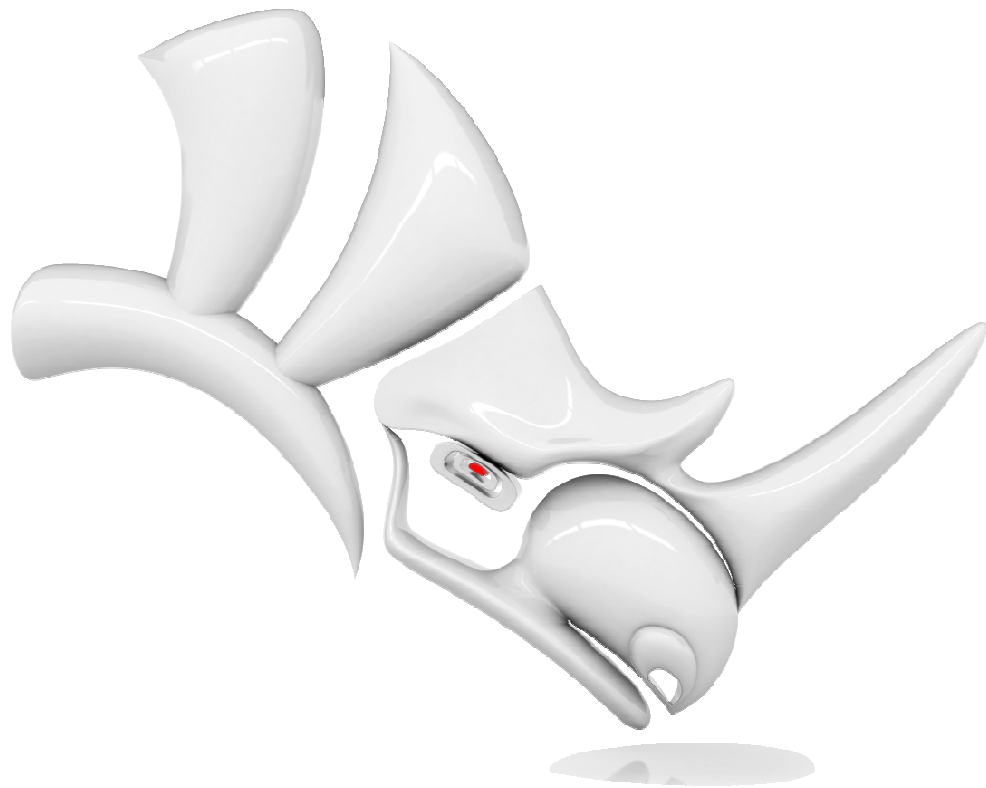


Rhino**ceros**[®]

outils de modélisation pour les dessinateurs

Manuel de formation Niveau 2



Rhinoceros v5.0, Niveau 2, Manuel de formation

Revu 11/29/2013, [Jerry Hambly](#)

© Robert McNeel & Associates 2013

Tous droits réservés.

Copyright © Robert McNeel & Associates

La reproduction numérique ou sur papier d'une partie ou de l'ensemble de ce manuel pour une utilisation personnelle ou pédagogique est autorisée et gratuite, uniquement à des fins non lucratives. La reproduction à d'autres fins, la réédition, la publication sur des serveurs et la redistribution dans des listes de diffusion sont soumises à l'accord préalable de Robert McNeel & Associates. Demande d'autorisation pour la réédition : Publications, Robert McNeel & Associates, 3670 Woodland Park Avenue North, Seattle, WA 98103; FAX (206) 545-7321; e-mail permissions@mcneel.com.

Traduction de la version en langue anglaise publiée par Robert McNeel & Associates. Cette traduction est propriété de McNeel Europe S.L.

Table des matières

PARTIE I: Prise en main	5	Surfaces avec des plis	93
1 Introduction	1	Profilier des courbes pour contrôler la qualité des surfaces	99
Durée	1	8 Utiliser des images en arrière-plan	105
Prérequis :.....	1	9 Approche de la modélisation	113
Objectifs du cours	1	10 Appliquer des graphiques 2D	123
Programme A : 3 jours de cours.....	3	Créer un modèle à partir d'un dessin 2D.....	128
Programme B : 6 demi-journées (formation en ligne) ..	3	11 Analyse de surface	133
PARTIE II: Personnalisation de l'interface	7	12 Sculpter	139
2 Personnaliser Rhino	9	Outils d'aide à l'édition des points de contrôle.....	139
Configuration des barres d'outils.....	9	Manipulateur.....	139
Règles pour les commandes dans les boutons	15	ModeGlisser	139
Alias de commandes.....	18	Déplacement par intervalles	140
Éditeur de macro.....	19	DéfinirPt.....	140
Touches de raccourci.....	20	InsérerNœud	140
Modules	21	InsérerPointContrôle.....	140
Scripts.....	24	13 Outils de déformation	147
Fichiers modèles.....	25	Déformer des objets.....	147
PARTIE III : Techniques de modélisation avancées	31	14 Blocs	153
3 Topologie des NURBS	33	Occurrences et définitions.....	153
4 Création de courbe et continuité	37	Définir des blocs	153
Degré de la courbe	37	Points d'insertion	153
Continuité des courbes et des surfaces	39	Blocs liés et incorporés.....	153
Continuité des courbes et diagramme de courbure	40	Calques et blocs.....	153
Techniques avancées pour contrôler la continuité.....	51	Modifier des blocs	154
5 Continuité de surface	53	15 Résolution des problèmes	157
Analyser la continuité des surfaces.....	53	Stratégie générale.....	157
Adapter la continuité des surfaces	53	Commencer avec un fichier propre	157
Ajouter des nœuds pour contrôler l'adaptation des surfaces	57	Guide de réparation de fichiers	157
Commandes qui tiennent compte de la continuité	59	16 Maillages	161
Options de raccordement de surface	71	Maillages de rendu.....	161
Congés, raccordements et sommets	72	Maillages pour la fabrication.....	161
6 Modéliser avec l'historique	81	Maillages à partir d'objets NURBS	162
Activation de l'historique	82	PARTIE IV : Rendu	167
Pourquoi l'enregistrement de l'historique est-il désactivé par défaut ?	82	17 Rendu	169
Étapes du processus de l'historique.....	83	Propriétés de rendu.....	171
Commandes compatibles avec l'historique	84	Éclairage de la scène	173
Commandes d'utilisation de l'historique	84	Placages d'images et de relief.....	175
7 Techniques avancées de création de surfaces	87	Décalcomanies.....	176
Boutons bombés	87		

Liste des exercices

Exercice 1—Souris à molette (échauffement)	5
Exercice 2—Personnalisation de l'interface de Rhino	9
Exercice 3—Topologie	33
Exercice 4—NURBS limitées	35
Exercice 5—Degré d'une courbe.....	37
Exercice 6—Continuité géométrique	45
Exercice 7—Continuité de tangence	46
Exercice 8—Continuité de courbure	50
Exercice 9—Continuité de surface et AdapterSurf	53
Exercice 10—Commandes de continuité.....	60
Exercice 11—Options de patch	62
Exercice 12—Surface par sections	64
Exercice 13-Raccordements	65
Exercice 14—Options de raccordement.....	71
Exercice 15—Congés à rayon variable	73
Exercice 16—Raccordements et chanfreins à rayon variable	74
Exercice 17—Congé avec patch	75
Exercice 18—Sommets lisses	75
Exercice 19—Introduction à l'historique	81
Exercice 20—Boutons bombés	87
Exercice 21—Surfaces avec pli.....	93
Exercice 22—Surfaces avec un pli (Partie 2)	96
Exercice 23—Combiné.....	105
Exercice 24—Découpe.....	113
Exercice 25—Importer un fichier d'Adobe Illustrator.....	123
Exercice 26—Faire glisser le logo sur une surface de forme libre avec l'historique	125
Exercice 27—Créer une bouteille de détergent.....	128
Exercice 28—Analyse de surface.....	133
Exercice 29—Tableau de bord	141
Exercice 30—Utiliser la modification avec une cage pour déformer un objet	147
Exercice 31—Utiliser d'autres outils de déformation	150
Exercice 32- Notions de base sur les blocs.....	154
Exercice 33—Insertion de fichiers sous forme de blocs ...	156
Exercice 34—Résolution des problèmes.....	159
Exercice 35—Maillage.....	161
Exercice 36—Rendu avec Rhino.....	169
Exercice 37—Rendu d'une scène	171

PARTIE I:

Prise en main

1 Introduction

Ce guide accompagne les cours de formation de niveau 2 pour Rhinoceros. Ce cours est destiné aux personnes qui utiliseront Rhino ou qui proposeront un service d'assistance.

Le cours étudie des techniques de modélisation avancées afin d'aider les participants à mieux comprendre comment appliquer les outils de Rhino dans la pratique.

Lors de la formation, vous recevrez des informations à un rythme accéléré. Pour de meilleurs résultats, entraînez-vous sur Rhino entre chaque session et consultez le fichier d'aide dans le menu ? : *Rubriques de l'aide*.

Durée

3 jours

Prérequis :

Réalisation de la formation de Niveau 1 et trois mois d'expérience avec Rhino.

Objectifs du cours

Dans ce cours, vous apprendrez à :

- Personnaliser les barres d'outils et les collections de barres d'outils
- Créer des macros simples
- Utiliser les accrochages aux objets avancés
- Utiliser les contraintes d'angle et de distance avec les accrochages aux objets
- Créer et modifier des courbes qui seront utilisées dans la construction de surfaces en utilisant les méthodes d'édition de points de contrôle
- Analyser des courbes en utilisant le diagramme de courbure
- Utiliser différentes stratégies pour construire des surfaces
- Reconstruire des surfaces et des courbes
- Contrôler la continuité de la courbure des surfaces
- Créer, manipuler, enregistrer et restaurer des plans de construction personnalisés
- Créer des surfaces et des fonctions en utilisant les plans de construction personnalisés
- Grouper des objets
- Visualiser, évaluer et analyser des modèles en utilisant les fonctions d'ombrage
- Placer un texte autour d'un objet ou sur une surface
- Appliquer des courbes planes sur une surface
- Créer des modèles 3D à partir de dessins 2D et d'images scannées
- Épurer des fichiers importés et exporter des fichiers propres
- Utiliser les outils de rendu

Programme A : 3 jours de cours

Jour 1	Sujet
8 - 9h30	Introduction et exercice d'entraînement.
9h30 - 12h00	Interface et personnalisation
12 - 13 h	Déjeuner
13h - 14h30	Topologie des NURBS et degré des courbes
14h30 - 17h	Continuité des courbes et des surfaces
Jour 2	Sujet
8 - 10 h	Historique, création avancée de surfaces et outils pour le plan de construction
10 - 12 h	Plans de constructions (suite), appliquer des objets sur des surfaces
12 - 13 h	Déjeuner
13h - 14h30	Analyse de surface
14h30 - 17h	Mise en pratique - Exercice de la Prise d'air
Jour 3	Sujet
8 - 10 h	Plans de constructions (suite), appliquer des objets sur des surfaces
10 - 12 h	Analyse de surface, manipulation directe de surfaces
12 - 13 h	Déjeuner
13 - 15 h	Blocs, résolution de problèmes, maillages
15 - 17 h	Rendu (suivant le temps restant)

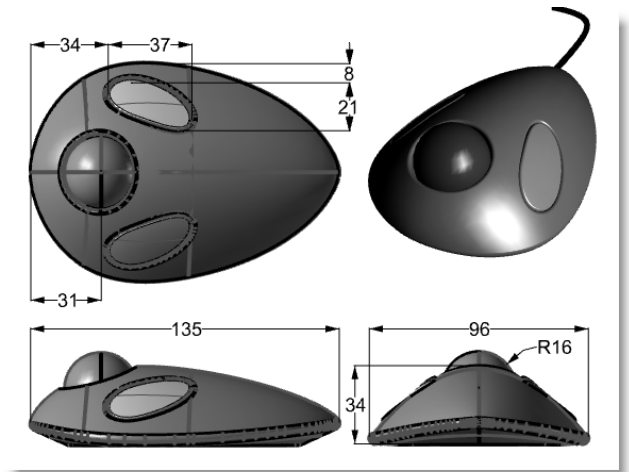
Programme B : 6 demi-journées (formation en ligne)

Session 1	Sujet
9 - 10 h 45	Introduction et exercice d'entraînement.
11h - 12h30	Interface et personnalisation
Session 2	Sujet
9 - 10 h 45	Topologie des NURBS et degré des courbes
11 h - 12 h 45	Continuité des courbes et des surfaces
Session 3	Sujet
9 - 10 h 45	Historique, création avancée de surfaces et outils pour le plan de construction
11 h - 12 h 45	Plans de constructions (suite), appliquer des objets sur des surfaces
Session 4	Sujet
9 - 10 h 45	Analyse de surface
11 h - 12 h 45	Mise en pratique - Exercice de la Prise d'air
Session 5	Sujet
9 - 10 h 45	Plans de constructions (suite), appliquer des objets sur des surfaces
11 h - 12 h 45	Analyse de surface, manipulation directe de surfaces
Session 6	Sujet
9 - 10 h 45	Blocs, résolution de problèmes, maillages
11 h - 12 h 45	Rendu (suivant le temps restant)

Exercice 1—Souris à molette (échauffement)

- 1 Commencez un nouveau modèle. Enregistrez-le sous **Souris à molette.3dm**.
- 2 Modélisez une souris à molette.

Les dimensions sont en millimètres. Utilisez les cotes comme guide.



PARTIE II:

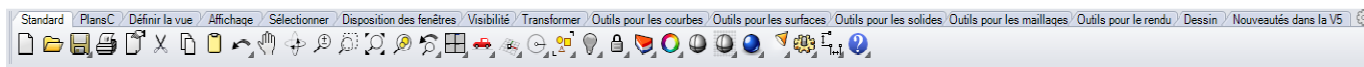
Personnalisation de l'interface

2 Personnaliser Rhino

Ce chapitre aborde la personnalisation de l'interface de Rhino avec les outils suivants :

- Configuration des barres d'outils
- Éditeur de macro
- Touches de raccourci
- Scripts
- Fichiers modèles

Configuration des barres d'outils



La configuration des barres d'outils est l'arrangement des barres d'outils contenant les boutons de commande sur l'écran. La configuration des barres d'outils est enregistrée dans un fichier avec l'extension .rui que vous pouvez ouvrir et enregistrer. Les fichiers rui contiennent les macros de commandes, les icônes en trois tailles ainsi que les infos-bulles et le texte des boutons. Rhino est installé avec un fichier de barres d'outils par défaut et il enregistre automatiquement la configuration active avant de se fermer sauf si le fichier .rui est en lecture seule. Vous pouvez créer vos propres fichiers et les enregistrer pour les utiliser plus tard.

