option **Diamètre** pour démarrer l'ellipsoïde dans la fenêtre **Face**.

2. Utilisez le **mode élévation** pour placer le premier point.
À l'invite **Point de départ du premier axe**, appuyez sur la touche **Commande** ⌘ et maintenez-la enfoncée puis, dans la fenêtre **Dessus**, cliquez près du côté de la tête.

3. Dans la fenêtre **Dessus**, déplacez le curseur vers le haut jusqu'au centre de la tête dans la vue de côté et cliquez.

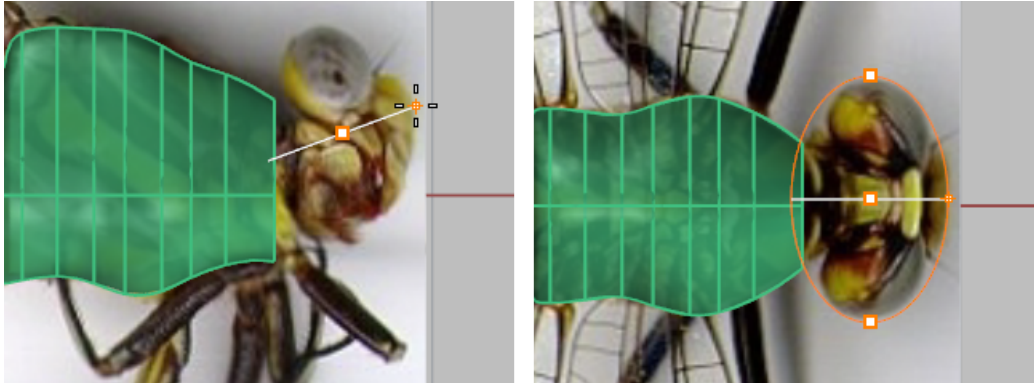


4. À l'invite **Fin du premier axe**, activez le mode **Ortho** dans la fenêtre **Dessus**, cliquez de l'autre côté de la tête.

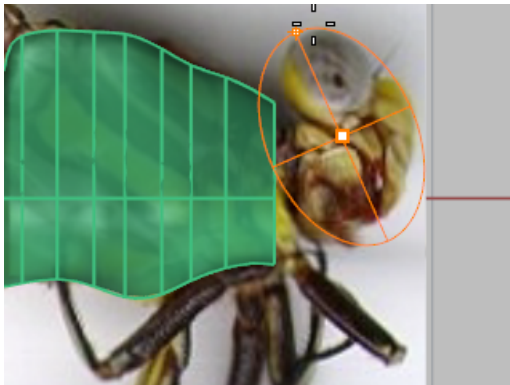


5. À l'invite **Fin du deuxième axe**, cliquez dans la fenêtre **Face** pour définir la taille de la tête de l'avant vers l'arrière.

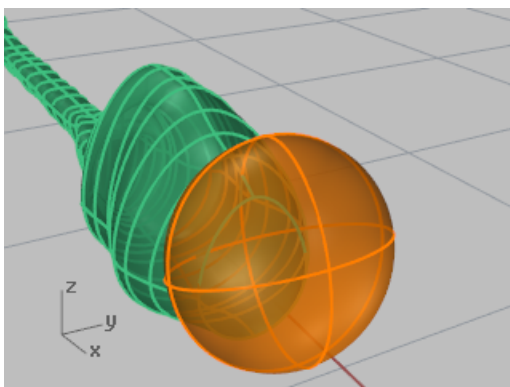
Regardez l'aperçu dans la fenêtre **Dessus** pour vérifier la taille générale.



6. À l'invite **Fin du troisième axe**, choisissez un point dans la fenêtre **Face** en haut de la tête.



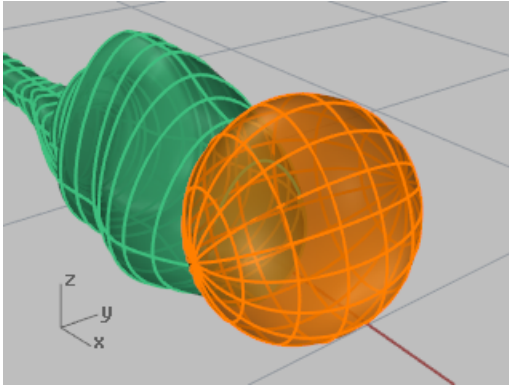
Note: Dessiner l'ellipsoïde dans cet ordre et utiliser ces fenêtres est important pour que les pôles de l'ellipsoïde soient bien placés pour la prochaine étape.





Reconstruire l'ellipsoïde

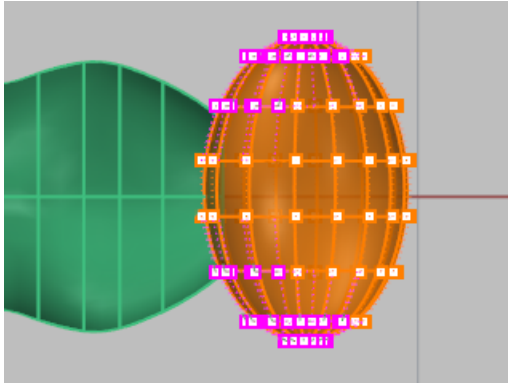
- ▶ Utilisez la commande **Reconstruire** pour ajouter des points de contrôle à l'ellipsoïde. Choisissez **16** points de contrôle dans la direction u et **10** dans la direction v.



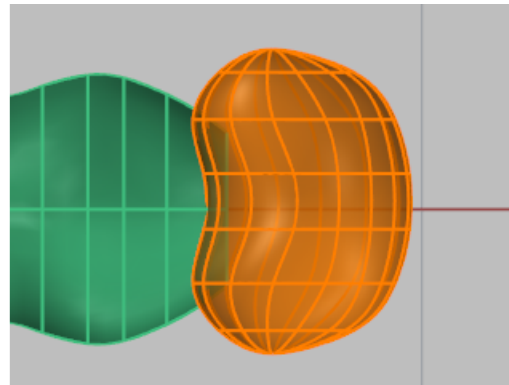
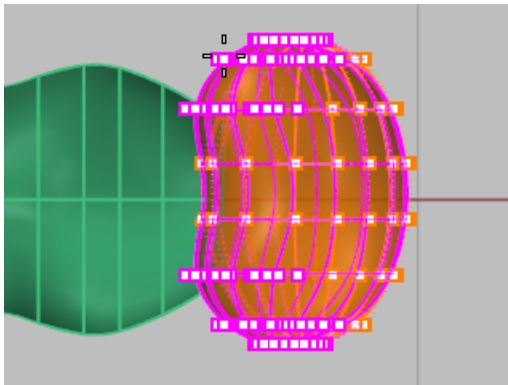


Déplacer les points de contrôle pour donner la forme de la tête

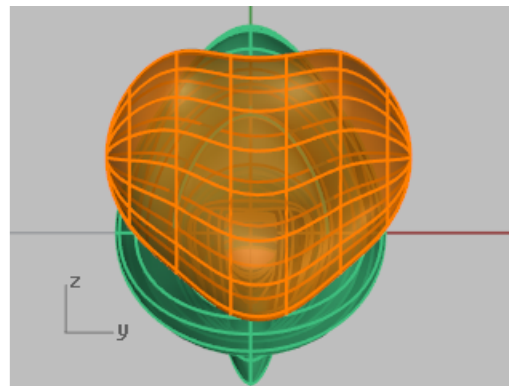
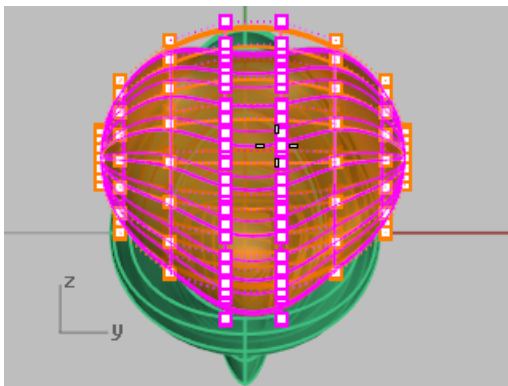
1. Utilisez la commande **ActiverPoints** pour afficher les points de contrôle de l'ellipsoïde.