Plusieurs fichiers de barres d'outils peuvent être ouverts en même temps. Cette option permet une grande flexibilité quant à l'affichage des barres d'outils pour des tâches particulières.

Les outils de personnalisation de Rhino facilitent la création et la modification des barres d'outils et des boutons. Et pour une flexibilité encore plus grande, les commandes peuvent être combinées en macros afin de réaliser des tâches plus complexes. Outre la personnalisation des barres d'outils, il est possible de définir des alias de commandes et des touches de raccourci pour réaliser certaines tâches dans Rhino.

Exercice 2—Personnalisation de l'interface de Rhino

Dans cet exercice nous créerons des boutons, des barres d'outils, des macros, des alias et des touches de raccourci que nous utiliserons ensuite pendant le cours.

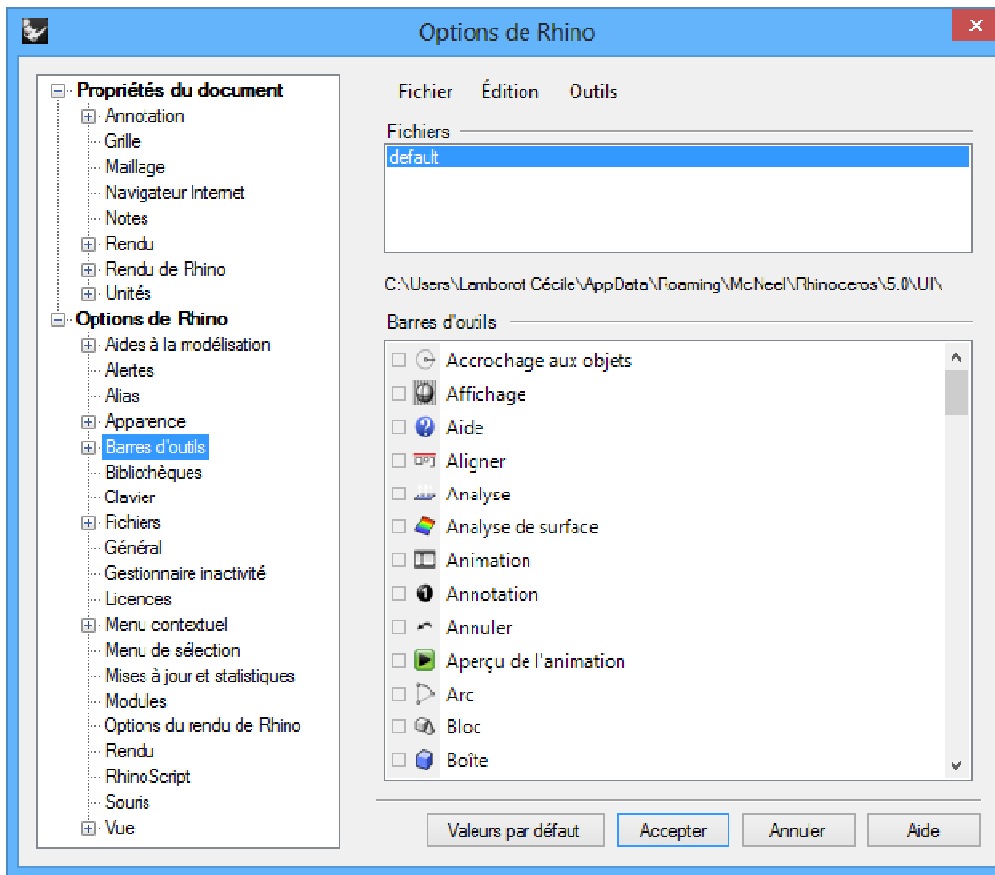
Pour créer un fichier de barres d'outils personnalisé

Dans certains cas, les commandes et les boutons standards ne font pas exactement ce que vous voulez. Par exemple, la commande Zoom Étendu recherchera tous les objets du modèle et réalisera un zoom permettant d'inclure tous les objets dans la fenêtre. Dans cet exercice, nous ouvrirons un modèle possédant plusieurs objets parmi lesquels se trouvent des lumières.

Imaginons que nous voulions utiliser Zoom Étendu pour voir tous les objets mais que nous ne voulions pas que la commande tienne compte des lumières. Dans cet exercice, nous créerons une nouvelle barre d'outils avec un bouton permettant de réaliser un zoom étendu tout en ignorant les lumières du modèle.

- 1 Ouvrez** le fichier **ZoomLumières.3dm**.
- 2 Dans le menu Outils**, cliquez sur **Configuration des barres d'outils**.
La boîte de dialogue des Options de Rhino s'ouvre à la section Barres d'outils.

3 Sélectionnez le fichier **default**.



4 Dans le menu supérieur, cliquez sur **Fichier** puis sur **Enregistrer sous**.

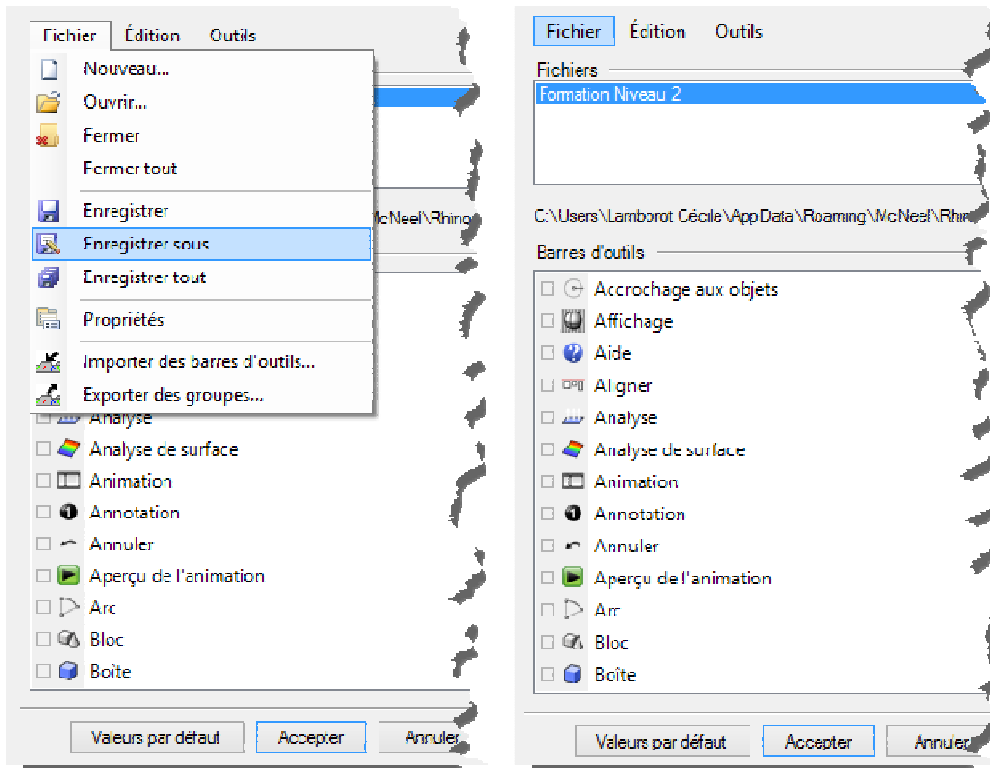
5 Tapez **Formation Niveau 2** dans la case **Nom du fichier** et cliquez sur **Enregistrer** ;

Une copie du fichier de barres d'outils actuel a été enregistrée sous ce nouveau nom.

Les fichiers de barres d'outils sont enregistrés avec l'extension .rui. Vous allez maintenant personnaliser ce nouveau fichier de barres d'outils.

La section Barre d'outils des Options de Rhino affiche tous les fichiers de barres d'outils avec la liste des barres d'outils du fichier sélectionné.

Les cases indiquent l'état des barres d'outils. Si une case est cochée, la barre d'outils est affichée.

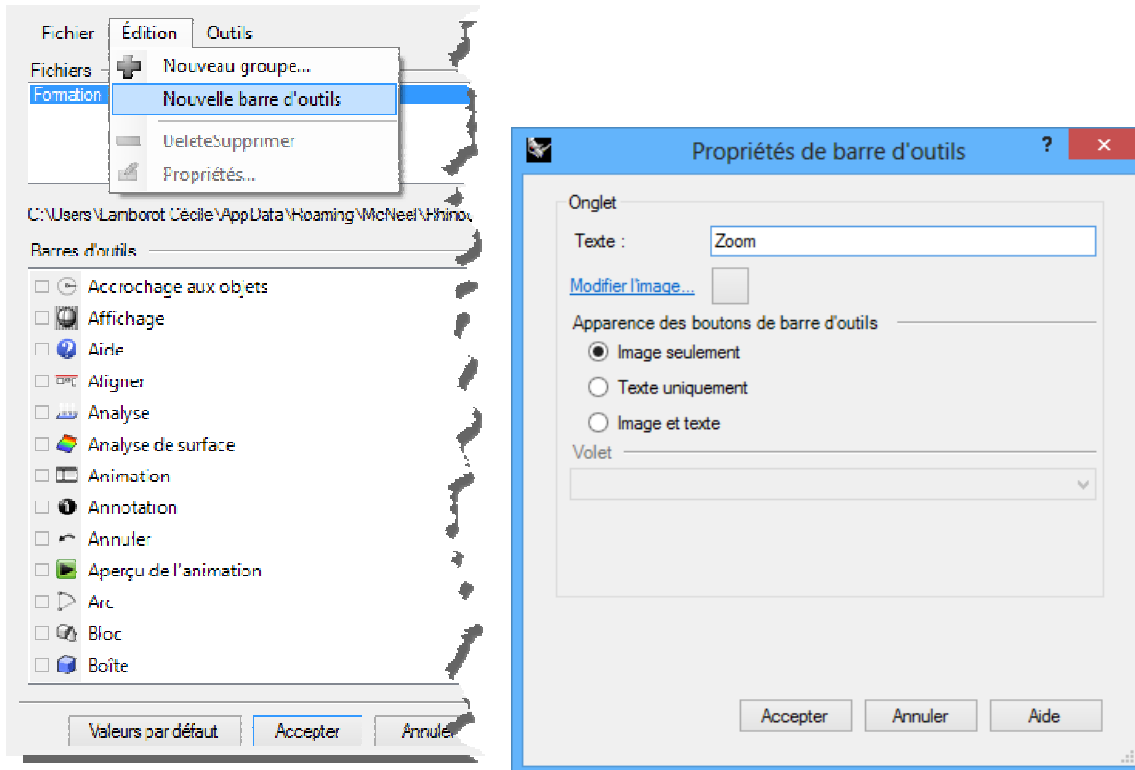


Pour créer une nouvelle barre d'outils

- 1 Dans la section **Barre d'outils**, dans le menu **Édition**, cliquez sur **Nouvelle barre d'outils**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Propriétés de barre d'outils**, nommez la barre d'outils **Zoom** et cliquez sur **Accepter**.

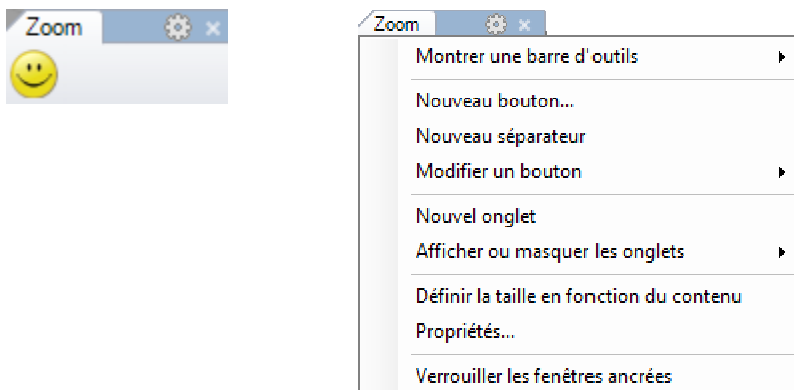
Une nouvelle barre d'outils avec un seul bouton apparaît à l'écran.

3 Fermez la boîte de dialogue **Options de Rhino**.



Vous pouvez aussi utiliser la barre de titre d'une barre d'outils flottante pour accéder à ces options.

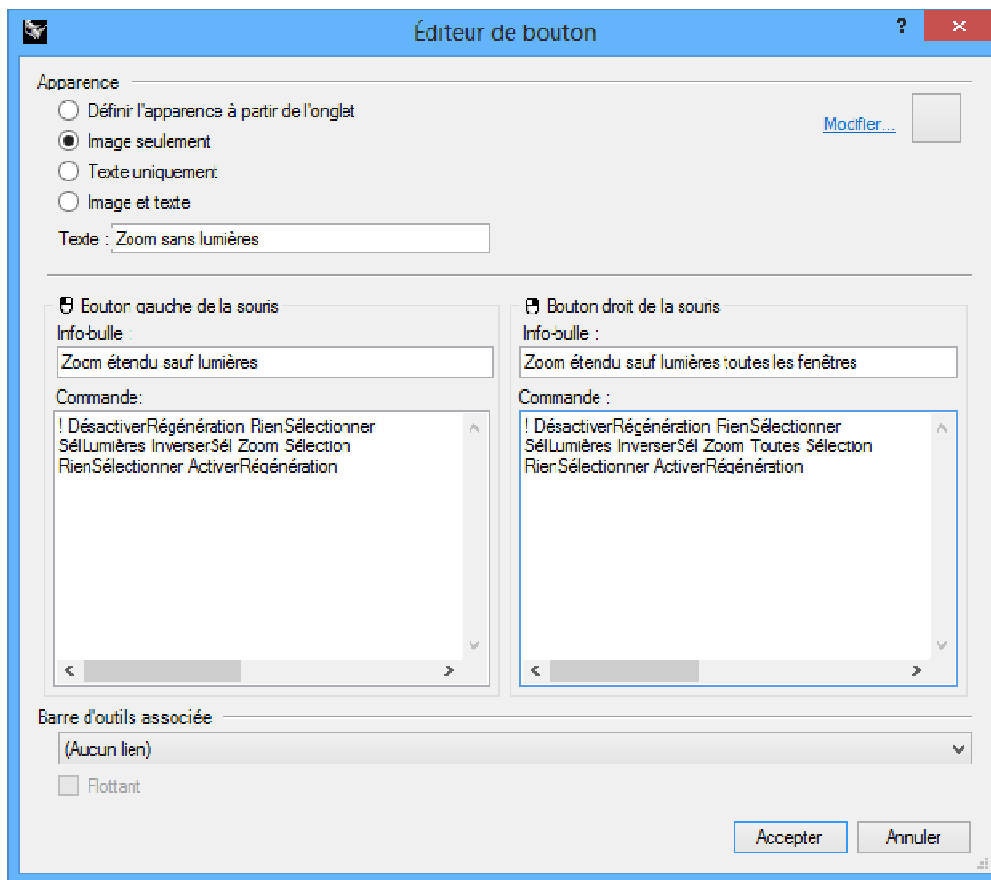
4 Cliquez avec le bouton de droite dans la barre de titre de la nouvelle barre que vous venez de créer. Une liste déroulante des options et des commandes possibles est affichée.



Pour changer le nouveau bouton :

- Maintenez la touche **Maj** enfoncée et **cliquez avec le bouton droit** sur le nouveau bouton avec un Smiley. La boîte de dialogue **Éditeur de bouton** s'ouvre. Elle contient plusieurs champs permettant d'indiquer les commandes pour les boutons de droite et de gauche de la souris et le texte des info-bulles.
- Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, cliquez sur **Image seulement**. Dans la case **Texte**, tapez **Zoom sans lumières**.
- Dans la case **Info-bulle** de la section **Bouton gauche de la souris**, tapez **Zoom étendu sauf lumières** et pour l'**info-bulle du bouton droit**, tapez **Zoom étendu sauf lumières toutes les fenêtres**.

- 4 Dans la case **Commande** du **Bouton gauche**, tapez
! DésactiverRégénération RienSélectionner SélLumières InverserSél Zoom Sélection RienSélectionner ActiverRégénération.
- 5 Dans la case de **Commande** du **Bouton droit**, tapez
! DésactiverRégénération RienSélectionner SélLumières InverserSél Zoom Toutes Sélection RienSélectionner ActiverRégénération.



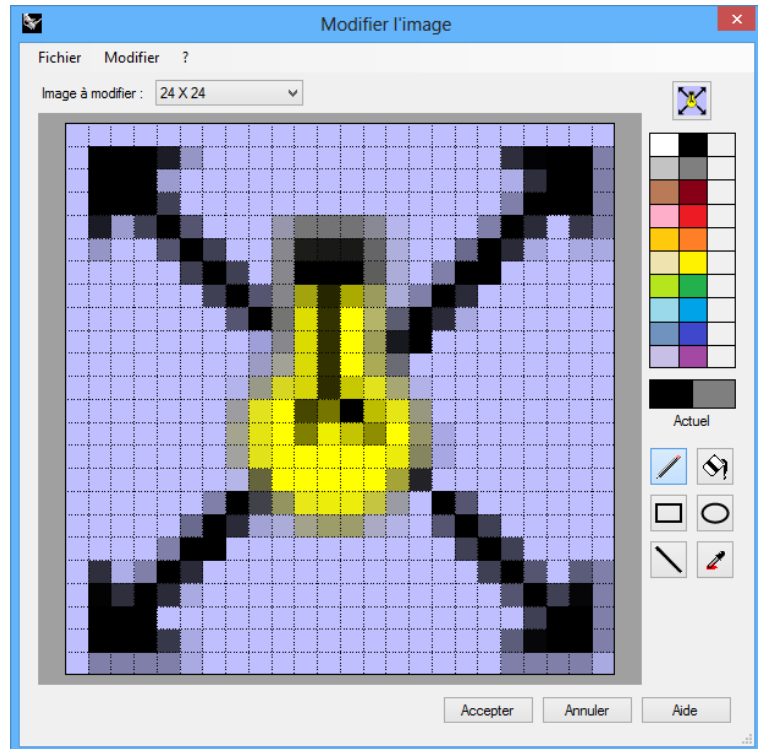
Pour changer l'image du bouton

- 1 Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, cliquez sur **Modifier...** à côté de l'icône en haut à droite pour ouvrir la boîte de dialogue **Modifier l'image**.

L'éditeur d'image est un programme de dessin simple qui permet de modifier l'image de l'icône. Il dispose d'une fonction permettant de capturer des morceaux d'écran de la taille d'une icône et une fonction d'importation de fichier.

- 2 Dans la boîte de dialogue **Modifier l'image**, dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Importer une image à ajuster** et sélectionnez le fichier **ZoomSansLumières_32.bmp**.

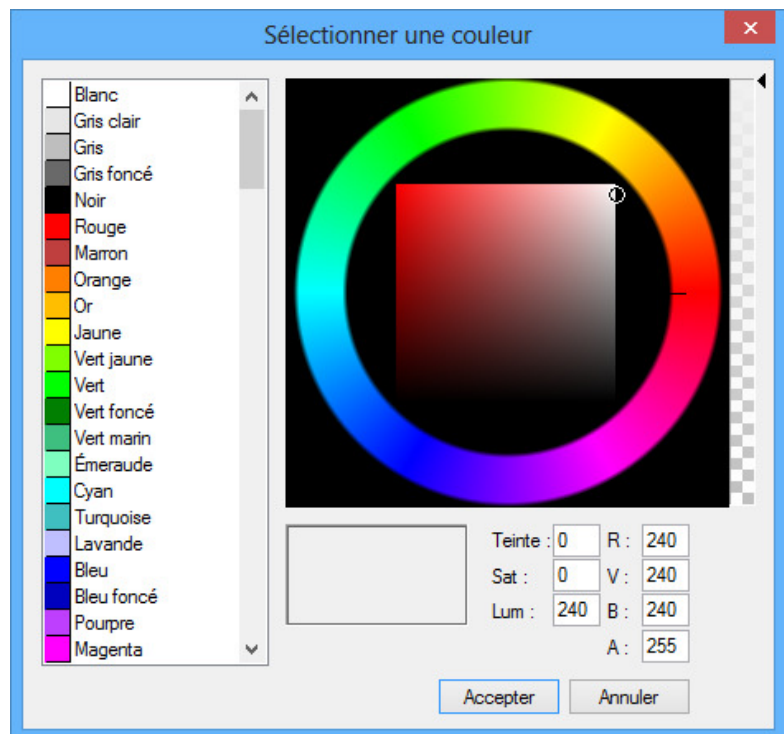
Vous pouvez importer n'importe quelle image bitmap. Si l'image est trop grande, elle sera rétrécie pour s'ajuster au cadre lors de l'importation.



- 3 Dans la boîte de dialogue **Modifier l'image**, changez l'image à votre convenance et cliquez sur **Accepter**.

Cliquez sur les boutons de couleur à droite de la barre de couleur standard pour accéder à la boîte de dialogue **Sélectionner une couleur** et avoir un plus grand choix de couleurs.

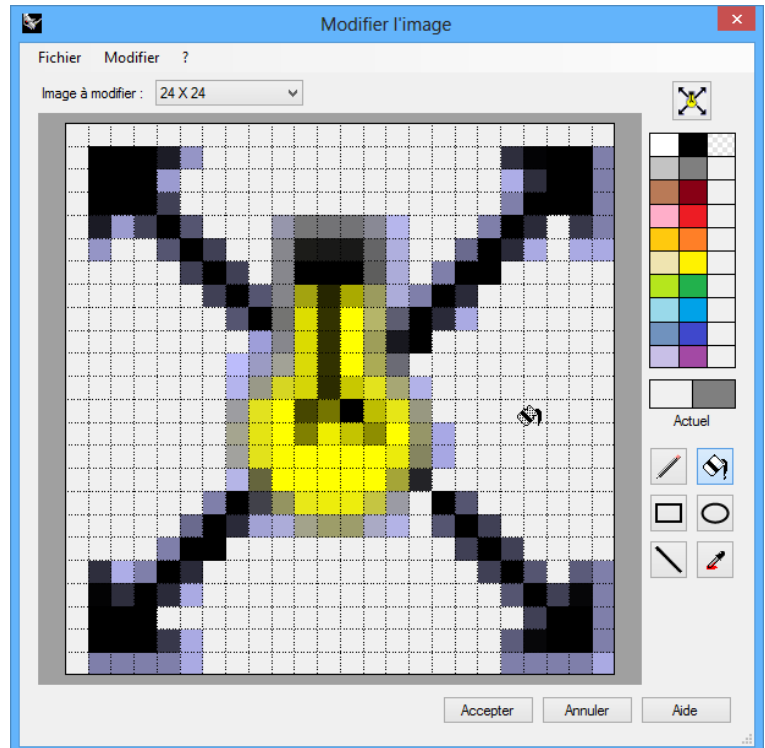
- 4 Cliquez sur **Accepter** dans l'**Éditeur de bouton**.



Pour que l'image utilise un canal alpha

Vous remarquerez que la couleur de fond du nouveau bouton ne correspond pas à la couleur de fond des autres boutons. Nous changerons l'image en utilisant un canal alpha afin d'utiliser la couleur des objets 3D de Windows comme le font les autres boutons.

- 1 Maintenez la touche **MAJ** enfoncée et **cliquez avec le bouton de droite** sur le bouton **ZoomSansLumières**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, cliquez sur **Modifier...** pour ouvrir l'**Éditeur d'image**.
- 3 Cliquez sur le bouton de couleur en haut, à droite du noir. Choisissez **1** au lieu de **255** pour le nombre de la couleur alpha, intitulé **A**.
La couleur de dessin sera alors transparente.
- 4 Sélectionnez l'outil de **remplissage** et cliquez avec le **bouton de droite** dans la zone du fond de l'image.
- 5 Cliquez sur **Accepter** dans la boîte de dialogue **Modifier l'image** puis cliquez sur **Accepter** dans l'**Éditeur de bouton**.
La couleur est celle des objets 3D de Windows.



Pour utiliser le nouveau bouton

- 1 Cliquez sur le bouton **ZoomSansLumières**.
- 2 Utilisez le bouton pour zoomer sur le modèle des deux façons.
Vous remarquerez que le **Zoom étendu** ne prend pas en considération les lumières.

Règles pour les commandes dans les boutons

Pour entrer les commandes ou les combinaisons de commandes dans les cases correspondantes, suivez ces règles :

Élément	Exemple	Description
Espace	!Ligne	Un espace équivaut à l'utilisation de la touche Entrée. Les noms des commandes ne contiennent pas d'espace (par ex : SélLumières) mais vous devez laisser un espace entre chaque commande.
" "		Si votre chaîne de commande se réfère à un fichier, à une barre d'outils, à un calque, à un nom d'objet ou à un répertoire dont le chemin comprend des espaces, le chemin ou le nom du dossier devra être mis entre guillemets.
! (Point d'exclamation)	!-cercle	Un ! (point d'exclamation) suivi d'un espace équivaut à une Annulation. En général, la commande d'un bouton devra commencer par un point d'exclamation (!) si vous voulez annuler toute autre commande qui pourrait être en cours lorsque vous cliquez sur le bouton.
' (apostrophe)		Les commandes de manipulation des vues telles que Zoom peuvent être lancées au cours d'une autre commande. Par exemple, vous pouvez zoomer et déplacer la vue tout en choisissant une courbe pour créer une surface par sections. Une ' (apostrophe) avant le nom d'une commande indique que la commande suivante est imbriquée.

Élément	Exemple	Description
_ (trait de soulignement)		Un trait de soulignement (_) lance une commande dont le nom est en anglais. Rhino est traduit en plusieurs langues. Les commandes, les invites, les options, les boîtes de dialogue, les menus, etc., des versions traduites sont affichés dans leur langue respective. Les commandes en anglais ne fonctionneront pas dans ces versions. Pour que les macros fonctionnent sur tous les ordinateurs (quelle que soit la langue de travail), Rhino doit interpréter toutes les commandes comme s'il s'agissait de commandes écrites en anglais, en utilisant le tiret bas.
- (trait d'union)	-Balayage2	Les commandes possédant une boîte de dialogue peuvent être lancées dans la ligne de commandes avec des options. Pour éviter la boîte de dialogue et utiliser les options dans la ligne de commandes, précédez le nom de la commande d'un tiret (-).
Pause		Il est possible d'autoriser l'entrée de données ou un clic à l'écran au cours d'une macro grâce à la commande Pause. Pour les commandes utilisant des boîtes de dialogue, telles que Révolution, vous ne pouvez pas introduire toutes les données à partir des macros. Utilisez la commande précédée d'un trait d'union (-Révolution) pour supprimer la boîte de dialogue et contrôler toutes les entrées à partir de la macro.