2. Dans la fenêtre **Dessus**, sélectionnez les points de contrôle des deux côtés de l'ellipsoïde (avant et arrière) pour déformer la tête.



3. Dans la fenêtre **Droite**, faites glisser vers le bas les deux rangées de points du milieu.



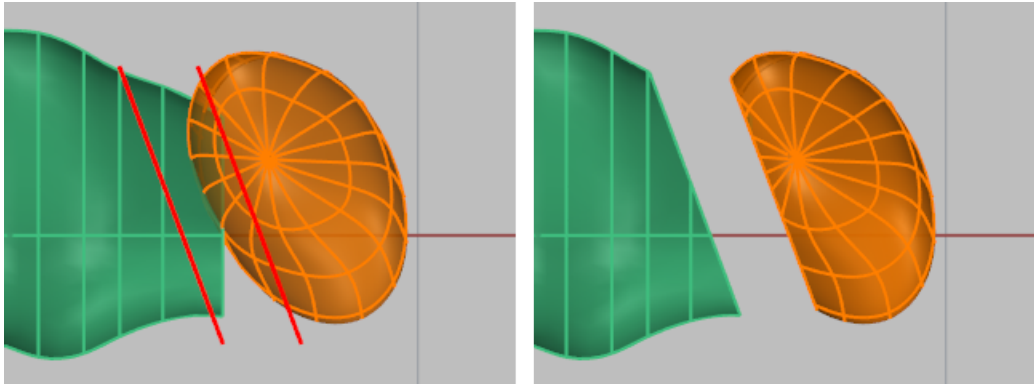
Raccorder la tête et le corps

Le cou est une surface de raccordement entre la tête et le corps. Vous allez tout d'abord limiter la forme de la tête pour créer une ouverture.



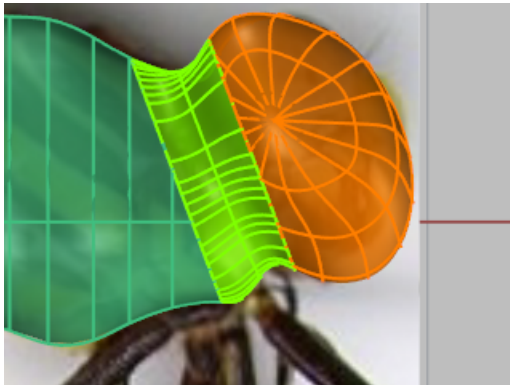
Limiter le cou

- ▶ Dans la fenêtre **Face**, dessinez des lignes comme sur l'image et **Limitez** les formes de la tête et du corps avec les lignes.



Raccorder le cou et le corps

- ▶ Utilisez la commande **RaccorderSurf** pour créer la surface de raccordement entre la tête et le corps. Vérifiez que les jointures sont alignées et que les flèches regardent dans la même direction.



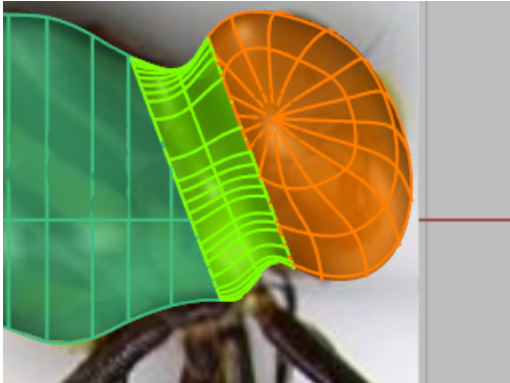
Dessiner les yeux

Les yeux sont de simples ellipsoïdes.



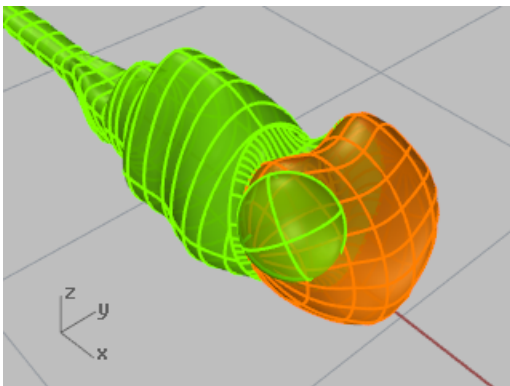
Dessiner l'ellipsoïde de base

- ▶ Utilisez la commande **Ellipsoïde** pour dessiner l'œil.
Utilisez les images pour définir la taille et la position de l'œil.



Positionner l'œil

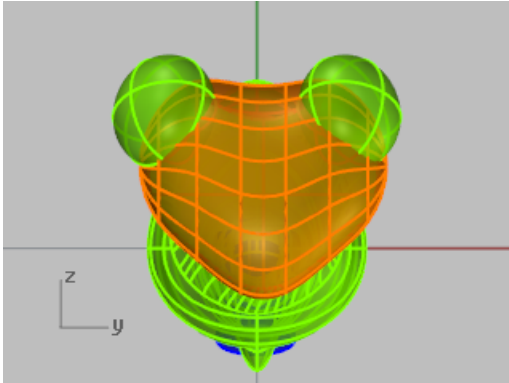
- ▶ Utilisez la commande **Orienter** ou les commandes **Déplacer** et **Rotation** pour ajuster la position de l'œil.





Copier l'autre côté avec une symétrie.

- ▶ Utilisez la commande **Symétrie** pour copier l'œil sur l'autre côté.



Former la queue

Une forme arrondie est découpée dans la partie composant l'extrémité de la queue. Utilisez une opération booléenne pour créer cette forme.



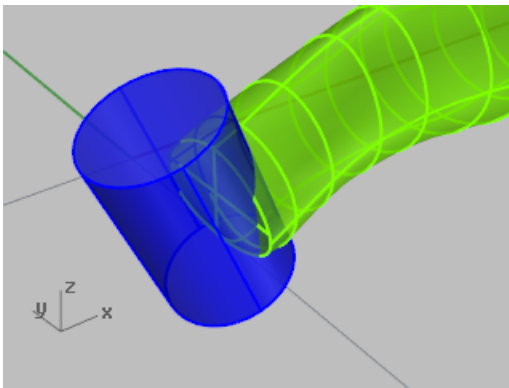
Fermer le corps

1. Si nécessaire, prolongez la section de la queue en activant les points de contrôle et en les faisant glisser pour qu'ils correspondent avec l'image.
2. Utilisez la commande **Boucher** pour que le corps soit solide.



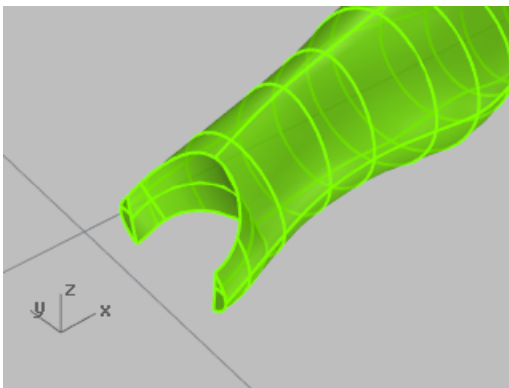
Dessiner un cylindre de découpe

- ▶ Utilisez la commande **Cylindre** pour dessiner un cylindre solide coupant la queue comme le montre l'image.