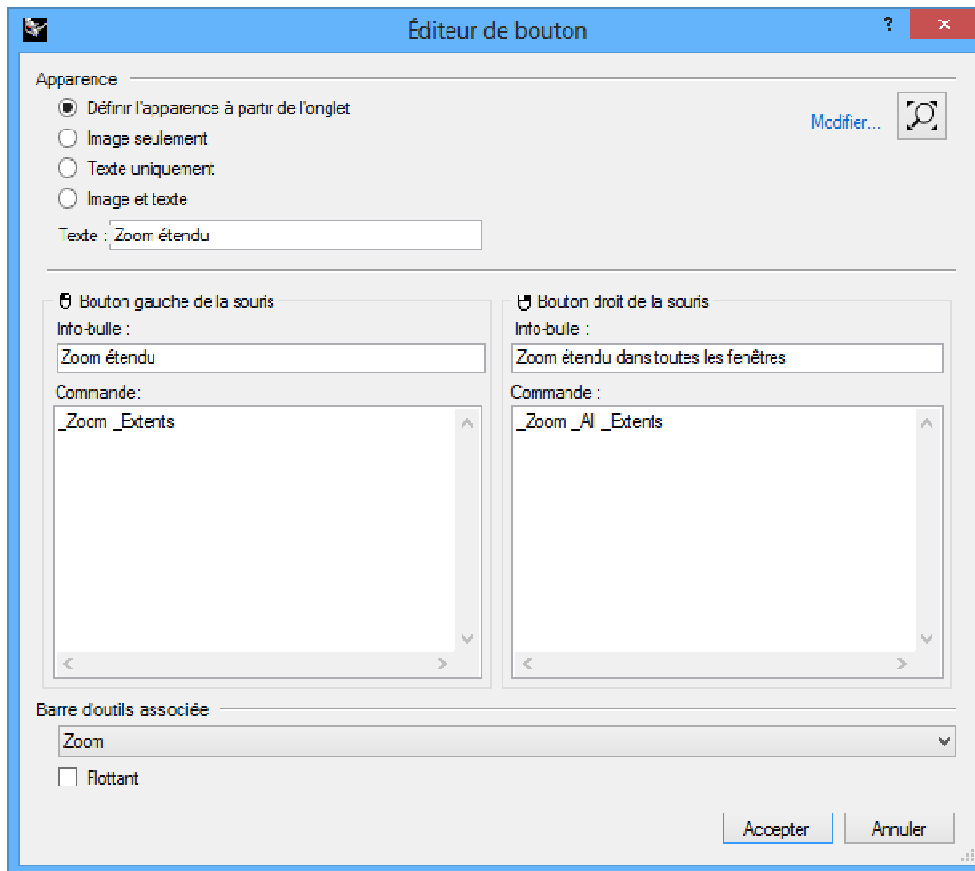
Remarque : Les règles décrites ci-dessus sont aussi valables pour les chaînes de commandes lancées avec la commande **LireFichierCommandes** ou collées dans l'invite. Vous pouvez créer des chaînes plus complexes avec le module Rhino Script, mais les commandes de base et les macros offrent déjà de grandes possibilités.

Certaines commandes très utiles pour les macros à ne pas oublier : SélDerniers, SélPréc, SélNom, Grouper, NommerGroupe, SélGroupe, InverserSél, ToutSélectionner, RienSélectionner, LireFichierCommandes et DéfinirRépertoireTravail.

Pour créer un lien entre un bouton et une barre d'outils

- 1 Maintenez la touche MAJ enfoncée et cliquez avec le bouton de droite** sur le bouton **Zoom Étendu** dans la barre d'outils **Standard**.
- Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, cliquez dans la zone **Barre d'outils associée**, sélectionnez **Zoom** et cliquez sur **Accepter**.
Le bouton Zoom Étendu a maintenant un petit triangle noir en bas à droite indiquant qu'il possède un lien vers une barre d'outils.
- Cliquez sur le bouton **Zoom Étendu** pendant quelques instants pour dérouler la barre d'outils que vous venez de créer.
Si vous fermez la barre d'outils Zoom que vous venez de créer, vous pourrez toujours l'ouvrir avec le bouton lié.

4 Essayez le bouton que vous avez créé.



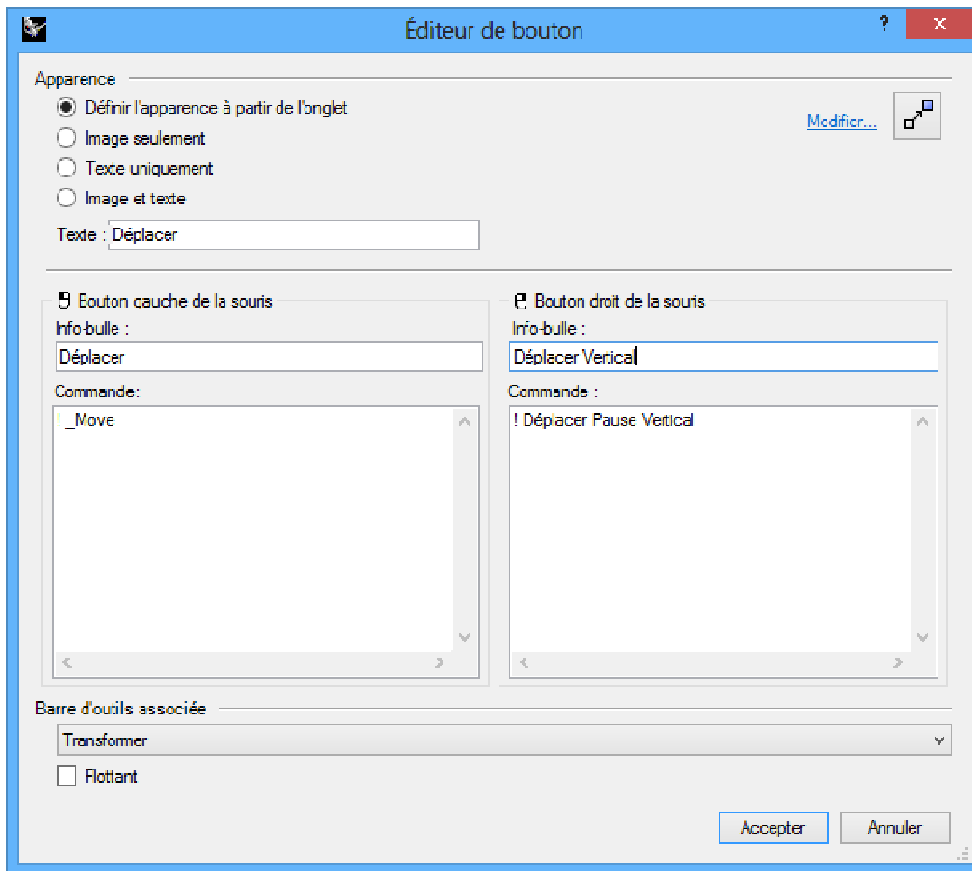
Pour ajouter une commande à un bouton existant

- 1 Maintenez la **touche MAJ** enfoncée et **cliquez avec le bouton de droite** sur le bouton **Déplacer** dans la barre d'outils **Principale**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, dans la case **Commande du bouton droit**, tapez **! Déplacer Pause Vertical**
- 3 Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, dans la case **Info-bulles du bouton droit de la souris**, tapez **Déplacer Vertical**.

Ce bouton vous permettra de dupliquer des objets au même endroit. Nous utiliserons cette commande à plusieurs reprises pendant ce cours.

- 4 Sélectionnez un des objets dans le modèle et **cliquez avec le bouton de droite** sur le bouton **Déplacer**.

5 Déplacez l'objet sélectionné verticalement par rapport au plan de construction.



Alias de commandes

Les commandes et les macros qui peuvent être incluses dans les boutons peuvent aussi être résumées en alias. Les alias de commandes sont un peu comme de la sténographie dans Rhino. Ce sont des commandes et des macros activées par une touche ou une combinaison de touches suivies de la touche **Entrée**, de la **Barre d'espace** ou d'un clic avec le bouton de droite.

Utilisez les alias pour des séquences de commandes que vous utilisez souvent.

Remarque : Lorsque vous créez des alias, utilisez des touches proches les unes des autres ou répétez la même lettre 2 ou 3 fois afin qu'ils soient faciles à utiliser.

Pour créer un alias de commande

- 1 Ouvrez le fichier **Alias.3dm**.
- 2 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Options**.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Options de Rhino**, section **Alias**, ajoutez des alias et des chaînes de commandes ou des macros.
- 4 Cliquez sur **Nouveau** pour créer un nouvel alias.

Nous créerons des alias pour copier les objets sélectionnés verticalement ou horizontalement avec une symétrie par rapport à l'origine du plan de construction actif. Cette commande est utile lorsque l'on crée des objets symétriques centrés sur l'origine.

- 5 Dans la colonne **Alias**, tapez **sx**.

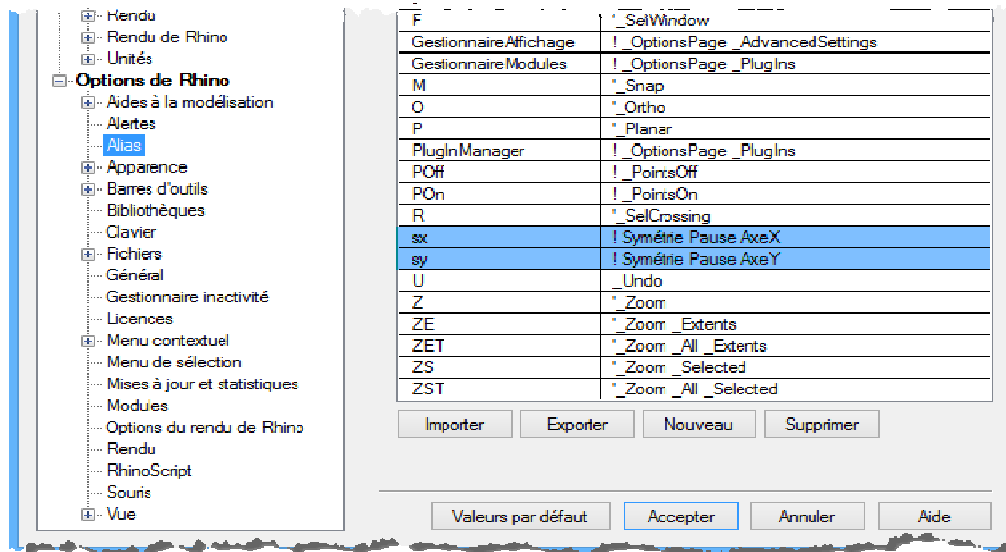
Dans la colonne **Macro de commande**, tapez **! Symétrie Pause AxeX**

L'alias se trouve dans la colonne de gauche et la chaîne de commandes ou la macro se trouve dans la colonne de droite. Les règles décrites pour les boutons s'appliquent aussi aux raccourcis. Les alias peuvent être utilisés dans d'autres macros d'alias ou dans des macros de bouton.

6 Cliquez sur **Nouveau** pour créer un autre alias.

7 Dans la colonne **Alias**, tapez **sy**.

Dans la colonne **Macro de commande**, tapez **! Symétrie Pause AxeY**.



Pour essayer les nouveaux alias

Sélectionnez une géométrie et tapez **sx** ou **sy** puis appuyez sur **Entrée**.


Si aucun objet n'est présélectionné, la Pause dans la chaîne de commandes vous demandera de sélectionner les objets et vous devrez appuyer sur Entrée pour terminer la sélection.

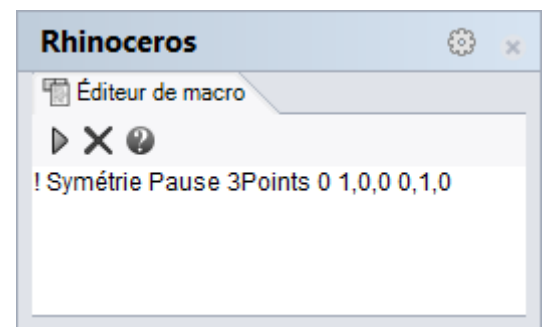
Éditeur de macro

Si vous voulez créer des macros plus compliquées, il vaut mieux utiliser l'éditeur de macros intégré dans Rhino. Les macros peuvent être modifiées et lancées directement à partir de l'éditeur, ce qui permet de tester rapidement si les options de commandes et la syntaxe sont correctes.

Pour utiliser l'éditeur de macro

Dans l'exemple suivant, nous créerons une macro qui permet de faire une symétrie par rapport au plan de construction. Nous utiliserons l'éditeur de macro pour créer et tester la macro avant de l'ajouter à la liste des alias.

- 1 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Commandes** puis sur **Éditeur de macro...**
- 2 Dans l'éditeur de macro, tapez **! Symétrie Pause 3Points 0 1,0,0 0,1,0**.
- 3 Pour tester la macro, cliquez sur le bouton **Lancer**  dans l'éditeur de macros.
- 4 Si la macro fonctionne comme prévu, sélectionnez le texte et copiez-le dans le presse-papiers.
- 5 Ouvrez la boîte de dialogue **Options**, à la section **Alias** et créez un nouvel alias **sc**. Coller le texte de l'éditeur de macros dans la colonne Macro de commande.
- 6 Sélectionnez des objets et essayez le nouvel alias. Tapez **sc** et appuyez sur **Entrée**.



Pour exporter et importer des options

Il est parfois utile de pouvoir copier des options d'un ordinateur à l'autre. Comme par exemple d'un ordinateur de bureau vers un ordinateur portable. Ceci est particulièrement vrai pour les alias, les raccourcis et les modes d'affichage. Rhino dispose de commandes permettant d'exporter les options vers un fichier puis de les importer à partir d'un fichier.

- 1 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Exporter les options**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Enregistrer sous**, dans la section **Nom du fichier**, tapez **Options_Niveau2**.
Les options actuelles sont enregistrées dans un fichier.
- 3 Supprimez maintenant un des alias que vous venez de créer.
- 4 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Importer les options**.
- 5 Dans la boîte de dialogue **Importer les options**, sélectionnez le fichier que vous venez d'enregistrer.
- 6 Pour choisir les **Options à importer**, cliquez sur **Alias**, **Apparence** ou toute autre option que vous voulez importer.
Vérifiez si l'alias que vous avez supprimé est revenu.