Opération booléenne sur la queue

- ▶ Utilisez la commande **Différence Booléenne** pour découper l'extrémité de la queue.



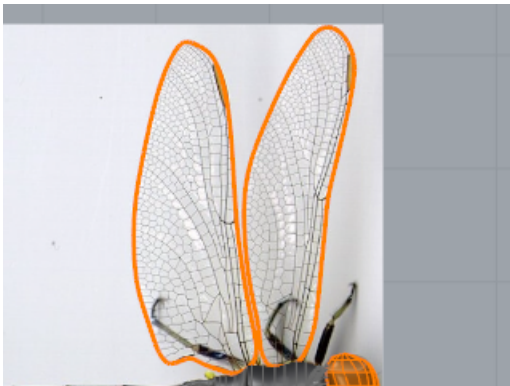
Calquer les ailes

Les ailes sont des solides créés à partir de courbes fermées. Les pattes sont créées en traçant une polyligne au milieu de la patte et en utilisant un tuyau pour réaliser une série de tubes autour de la polyligne.



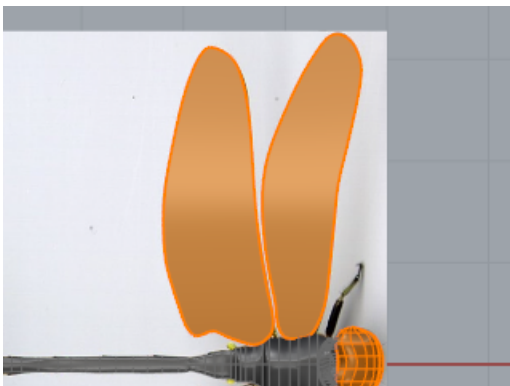
Dessiner la courbe de contour

- ▶ Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Courbe** pour calquer les ailes sur un côté de la libellule.



Extruder la courbe pour créer un solide.

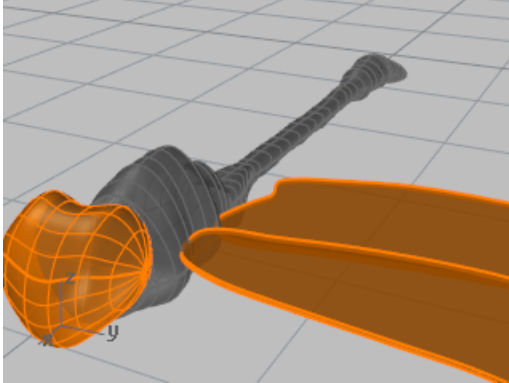
- ▶ Créez des solides à partir des courbes avec la commande **ExtruderCourbe**. Choisissez **Solide=Oui** dans les options de la ligne de commandes.





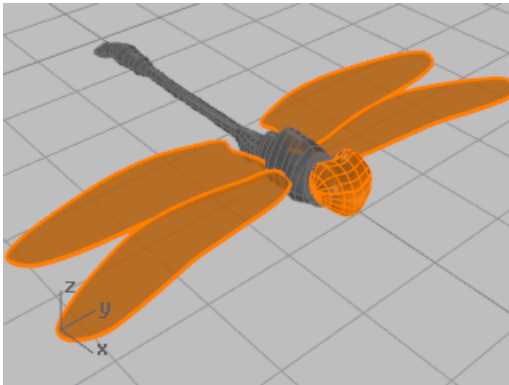
Déplacer les ailes dans leur position

- ▶ Placez les ailes à l'arrière avec la commande **Déplacer**.
Regardez l'image de la vue de côté de la libellule. L'aile de devant est légèrement plus haute que l'aile de derrière.



Copier les ailes de l'autre côté avec une symétrie

- ▶ Utilisez la commande **Symétrie** pour copier les ailes sur l'autre côté.



Dessiner les pattes

Les pattes sont des polygones avec un tuyau de rayon différent au début et à la fin.



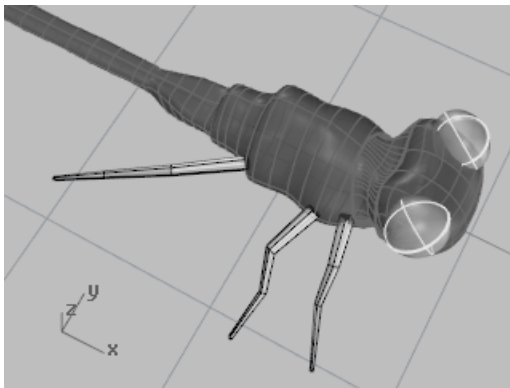
Dessiner la polygone de base

1. Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Polygone** pour tracer une polygone au centre des pattes.
2. Utilisez les points de contrôle pour positionner les pattes dans les fenêtres **Dessus** et **Face**.
Vous devrez utiliser votre imagination pour modifier les pattes puisque les deux images ne montrent pas les pattes du même insecte.



Appliquer un tuyau sur les pattes

- ▶ Utilisez la commande **Tuyau** pour dessiner les pattes autour des polygones.

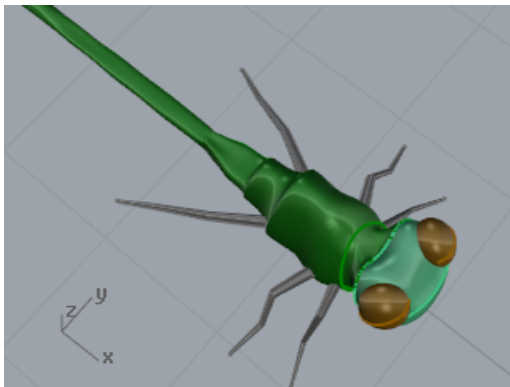


Regardez l'image d'arrière-plan pour déterminer le diamètre initial et final du tuyau.



Symétrie des pattes

- ▶ Utilisez la commande **Symétrie** pour copier les pattes de l'autre côté ou dessinez d'autres pattes de l'autre côté.



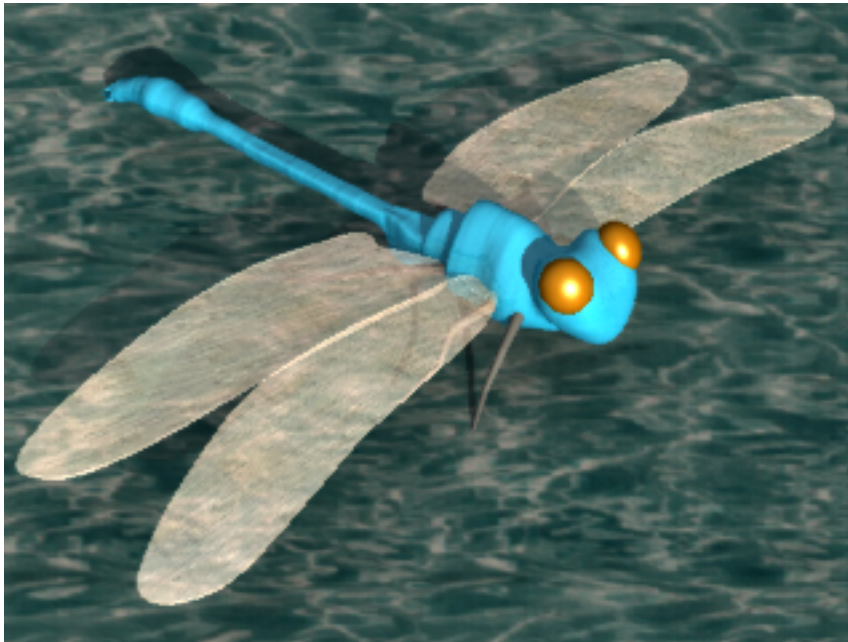
Dernières retouches

Pour plus de réalisme, ajoutez des couleurs, un reflet, de la transparence.



Calculer le rendu du modèle

- ▶ Ajoutez des matériaux et des textures et lancez le rendu.

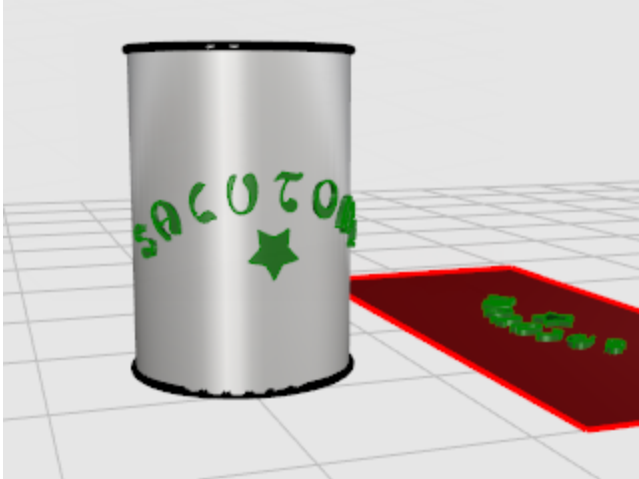


Déposer un texte - Glisser sur une surface

Ce didacticiel montre comment appliquer des solides et d'autres objets sur un cylindre. Ces objets pourraient être utilisés pour limiter des trous dans le cylindre.

Vous apprendrez à :

- Créer un texte avec des objets solides.
- Déposer des objets sur une surface.



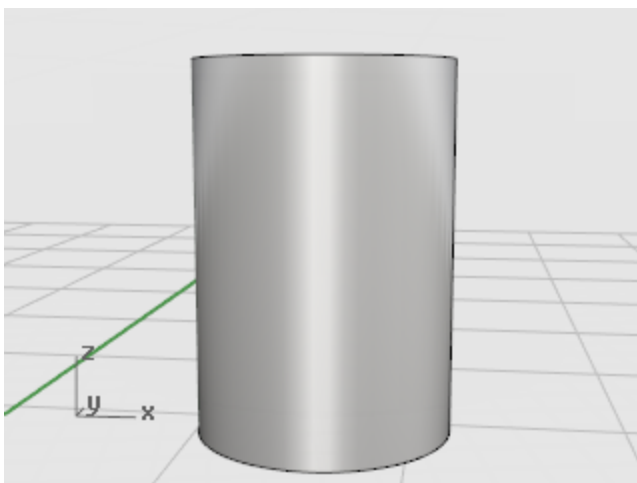
Créer une surface

Pour cet exemple, créez un cylindre très simple. Lorsque vous aurez appris à utiliser les techniques de base, vous pourrez utiliser d'autres types de surfaces. N'oubliez pas que les surfaces limitées conservent leur forme rectangulaire de base. Cette forme sous-jacente affectera le placement du texte.



Créer un cylindre

- ▶ Dans la fenêtre **Perspective**, utilisez la commande **Cylindre** avec l'option **Vertical** pour créer un cylindre solide.



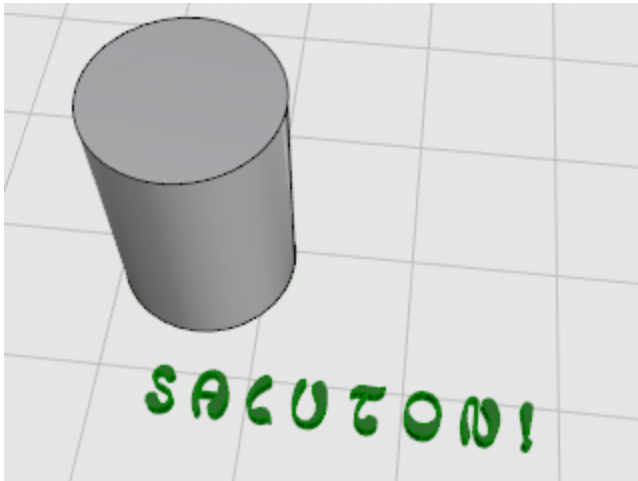
Créer les objets à déposer

Les solides seront déposés sur la surface du cylindre.



Créer le texte

1. Utilisez la commande **ObjetTexte** pour créer un texte en utilisant des **Solides**.
 Choisissez une police de caractère assez grande et simple au lieu d'une police très détaillée avec de nombreux trous.
 Choisissez une **hauteur** de **1.5** unités.
 Choisissez une **Épaisseur du solide** de **.1** unité.
2. Placez le texte sur le plan de construction près du cylindre. La position n'est pas importante.



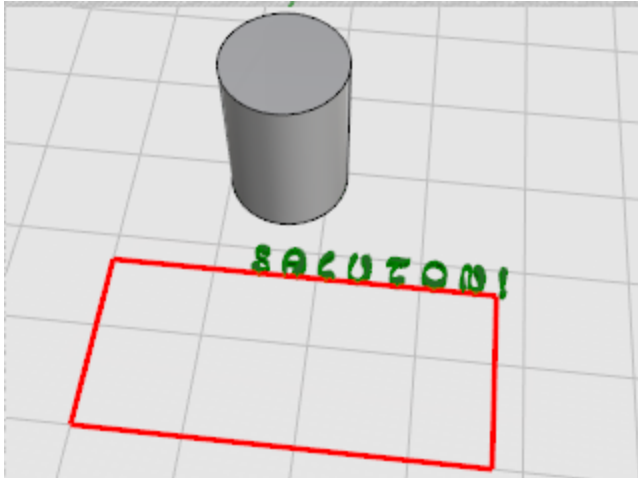
Contrôler le placement de l'objet

La commande **CréerCourbesUV** crée des versions planes des courbes u et v d'une surface afin de les utiliser pour orienter le texte. Utilisez le rectangle de contour pour disposer votre texte avant de l'appliquer sur le cylindre. Le rectangle est ensuite utilisé comme référence pour guider le placement des autres objets.



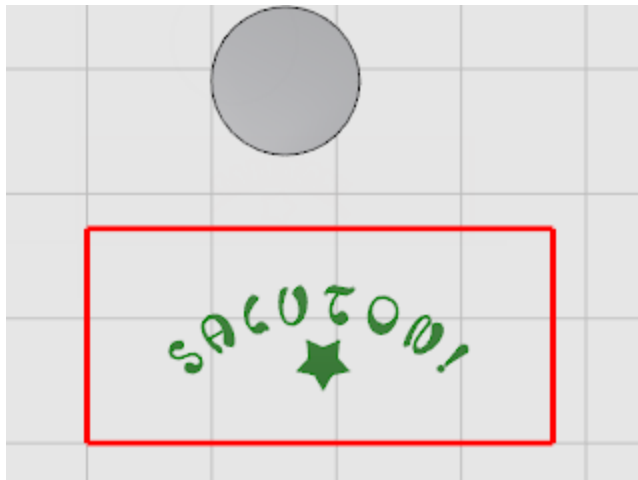
Créer la courbe UV

1. Utilisez la commande **CréerCourbesUV** sur le côté du cylindre pour créer des courbes représentant la frontière de la surface sur le plan de construction.
2. Sélectionnez le côté du cylindre.
Un rectangle est créé en commençant au point 0,0 dans le plan de construction de **Dessus**.