Touches de raccourci

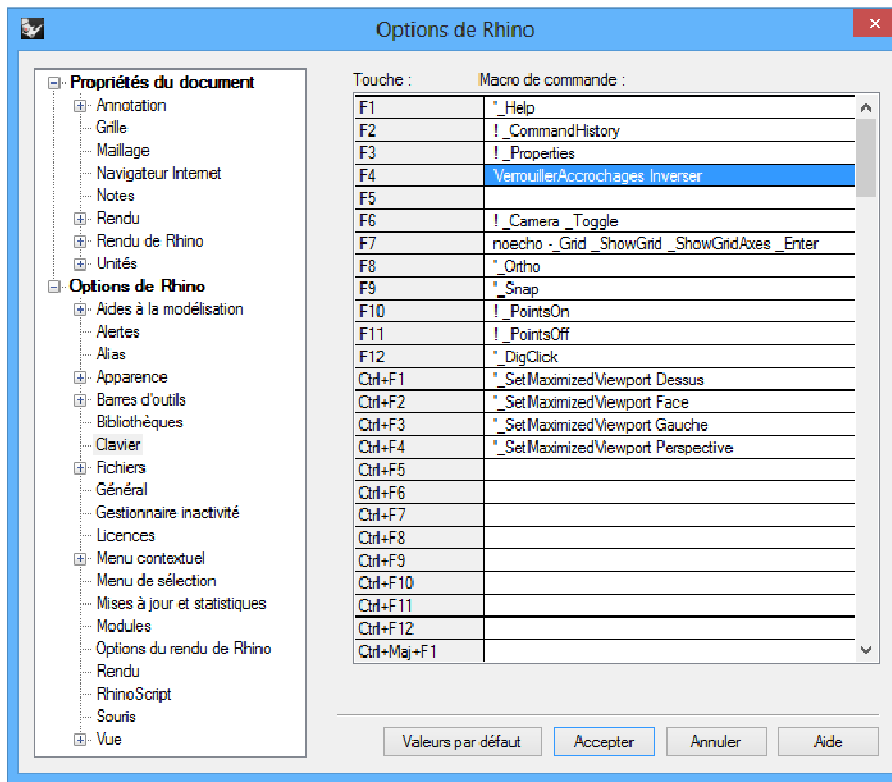
Les commandes, les chaînes de commandes et les macros qui peuvent être incluses dans les boutons et les alias peuvent aussi être utilisées dans des touches de raccourcis. Les raccourcis sont des commandes et des macros activées par une combinaison de touches de fonction, Ctrl, Alt, Maj et touches alphanumériques.

Pour créer un raccourci

- 1 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Options**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Options de Rhino**, section **Clavier**, vous pouvez ajouter des chaînes de commandes ou des macros.
- 3 Cliquez dans la colonne à côté de **F4** pour créer un nouveau raccourci.
- 4 Tapez **VerrouillerAccrochages Inverser** pour le raccourci.
Ce raccourci vous permettra de désactiver les accrochages aux objets plus facilement.

5 Fermez la boîte de dialogue et essayez le nouveau raccourci.

Des raccourcis ont déjà été assignés à certaines commandes. Les règles décrites pour les boutons et les alias s'appliquent aussi aux raccourcis.



Modules

Les modules sont des programmes qui apportent de nouvelles fonctions à Rhino. Les modules peuvent être classés en plusieurs catégories :

Modules inclus

Livrés et installés avec Rhino. Une partie de ces modules sont chargés, comme par exemple le rendu de Rhino, le kit de développement de rendu, les barres d'outils et menu de Rhino, l'édition avec une boîte, etc. D'autres sont installés mais ne sont pas chargés. La plupart de ces modules sont des modules d'importation/exportation. Ils sont normalement activés et seront chargés lors de leur première utilisation.

Modules des laboratoires de Rhino 5

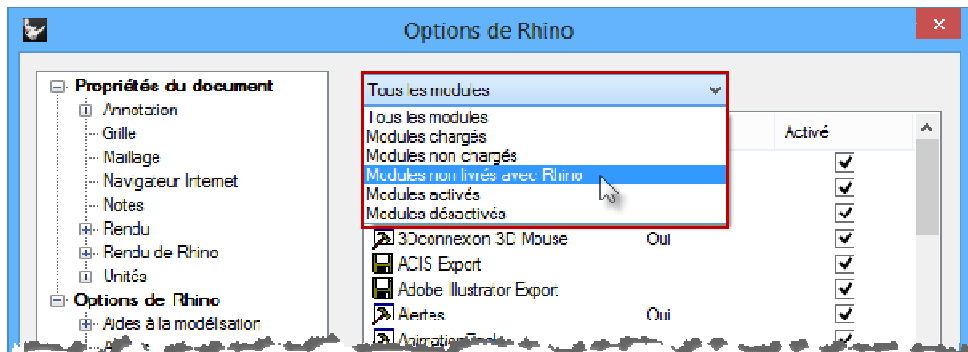
Modules expérimentaux développés en interne. Ces modules sont en prévision d'intégration dans les versions révisées à venir ou dans la prochaine version de Rhino. Ils peuvent être téléchargés sur le site [Rhino 5.0 Labs Tools](http://Rhino.5.0.Labs.Tools).

Modules de McNeel

Flamingo nXt, Penguin, Brazil (rendu) et Bongo (animation) sont des produits de McNeel qui peuvent être achetés.

Modules de tiers

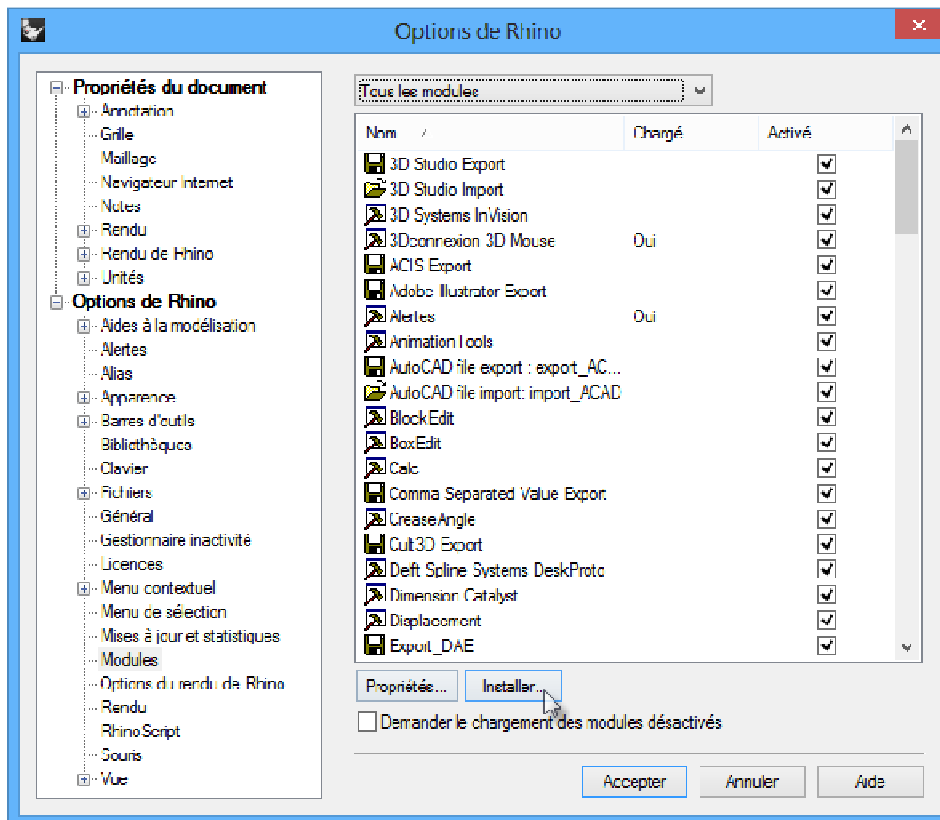
Ce sont des modules et utilitaires qui sont créés par des développeurs externes. Certains sont gratuits mais la plupart sont payants. Quelques programmes sont des applications autonomes qui fonctionnent avec Rhino mais qui ne sont pas des modules à proprement parler. En règle générale, ils apportent des fonctions spécifiques à Rhino. Par exemple, RhinoCAM est une application de CAO, VRay est une application de rendu, RhinoGold est un logiciel de conception pour la bijouterie, etc. Pour plus d'informations sur ces programmes, visitez le site des [Ressources](#) de Rhino ou le site [Food4Rhino](#).



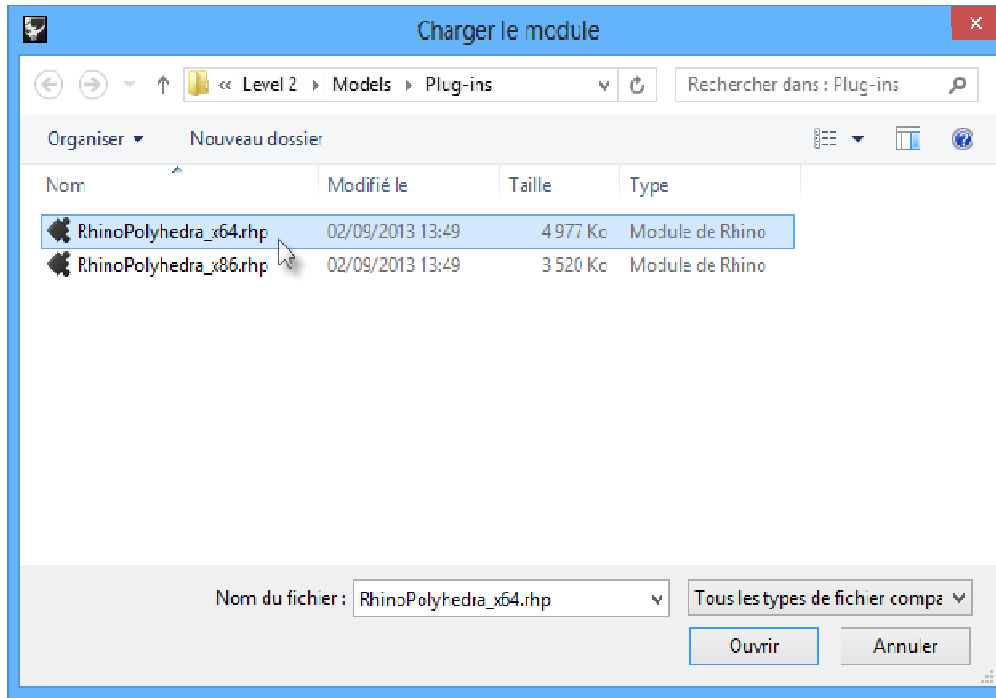
Pour charger un module

Pour cet exemple, nous avons inclus un module des laboratoires de Rhino pour que vous puissiez l'installer et l'utiliser.

- 1 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Options**.
- 2 Cliquez sur **Modules**.
Une liste des modules chargés et disponibles est affichée.
- 3 Dans la section **Modules**, cliquez sur **Installer**.



- 4 Dans la boîte de dialogue **Charger le module**, ouvrez le dossier **Niveau 2/Modèles/Modules**, puis, en fonction de votre version de Rhino, cliquez sur **RhinoPolyhedra_x64.rhp** ou **RhinoPolyhedra_x86.rhp** (pour la version 32 bits de Rhino 5).



- 5 Pour lancer la commande, tapez **Polyhedron** dans la ligne de commandes.
- 6 Dans la boîte de dialogue **Polyhedron**, sélectionnez un des polyèdres de la liste puis cliquez pour indiquer le centre et le rayon.

Pour charger un module en utilisant la fonction glisser - déposer

- 1 Ouvrez l'explorateur de Windows.
- 2 Ouvrez le dossier où se trouve le module que vous voulez installer.
- 3 Cliquez sur le fichier du module puis faites glisser le fichier, tout en maintenant le bouton de la souris enfoncé, dans la fenêtre de Rhino.

Scripts

Rhinoceros peut être scripté en utilisant VBScript.

Pour scripter Rhino, vous devez avoir certaines compétences en programmation. Heureusement VBScript est plus simple à programmer que beaucoup d'autres langages et des documents de référence sont disponibles pour vous aider. VBScript est un langage de programmation développé et supporté par Microsoft.

Nous n'expliquerons pas comment écrire un script dans ce cours, mais nous apprendrons à lancer un script et à l'appliquer à un bouton.

Le script suivant donnera des informations sur le modèle actuel.

Pour charger un script

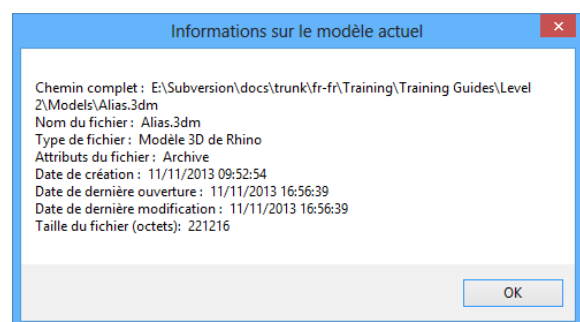
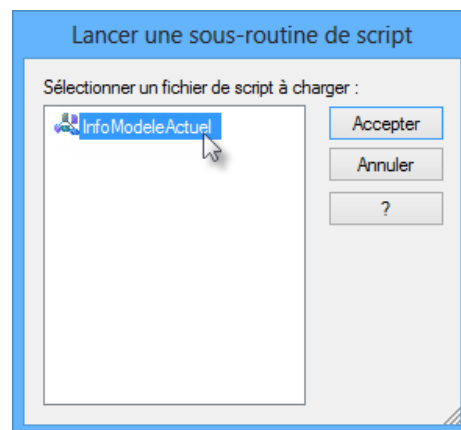
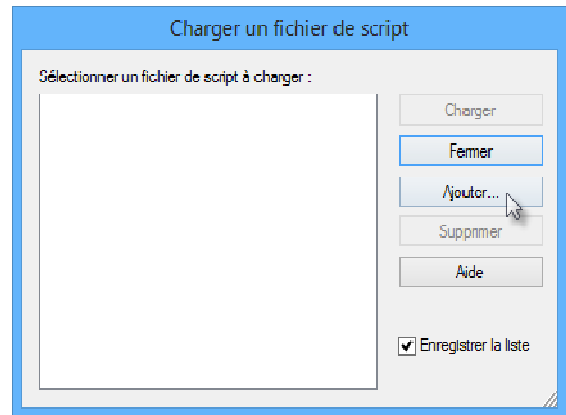
- 1 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **RhinoScript** puis sur **Charger**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Charger un fichier de script**, cliquez sur **Ajouter**.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Ouvrir**, sélectionnez **InfoModèleActuel.rvb** et cliquez sur **Ouvrir**.

Remarque : Il se peut que vous obteniez un message indiquant que **Rhino ne peut pas trouver le fichier de script InfoModèleActuel.rvb**.

Si ceci se produit vous devrez inclure le chemin complet vers le dossier où se trouve le fichier de script ou ajouter un chemin de recherche dans la section **Fichiers** des **Options de Rhino**.

- 4 Dans la boîte de dialogue **Charger un fichier de script**, sélectionnez **InfoModèleActuel.rvb** et cliquez sur **Charger**.
- 5 **Enregistrez** le modèle actuel. Si vous n'avez pas de version enregistrée du modèle, aucune information ne sera disponible.
- 6 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **RhinoScript** puis sur **Exécuter**.
- 7 Dans la boîte de dialogue **Lancer une sous-routine de script**, cliquez sur **InfoModèleActuel** puis sur **Accepter**.

Les informations sur ce modèle sont affichées dans une boîte de dialogue.



Pour modifier le fichier de script

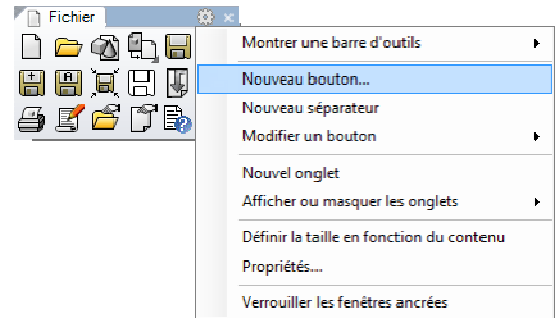
- 1 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **RhinoScript** puis sur **Modifier**.
- 2 Dans la fenêtre **Rhino Script Editor**, dans le menu **File**, cliquez sur **Open**.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Open an existing script file**, sélectionnez **InfoModèleActuel.rvb** et cliquez sur **Ouvrir**.

Nous ne modifierons pas les fichiers de scripts au cours de cette formation. Cet exercice vise à montrer comment accéder aux fonctions de modification si nécessaire.

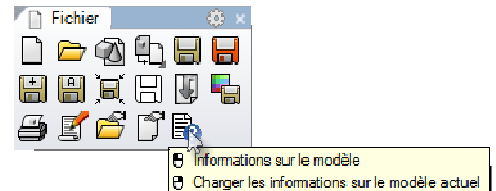
- 4 Fermez la fenêtre **Rhino Script Editor**.

Pour créer un bouton qui chargera et lancera un script

- 1 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Configuration des barres d'outils**.
- 2 Dans la section **Barres d'outils** de la boîte de dialogue **Options de Rhino**, cochez la barre d'outils **Fichier** puis cliquez sur **Accepter**.
- 3 Cliquez avec le bouton de droite sur la barre de titre de la barre d'outils **Fichier** puis cliquez sur **Nouveau bouton** dans le menu déroulant.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, dans la case **Info-bulle du bouton gauche**, tapez **Informations sur le modèle**.
- 5 Dans l'**info-bulles du bouton droit**, tapez **Charger les informations sur le modèle actuel**.



- 6 Dans la case **Texte**, tapez **Info modèle**.
- 7 Dans la case **Commande** du **Bouton gauche**, tapez **! -LancerScript (InfoModeleActuel)**
- 8 Dans la case de **Commande** du **Bouton droit**, tapez **! -ChargerScript "InfoModèleActuel.rvb"**



Pour ajouter une image personnalisée

- 1 Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, cliquez sur **Modifier**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Modifier l'image**, dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Importer une image et ouvrez** le fichier **InfoModèleActuel.bmp**, puis cliquez sur **Ouvrir**.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Éditeur de bouton**, cliquez sur **Accepter**.
- 4 Essayez le bouton que vous venez de créer.

Fichiers modèles

Un modèle est un fichier de Rhino que vous pouvez utiliser pour garder certaines configurations. Les modèles comprennent toute l'information enregistrée dans un fichier 3dm de Rhino : objets, blocs, mises en page, paramètres de la grille, disposition des fenêtres, calques, unités, tolérances, paramètres du rendu, paramètres des cotes, notes et tout autre paramètre des propriétés du document.

Vous pouvez utiliser les modèles par défaut qui sont installés avec Rhino ou enregistrer vos propres fichiers modèles pour les utiliser par la suite. Vous voudrez probablement avoir des fichiers modèles avec les caractéristiques spécifiques dont vous avez besoin pour certains types de constructions.

Les fichiers modèles standards de Rhino ont différentes dispositions de fenêtres ou configurations des unités, mais ils n'ont pas de géométrie ni d'autres configurations. Pour certains projets, vous devrez peut-être changer d'autres paramètres. Vous pouvez avoir des fichiers modèles avec des paramètres différents pour tout ce qui peut être enregistré dans un fichier modèle, comme par exemple les paramètres des maillages de rendu, la tolérance d'angle, les calques nommés, les notes, les lumières et une géométrie préconstruite standard.

Si vous ajoutez des notes dans votre modèle, elles seront affichées dans la boîte de dialogue **Ouvrir un fichier modèle**.

La commande **Nouveau** permet de commencer un nouveau modèle avec un fichier modèle (en option). Le fichier modèle par défaut sera utilisé sauf si vous en indiquez un autre.

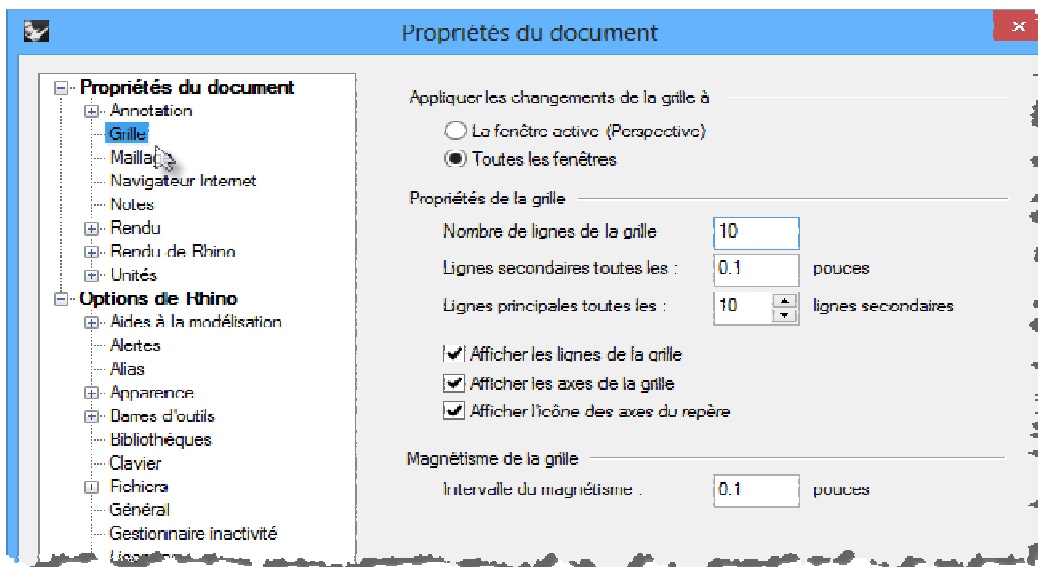
Pour changer le fichier modèle qui s'ouvre par défaut lorsque Rhino est lancé, cliquez sur **Nouveau**, choisissez le fichier modèle que vous voulez ouvrir lorsque Rhino démarre et cochez la case **Utiliser ce fichier au démarrage de Rhino**.

Pour créer un fichier modèle

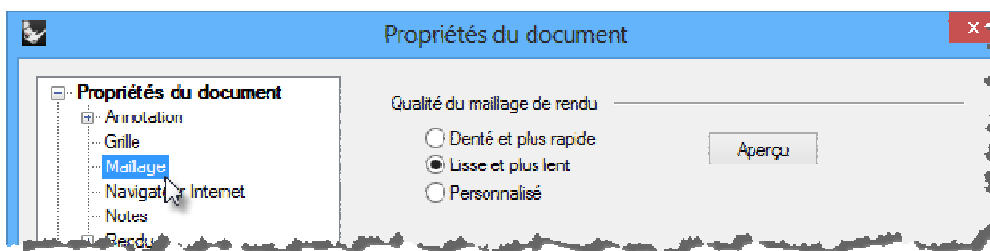
- 1 Commencez un nouveau modèle.
- 2 Sélectionnez **Petits objets - Pouces.3dm** comme fichier modèle.
- 3 Dans le menu **Rendu**, cliquez sur **Module de rendu par défaut**, puis sur **Rendu Rhino**.

Pour définir les Propriétés du document

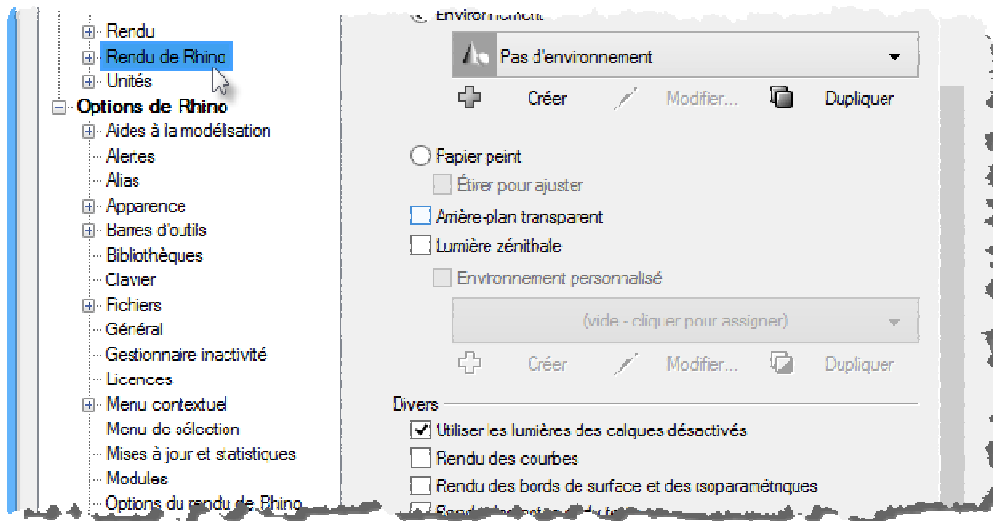
- 1 Dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Propriétés**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Propriétés du document**, section **Grille**, choisissez un **Intervalle de magnétisme** de **0.1** et tapez **0.1** dans la case **Lignes secondaires toutes les**, **10** dans la case **Lignes principales tous les** et **10** dans la case **Nombre de lignes de la grille**.



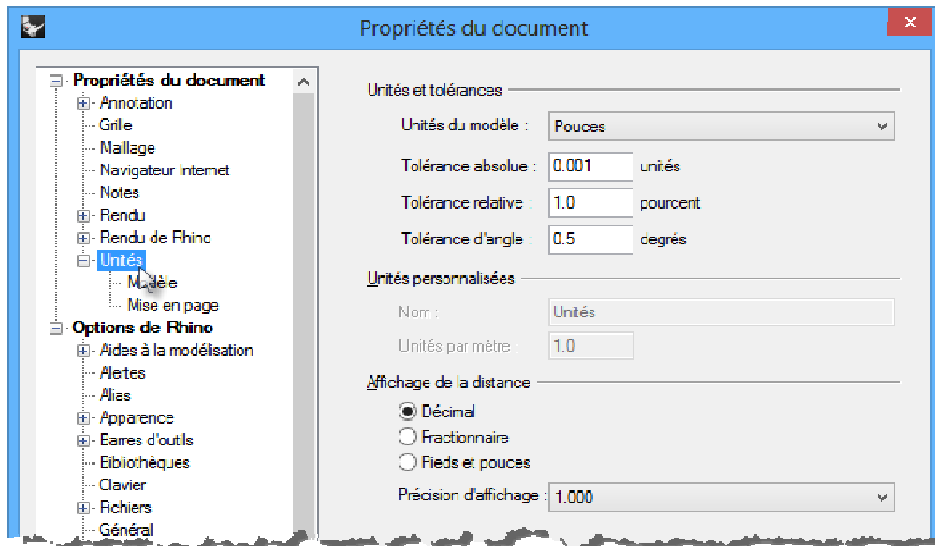
- 3 Dans la section **Maillage**, cochez l'option **Lisse et plus lent**.



- 4 Dans la section **Rendu de Rhino**, cochez **Utiliser les lumières des calques désactivés**.



- 5 Dans la section **Unités**, choisissez une **Tolérance d'angle** de **0.5** et cliquez sur **Accepter**.
Les normales des tangentes finales seront déterminées par ce paramètre.

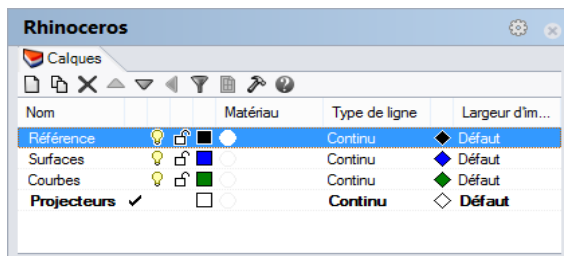


Pour définir les calques

- 1 Ouvrez le panneau **Calques** et renommez **Projecteurs**, le Calque 05, **Courbes**, le Calque 04, **Surfaces**, le Calque 03 et **Référence**, le calque Défaut.

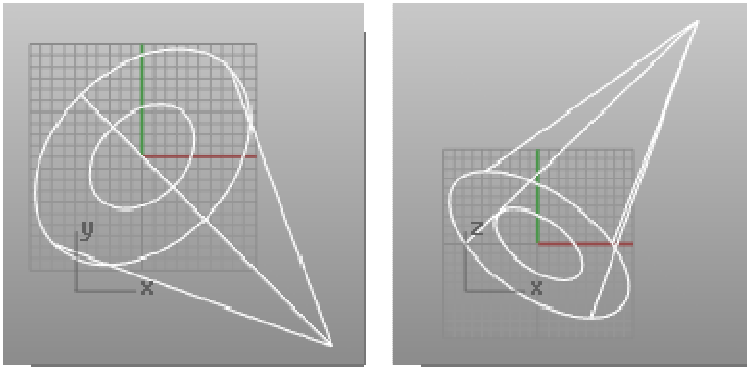
Choisissez **Projecteurs** comme calque actuel.