Positionner les objets de texte

- ▶ Utilisez la commande **Déplacer**, **Rotation** ou **Échelle** ou d'autres transformations pour organiser les objets de texte à l'intérieur du rectangle comme vous voulez qu'ils apparaissent sur le cylindre. Ajoutez des courbes de décoration.



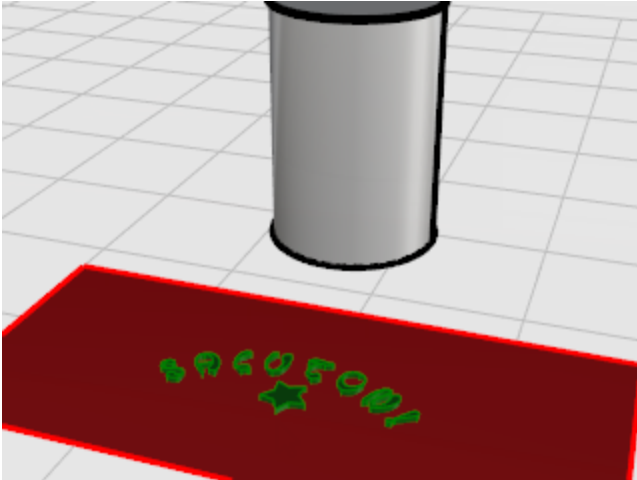
Créer une surface de référence

- ▶ Utilisez la commande **SurfacePlane** pour transformer le rectangle en surface. Vous utiliserez cette surface plus tard comme objet de référence pour la commande **GlisserSurSurface**.



Extruder les courbes du décoration

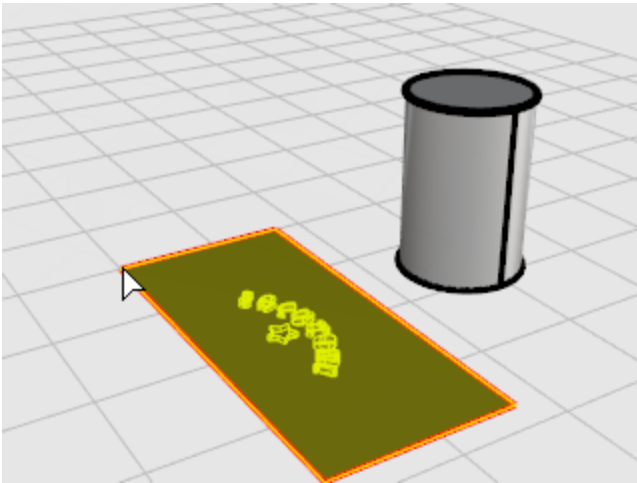
1. Si vous avez créé d'autres courbes, sélectionnez-les.
2. Utilisez la commande **ExtruderCourbe** pour donner de l'épaisseur aux décorations comme pour les lettres.
3. À l'invite **Distance de l'extrusion...**, choisissez **Solide=Oui**.
4. À l'invite **Distance d'extrusion...**, tapez **.1**.



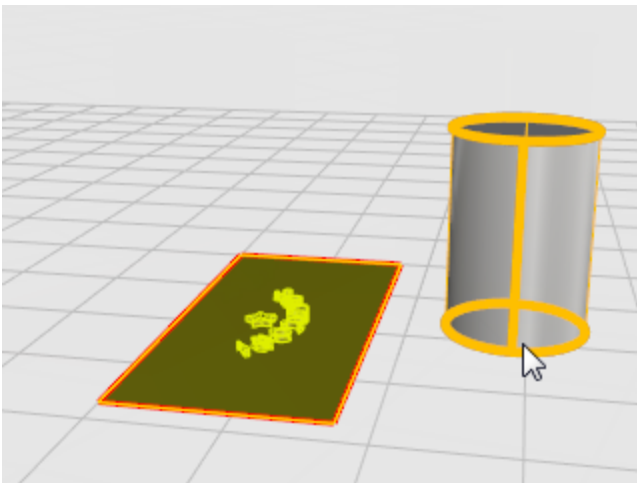
Déposer les lettres sur le cylindre

1. Sélectionnez les lettres et la décoration.
2. Lancez la commande **GlisserSurSurface**.
3. À l'invite **Surface de base...**, choisissez **Rigide=Non**.

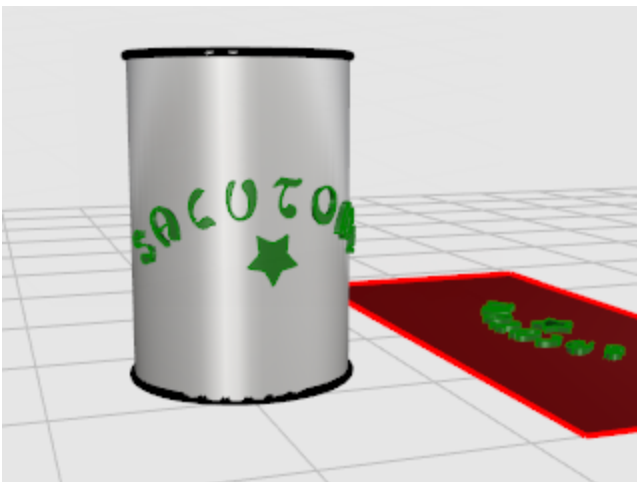
4. Cliquez sur le **plan rectangulaire** près du sommet inférieur gauche comme indiqué.



5. À l'invite **Surface cible...**, cliquez sur le cylindre près du bord inférieur de la jointure comme indiqué.



Les solides constituant le texte et la décoration sont déposés sur le cylindre.



Vous pouvez maintenant utiliser les lettres pour découper le cylindre ou appliquer des opérations booléennes sur les objets.

Pièce mécanique - Blocs

Cet exemple montre comment utiliser Rhino pour modéliser une pièce mécanique simple.

Vous apprendrez à

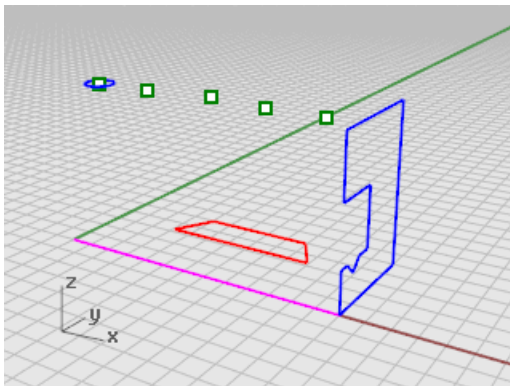
- Créer des objets d'extrusion
- Faire une différence booléenne entre des formes
- Percer des trous
- Créer un dessin de lignes 2D à partir de formes 3D
- Coter le dessin 2D et modifier le texte de cotation



Ouvrir le modèle du didacticiel

- ▶ Ouvrez le modèle du tutoriel **BlocOutil.3dm** puis cliquez sur **Ouvrir**.

 [Télécharger les modèles du tutoriel.](#)



Créer des formes solides

Commencez par créer deux formes solides de base à partir des courbes de profil qui se trouvent sur les calques Profil-01 et Profil-02.



Définir les calques

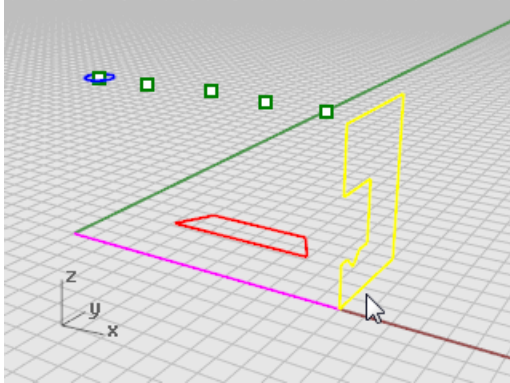
- ▶ Dans le panneau **Calques**, vérifiez que le calque **Profil-01** est le calque actuel.



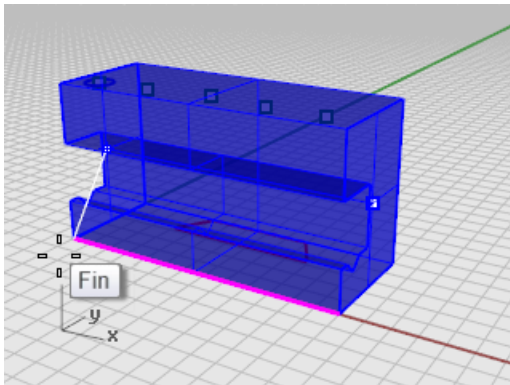
Extruder la courbe de profil

1. Dans le menu **Solide**, cliquez sur **Extruder une courbe plane > Droit**.
2. Activez l'accrochage aux objets **Fin**.

3. À l'invite **Sélectionner les courbes à extruder**, sélectionnez la courbe de profil bleue et appuyez sur **Entrée**.



4. À l'invite **Distance d'extrusion**, définissez les options de la ligne de commandes **Solide** et **EffacerOriginal** sur **Oui**.
5. Cliquez sur la fin de la ligne de construction magenta.



La forme extrudée est un solide car elle représente un volume fermé dans l'espace.



Cachez le solide

- ▶ **Sélectionnez** le solide et, dans le menu **Édition**, cliquez sur **Visibilité > Cacher**.



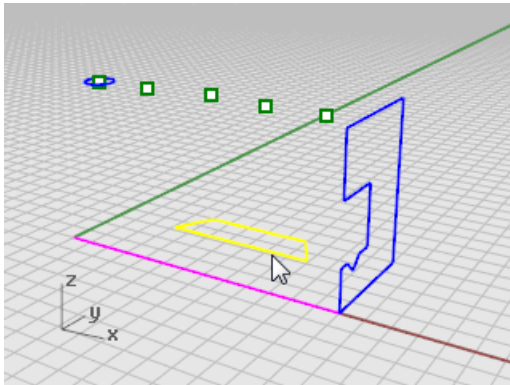
Définir les calques

- ▶ Dans le panneau **Calques**, choisissez **Profil-02** comme calque actuel.

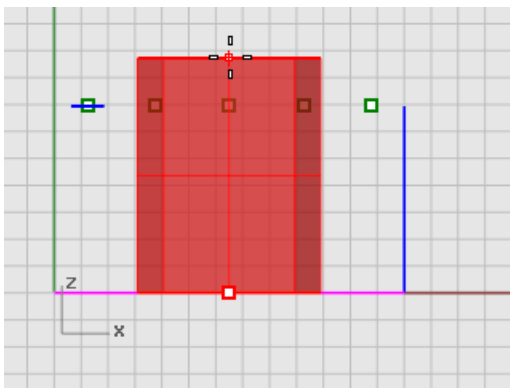


Extruder la courbe de profil

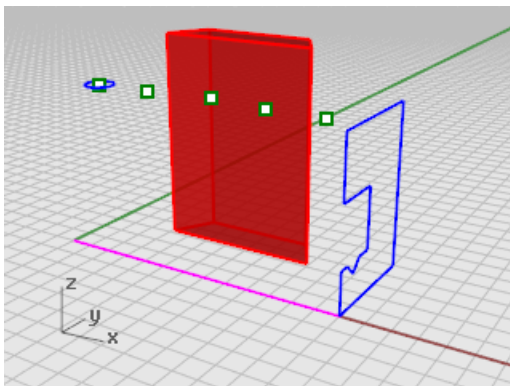
1. **Sélectionnez** la courbe de profil rouge.



2. Dans le menu **Solide**, cliquez sur **Extruder une courbe plane > Droit**.
3. À l'invite **Sélectionner les courbes à extruder**, définissez les options de la ligne de commandes **Solide** et **EffacerOriginal** sur **Oui**.
4. À l'invite **Distance d'extrusion**, dans la fenêtre **Face**, faites glisser l'extrusion au-dessus de la hauteur de la courbe bleue et cliquez.



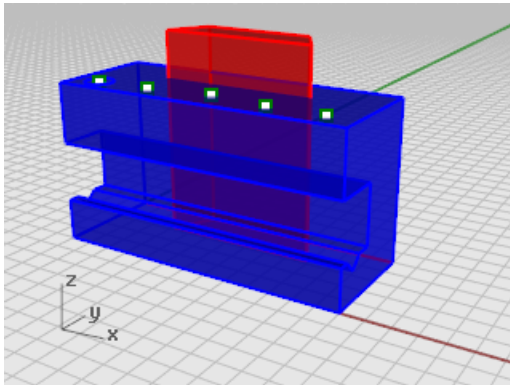
Le solide apparaît sur le calque rouge Profil-02 actuel.





Montrer le solide

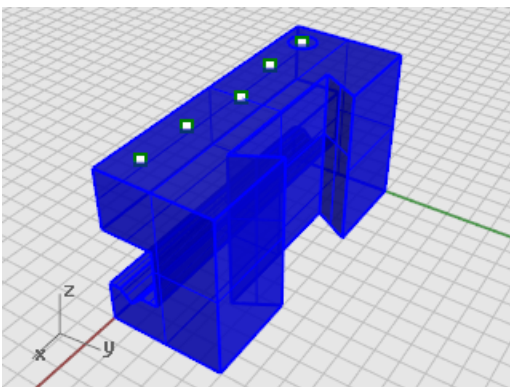
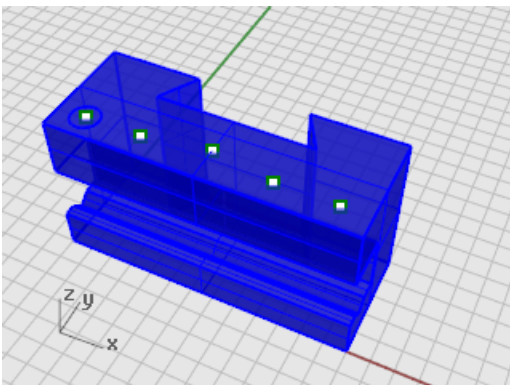
- ▶ Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Visibilité > Montrer**.



Opération booléenne sur les deux solides

1. Dans le menu **Solide**, cliquez sur **Différence**.
2. À l'invite **Sélectionner les surfaces ou les polysurfaces de base pour la soustraction**, sélectionnez le solide bleu et appuyez sur **Entrée**.
3. À l'invite **Sélectionner les surfaces ou les polysurfaces avec lesquelles réaliser la soustraction**, définissez **EffacerOriginal = Oui** dans la ligne de commandes.
4. **Sélectionnez** le solide rouge et appuyez sur **Entrée**.

Le résultat sera un nouveau solide ou une nouvelle polysurface. Une polysurface est un ensemble de surfaces qui peuvent être fermées ou ouvertes. Un solide est un ensemble de surfaces fermé.



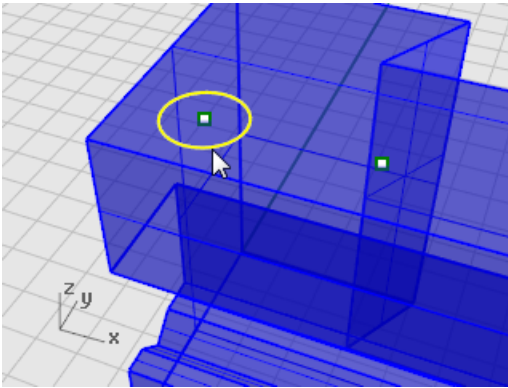
Percer les trous

Un cercle de construction est déjà dessiné pour créer le premier trou.