Supprimez les calques Calque 01 et Calque 02.



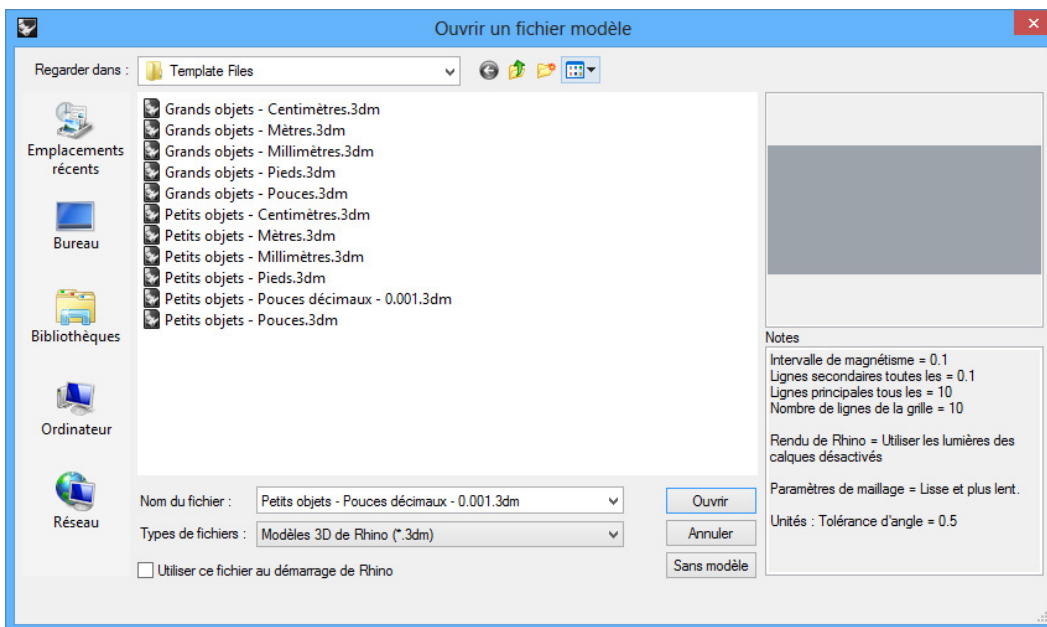
- 2 Dessinez un projecteur pointant vers l'origine, situé à environ 45 degrés dans la vue de **Dessus** et incliné de 45 degrés dans la vue de **Face**.

- 3 Utilisez l'alias **sy** pour créer une deuxième lumière symétrique.
- 4 Dans le menu **Édition**, cliquez sur **Calques** puis sur **Activer un seul calque** pour que le calque Courbes soit le seul calque visible. Sélectionnez ensuite le calque **Courbes**.



Pour définir des notes

- 1 Dans le menu **Panneaux** cliquez sur **Notes**.
Tapez les informations sur ce fichier modèle dans le panneau Notes.
- 2 Dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Enregistrer en tant que fichier modèle**.
Nommez le fichier modèle **Petits objets - Pouces décimaux - 0.001.3dm**.

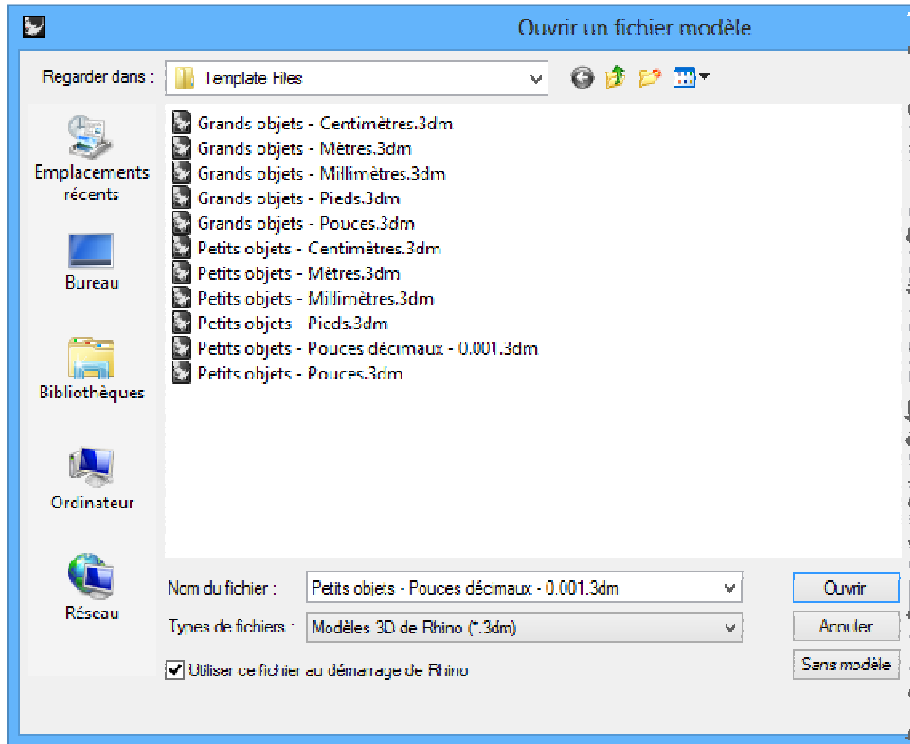


Ce fichier, ainsi que toutes ses configurations, sera maintenant disponible lorsque vous commencerez un nouveau modèle.

Pour définir un fichier modèle par défaut

- 1 Dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Nouveau**.
- 2 Sélectionnez le fichier que vous voulez utiliser comme fichier modèle par défaut.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Ouvrir un fichier modèle**, cochez la case **Utiliser ce fichier au démarrage de Rhino**.

Vous devriez créer des fichiers modèles personnalisés pour le type de modélisation que vous réalisez normalement afin de gagner du temps.



PARTIE III :

Techniques de modélisation avancées

3 Topologie des NURBS

La géométrie sous-jacente des surfaces NURBS a une topologie rectangulaire sur UV, appelée aussi espace des paramètres. Les lignes de points des surfaces et la paramétrisation sont organisées dans deux directions (U et V). Ces deux directions se croisent, à plus ou moins 90 degrés sur une surface idéale, même ce n'est pas toujours possible. Cette structure n'est pas toujours manifeste lorsque vous créez ou manipulez une surface. Il est utile de ne pas oublier cette structure lorsque vous devez décider des stratégies à utiliser pour créer ou changer une géométrie.

Exercice 3—Topologie

Cet exercice montre comment est organisée la topologie des NURBS et étudiera des cas particuliers qui doivent être pris en considération lors de la création ou de la modification d'une géométrie.

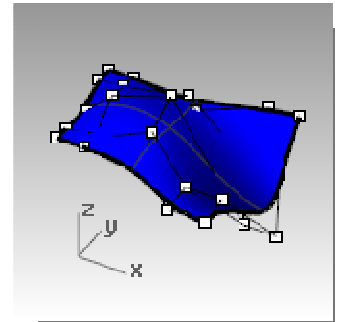
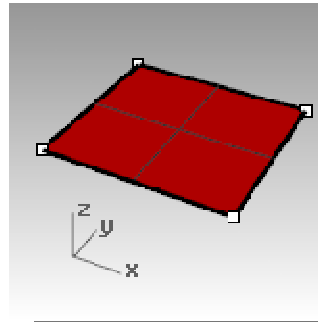
1 Ouvrez le fichier **Topologie.3dm**.

Plusieurs surfaces sont visibles sur le calque actuel.

2 Activez les points de contrôle du plan rectangulaire simple à gauche.

Ce dernier a quatre points de contrôle, un à chaque sommet - il s'agit d'une surface plane non limitée simple qui montre la topologie rectangulaire.

3 Activez maintenant les points de contrôle de la surface plus courbée.



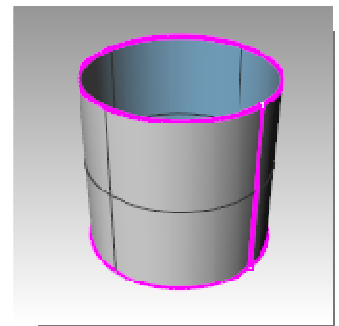
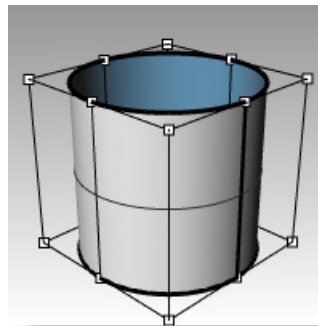
Elle a plus de points de contrôle, mais il est toujours évident qu'ils sont disposés de façon rectangulaire.

1 Sélectionnez le cylindre.

Il apparaît comme une surface circulaire continue, mais il a aussi une limite rectangulaire.

2 Utilisez la commande **MontrerBords** (*Menu Analyse : Outils pour les bords > Montrer les bords*) pour mettre en surbrillance les bords de la surface.

Vous remarquerez qu'une jointure est mise en surbrillance sur le cylindre. Cette jointure représente deux bords du rectangle, alors que les deux autres bords se trouvent sur les parties supérieure et inférieure. La topologie rectangulaire est ici aussi présente.

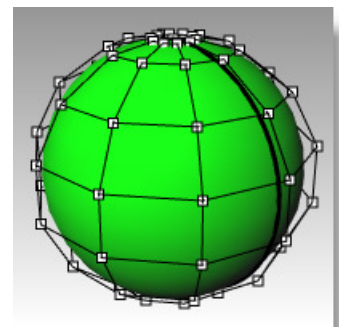
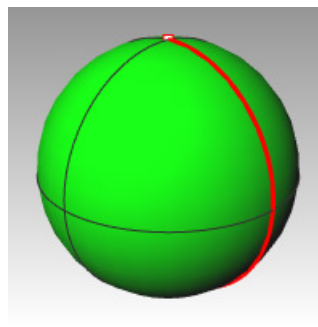


3 Sélectionnez la sphère.

Elle apparaît sous forme d'objet continu fermé.

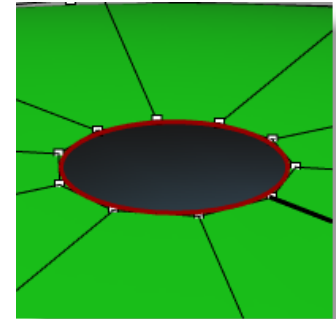
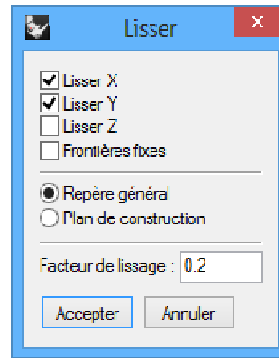
4 Utilisez **MontrerBords** pour mettre en surbrillance les bords.

Vous remarquerez qu'une jointure est mise en surbrillance sur la sphère. Cette jointure représente deux bords d'une surface NURBS rectangulaire, alors que les deux autres bords se confondent en un seul point aux pôles. Lorsque tous les points d'un bord non limité se confondent en un seul point, celui-ci est appelé une singularité.



La topologie rectangulaire est ici aussi présente, même si elle est complètement déformée.

- 1 Activez les **Points de contrôle** de la sphère.
- 2 Utilisez la commande **Zoom cible** (*Menu Vue : Zoom > Zoom cible*) et dessinez une fenêtre de sélection très serrée autour d'un des pôles de la sphère.
- 3 Sélectionnez le point situé sur un des pôles de la sphère et lancez la commande **Lisser** (*Menu Transformer : Lisser*).
- 4 Dans la boîte de dialogue **Lisser**, désactivez la case **Lisser Z**, vérifiez que la case **Frontières fixes** est désactivée et cliquez sur **Accepter**.



Un trou apparaît sur le pôle de la sphère et la singularité a disparu au niveau de ce pôle. **MontrerBords** mettra aussi en surbrillance cet anneau en tant que bord.

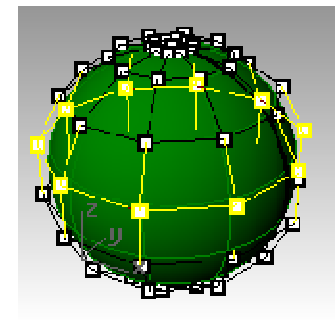
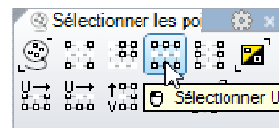
- 5 Utilisez la touche **Début** pour revenir à la vue précédente.
Cette méthode est la plus rapide pour vous déplacer entre les changements de vue.

Pour sélectionner des points

- 1 Ouvrez la barre d'outils **Sélectionner des points**.
- 2 Sélectionnez un point au hasard sur la sphère.
- 3 Dans la barre d'outils **Sélectionner des points**, cliquez sur **Sélectionner U**.

Toute une ligne de points est sélectionnée.

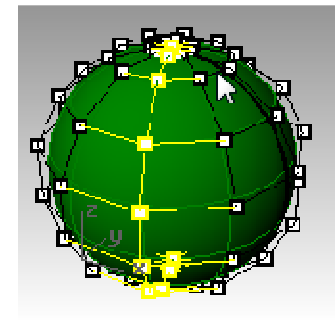
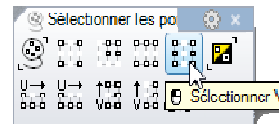
- 4 Annulez la sélection en cliquant dans une zone vide et sélectionnez un autre point sur la sphère.



- 5 Dans la barre d'outils **Sélectionner des points**, cliquez sur **Sélectionner V**.

Une ligne de points est sélectionnée dans l'autre direction du rectangle. Cette disposition selon les directions U et V est toujours la même dans les surfaces NURBS.

- 6 Essayez les autres boutons de cette barre d'outils.