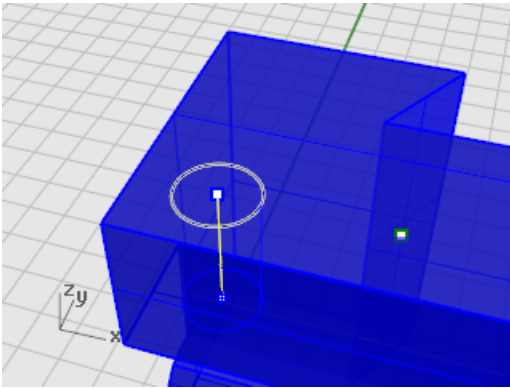
Faire des trous dans le solides

1. **Sélectionnez** le cercle vert comme le montre le dessin.

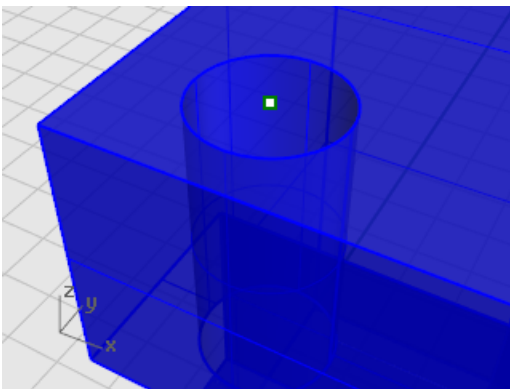
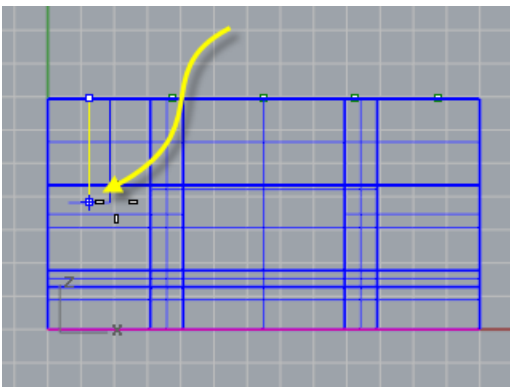


2. Dans le menu **Solide**, cliquez sur **Outils de modification de solides > Trous > Créer un trou**.
3. À l'invite **Sélectionner une surface ou polysurface**, sélectionnez la polysurface bleue.

4. À l'invite **Première profondeur de découpe**, faites glisser le trou sur la partie supérieure de l'objet.



5. Cliquez dans la vue de **Face**.



Copier les trous

Après avoir percé un trou, vous pouvez copier les autres.



Copier les trous

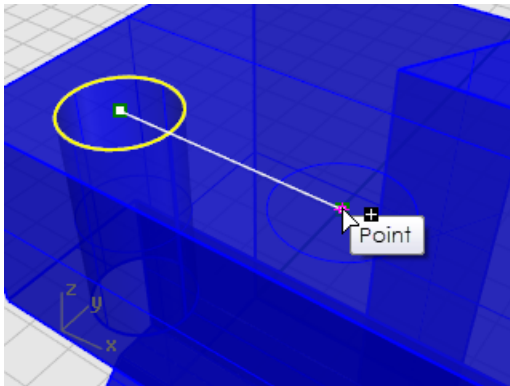
Copiez les trois trous restants, alignés avec le trou précédent, avec cette commande.

1. Dans le panneau **Accrochages**, activez l'option **Point**.
2. Dans le menu **Solide**, cliquez sur **Outils de modification de solides > Trous > Copier des trous**.



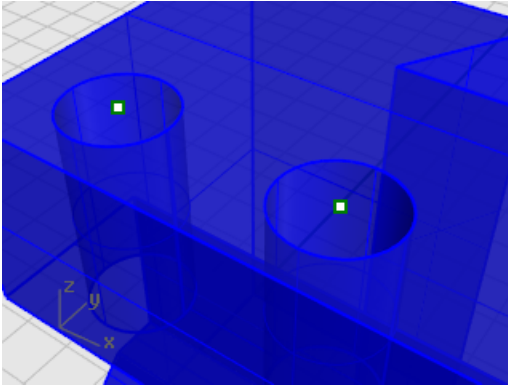
Note: Copier des trous correspond en fait à la commande **DéplacerTrou** avec l'option **Copier=Oui**.

3. À l'invite **Sélectionner des trous sur une surface plane**, sélectionnez le premier trou et appuyez sur **Entrée**.

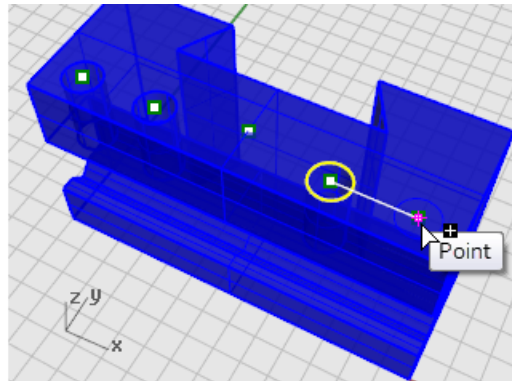
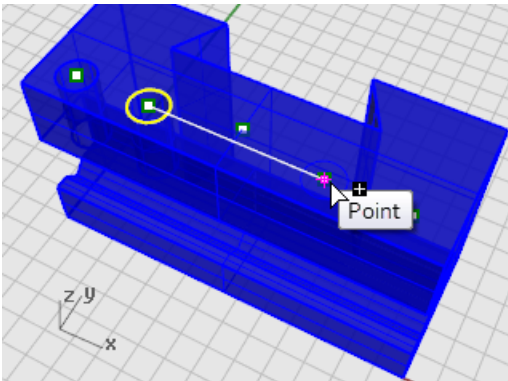


4. À l'invite **Point de départ de la copie**, cliquez sur l'objet ponctuel au centre du premier cercle.

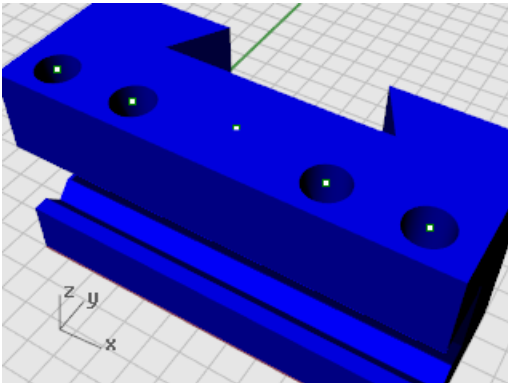
5. À l'invite **Point où copier l'objet (Copier=Oui)**, cliquez sur le centre du trou suivant.



6. Répétez cette étape pour les deux trous de l'autre côté de la pièce.



Note: N'utilisez pas le point au centre de la pièce.

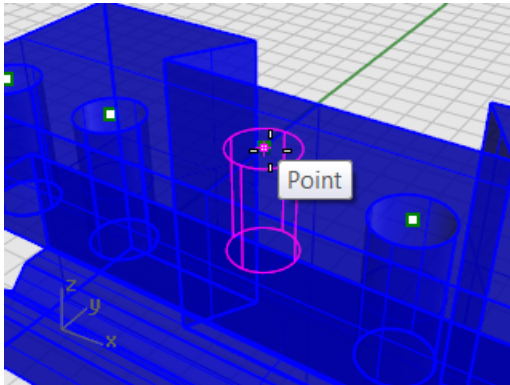


Créer le trou rond

Le trou central est différent car il ne traverse pas entièrement la partie supérieure du solide bleu. Il n'y a pas de cercle de référence.

1. Dans le menu **Solide**, cliquez sur **Outils de modification de solides > Trous > Trou rond**.
2. À l'invite **Sélectionner la surface cible**, sélectionnez la surface supérieure du solide bleu.

3. À l'invite **Centre**, définissez les options de la ligne de commande comme suit :
Profondeur=**0.5**
Diamètre=**0.312**
AnglePointPercée=**180**
Traverser=**Non**
Direction=**NormalePlanC**
4. Cliquez sur l'objet ponctuel au milieu du solide bleu pour terminer de créer le trou.



Tester le solide

La polysurface obtenue est un solide fermé. Un solide définit un volume fermé dans l'espace. La commande **Propriétés** indiquera si cette pièce est un solide fermé.

1. **Sélectionnez** la pièce.
2. Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Propriétés de l'objet (F3)**.
3. Dans le panneau **Propriétés**, cliquez sur le bouton **Infos**.

Dans la fenêtre **Description de l'objet**, vous pourrez voir si l'objet est bien valide et fermé.

Géométrie :

Polysurface valide.

Polysurface solide fermée avec 23 surfaces.

Faire un dessin 2D

La commande **Dessin 2D** génère des lignes 2D à partir d'un solide 3D.



Créer un dessin de lignes 2D

1. **Sélectionnez** la pièce.
2. Dans le menu **Cote**, cliquez sur **Dessin 2D**.
3. Dans la boîte de dialogue **Options de dessin 2D**, sous **Configuration du dessin**, cliquez sur **4 vues (États-Unis)**.
Sous **Options**, cochez les cases **Montrer les bords tangents** et **Montrer les lignes cachées**.
4. Cliquez sur **Accepter**.

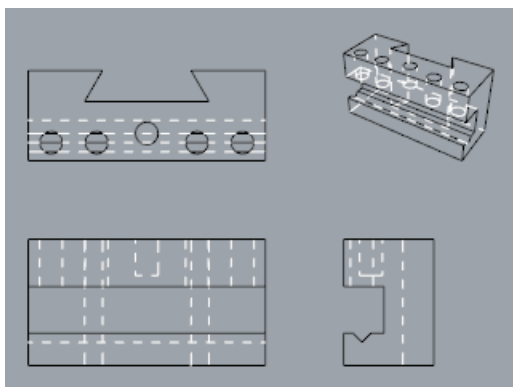
Coter le dessin 2D

Ajoutez des cotes aux pièces en utilisant le dessin 2D.



Définir les calques

1. Dans le panneau **Calques**, choisissez **Cote** comme calque actuel.
2. Désactivez tous les calques sauf **Cotes** et **Dessin2D**.
3. Dans la colonne **Type de ligne**, pour le calque **Dessin2D > caché > lignes**, cliquez sur **Continu**.
4. Dans la fenêtre **Sélectionner le type de ligne**, sélectionnez **Tirets**.



Configurer la fenêtre

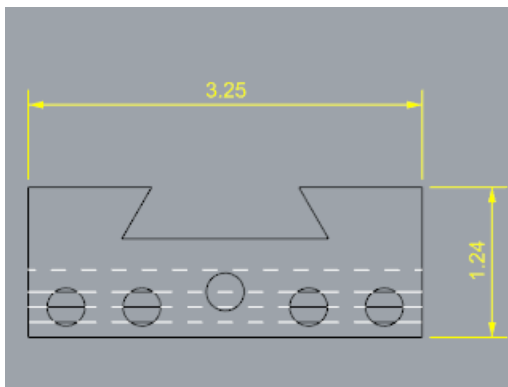
- ▶ Double cliquez sur son titre pour agrandir la fenêtre **Dessus**.



Coter la pièce

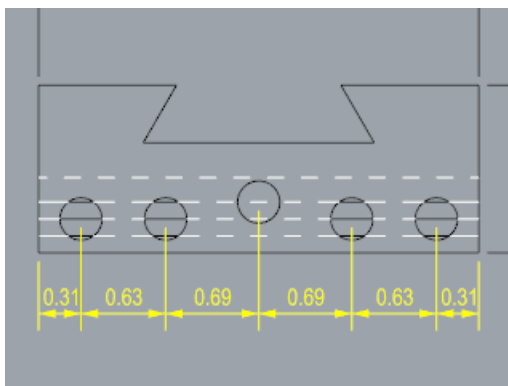
1. Dans le menu **Cote**, cliquez sur **Cote linéaire**.
2. Dans le panneau **Accrochages**, activez l'accrochage **Fin**, désactivez l'accrochage **Point**.
3. À l'invite **Premier point de la cote**, cliquez sur le coin supérieur gauche de la pièce.
4. À l'invite **Deuxième point de la cote**, cliquez sur le coin inférieur droit de la pièce.
5. À l'invite **Position de la cote**, cliquez pour placer le ligne de la cote.

6. Recommencez pour générer une cote verticale sur la partie droite de la pièce.



Coter la pièce horizontalement

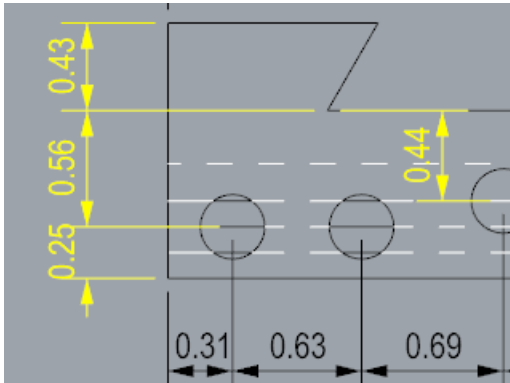
1. Dans le menu **Cote**, cliquez sur **Cote linéaire**.
2. À l'invite **Premier point de la cote**, choisissez **Continuer=Oui** dans la ligne de commandes. Vous pourrez ainsi créer une suite de cotes.
3. À l'invite **Premier point de la cote**, cliquez sur le coin inférieur gauche de la pièce.
4. À l'invite **Deuxième point de la cote**, activez l'accrochage **Centre** et cliquez au centre du premier cercle.
5. À l'invite **Position de la cote**, cliquez en dessous de la pièce.
6. Aux invites **Position de la cote** suivantes, continuez à sélectionner les centres des cercles.
7. Terminez en sélectionnant le sommet inférieur droit de la pièce et appuyez sur **Entrée**.





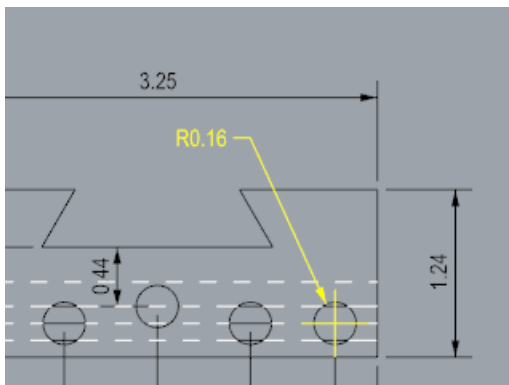
Coter les trous verticalement

- ▶ Recommencez la suite de cotes pour créer les cotes verticales.



Ajouter des cotes de rayon

1. Dans le menu **Cote**, cliquez sur **Cote de rayon**.
2. À l'invite **Sélectionner la courbe pour la cote de rayon**, sélectionnez le trou le plus à droite.
3. À l'invite **Position de la cote**, cliquez au-dessus de la pièce.



4. Double cliquez sur le texte de la cote de rayon et dans la case d'édition, ajoutez le texte **Typ. 5 places**.