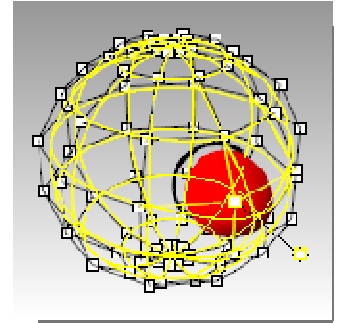
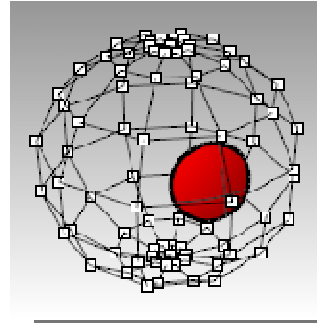


Exercice 4—NURBS limitées

1 Ouvrez le fichier **NURBS limitées.3dm**.

Cette surface a été limitée dans une surface beaucoup plus grande. Les données de la surface quadrilatère sous-jacente sont toujours disponibles après la limite d'une surface, mais elles sont limitées par les courbes de limite (bords) sur la surface.

2 Sélectionnez la surface et activez les points de contrôle puis déplacez quelques points de contrôle.



Les points de contrôle peuvent être manipulés sur la partie limitée de la surface ou sur le reste de la surface mais vous remarquerez que les bords de limite suivent le déplacement de la surface sous-jacente. La courbe de limite reste toujours sur la surface.

3 Utilisez la commande **Annuler** pour annuler les modifications sur les points.

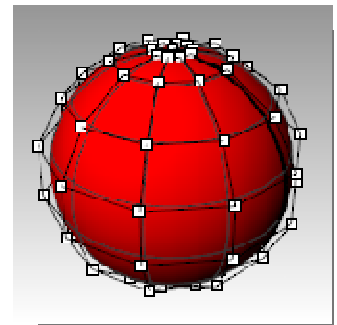
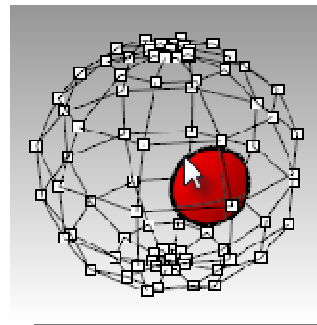
Pour supprimer les limites d'une surface

1 Lancez la commande **AnnulerLimite** (*Menu Surface : Outils de modification de surfaces > Annuler la limite*).

2 Sélectionnez le bord unique de la surface limitée.

La surface sous-jacente originale apparaît et la frontière limite disparaît.

3 Utilisez la commande **Annuler** pour revenir à la surface limitée.



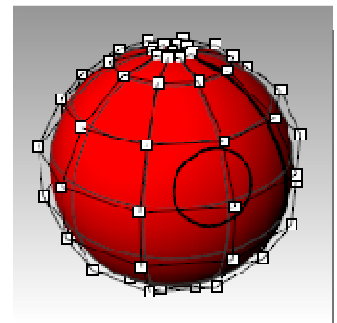
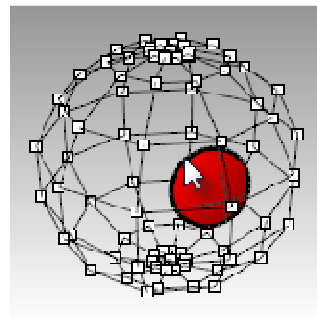
Pour détacher une courbe de limite d'une surface

1 Lancez la commande **AnnulerLimite** et choisissez **ConserverObjetsLimite=Oui** (*Menu Surface : Outils de modification de surfaces > Détacher une limite*).

2 Sélectionnez le bord de la surface.

La surface sous-jacente originale apparaît. Les frontières sont converties en courbes qui ne sont plus associées à la surface.

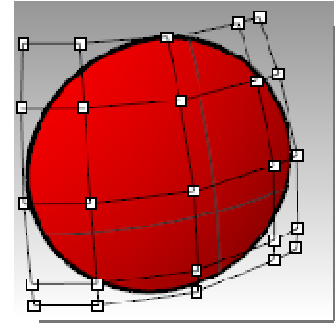
3 **Annulez** pour revenir à la surface limitée précédente.



Pour rétrécir une surface limitée

- 1 Lancez la commande **RétrécirSurfaceLimitée** (*Menu Surface : Outils de modification de surfaces > Réduire la surface limitée*).
- 2 Sélectionnez la surface et appuyez sur **Entrée** pour terminer la commande.

La surface non limitée sous-jacente est remplacée par une autre surface plus petite avec les mêmes caractéristiques. Aucun changement n'est visible sur la surface limitée. Seule la surface non limitée sous-jacente est modifiée.



4 Création de courbe et continuité

Nous commencerons ce chapitre par une révision de certains concepts et de certaines techniques concernant les courbes NURBS afin de simplifier le processus d'apprentissage pendant le reste du cours. Les techniques de construction de courbes ont une répercussion importante sur les surfaces que vous créez à partir de ces courbes.

Degré de la courbe

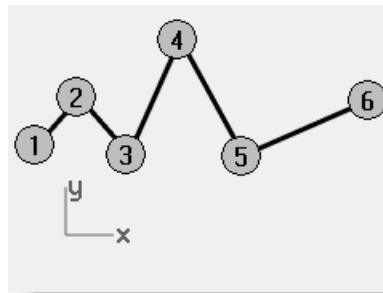
Le degré d'une courbe correspond au polynôme de plus haut degré dans l'équation de la courbe. Dans la pratique, il est lié à l'importance de l'influence qu'un simple point de contrôle a sur toute la longueur de la courbe.

Pour les courbes de plus haut degré, l'influence locale d'un point de contrôle est moins importante alors qu'il a plus d'influence sur toute la longueur de la courbe. La continuité interne est également plus élevée.

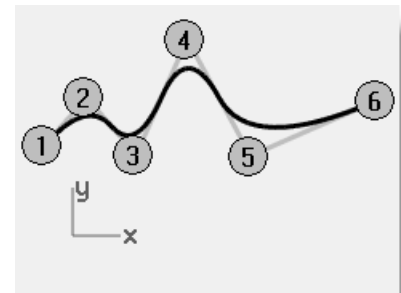
Dans l'exemple ci-dessous, les six points de contrôle des cinq courbes sont situés au même endroit. Chaque courbe a un degré différent. Le degré peut être défini avec l'option Degré de la commande **Courbe**.

Exercice 5—Degré d'une courbe

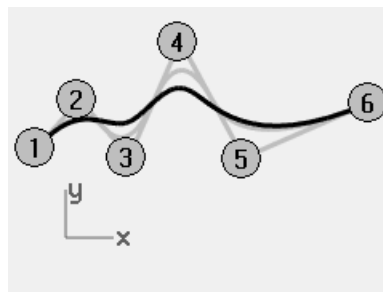
- 1 Ouvrez le fichier **Degré courbe.3dm**.
- 2 Utilisez la commande **Courbe** (Menu **Courbe** : **Forme libre** > **Points de contrôle**) avec un **Degré** égal à **1**, en utilisant l'accrochage **Point** pour vous accrochez sur chacun des points.
- 3 Répétez la commande **Courbe** avec **Degré=2**.
- 4 Répétez la commande **Courbe** avec **Degré=3**.
- 5 Répétez la commande **Courbe** avec **Degré=4**.
- 6 Répétez la commande **Courbe** avec **Degré=5**.



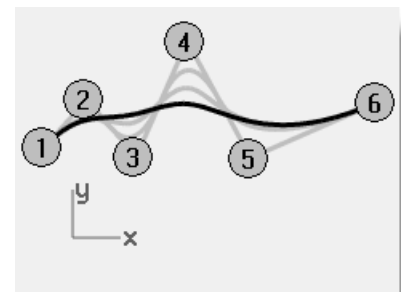
Degré 1 : Points de contrôle sur la courbe - pas de courbure.



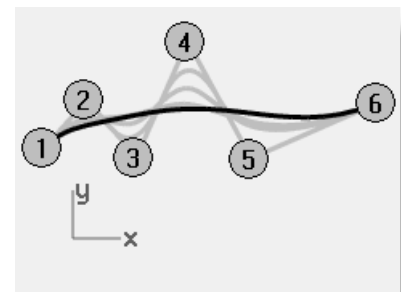
Degré 2 : Points de contrôle en dehors de la courbe.



Degré 3



Degré 4

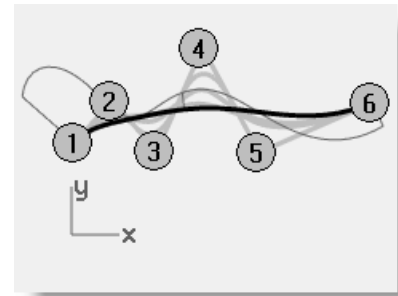
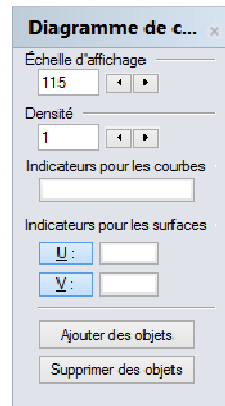


Degré 5

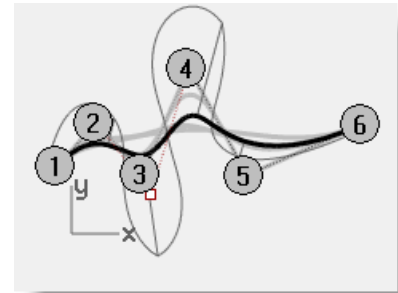
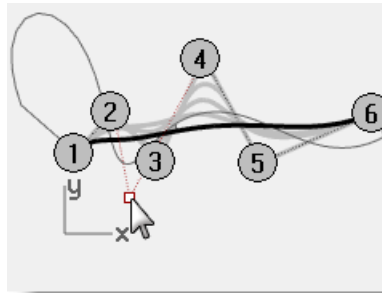
Analyser la courbure d'une courbe

- Utilisez la commande **DiagrammeCourbure** (*Menu Analyse : Courbe > Activer le diagramme de courbure*) pour activer le diagramme de courbure sur une des courbes. Définissez l'**Échelle d'affichage** de telle sorte que le diagramme ressemble à l'illustration - une valeur entre 110 et 120 devrait aller.

Le diagramme indique la courbure de la courbe - c'est-à-dire l'inverse du rayon de courbure. Plus le rayon de courbure en un point de la courbe est petit, plus la courbure est importante.



- Activez les points de contrôle sur la courbe dont le diagramme est activé et regardez le diagramme lorsque vous déplacez les points de contrôle. Remarquez le changement au niveau des indicateurs de courbure lorsque vous déplacez des points.
- Répétez ce processus pour chacune des courbes. Vous pouvez utiliser les boutons de la boîte de dialogue **Diagramme de courbure** pour ajouter des objets à l'analyse ou en supprimer.



Remarque :

- **Les courbes de degré 1** n'ont pas de courbure et aucun diagramme n'est affiché.
- **Les courbes de degré 2** sont continues en termes de tangence - les sauts du diagramme indiquent cette condition. Vous remarquerez que les dents ne sont visibles que sur le diagramme et pas sur la courbe.
- **Les courbes de degré 3** sont continues en termes de courbure - le diagramme ne présentera pas de sauts mais peut avoir des pics et des vallées pointus. La courbe n'a pas de points de rebroussement à ces endroits, en effet le diagramme présente un changement de courbure brusque mais pas discontinu.
- Dans les courbes de plus haut degré, des niveaux de continuité plus élevés sont possibles.
- Par exemple, une courbe de **degré 4** est continue en termes de taux de changement de courbure - le diagramme ne présente pas de pics pointus.
- Une courbe de **degré 5** est continue en termes de changement de taux de changement de courbure. Le diagramme ne présente pas de caractéristique particulière pour ces courbes de degré plus élevé mais il sera de plus en plus lisse.
- Si le degré d'une courbe est augmenté avec la commande **ChangerDegré** et l'option **Déformable=Non**, la continuité interne de la courbe ne sera pas améliorée en revanche s'il est diminué, la continuité s'en verra affectée.
- La reconstruction d'une courbe avec la commande **Reconstruire** changera la continuité interne.

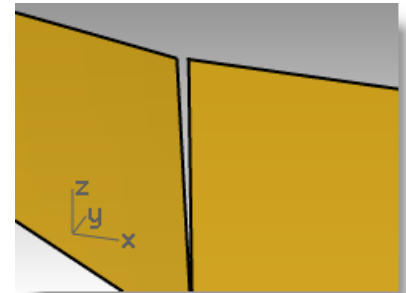
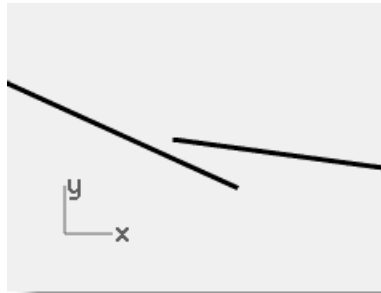
Continuité des courbes et des surfaces

La création d'une bonne surface dépend très souvent de la qualité et de la continuité des courbes de départ, il est donc important de bien expliquer la continuité des courbes.

Dans la plupart des cas de construction de courbes et de surfaces nous pouvons parler de quatre niveaux de continuité utiles.

Pas de continuité

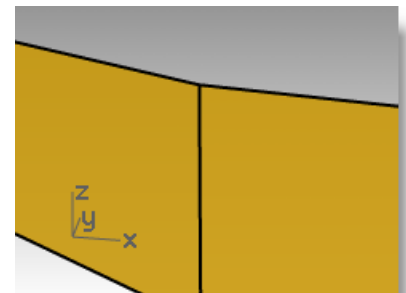
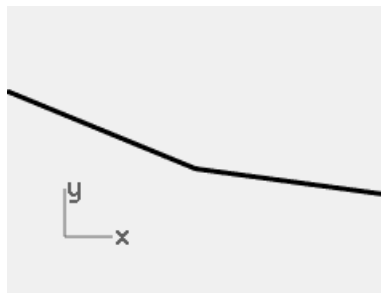
Les courbes ou les surfaces ne se rencontrent pas au niveau de leurs extrémités ou de leurs bords. Puisqu'il n'y a pas de continuité, les objets ne peuvent pas être joints.



Continuité de position (G0)

Les extrémités des courbes et les bords des surfaces se rencontrent.

La continuité de position signifie qu'il y a un point de rebroussement au point de rencontre des deux courbes. Les courbes peuvent être jointes dans Rhino en une seule courbe mais le point de rebroussement sera toujours là et vous pouvez toujours décomposer la courbe en deux sous courbes.

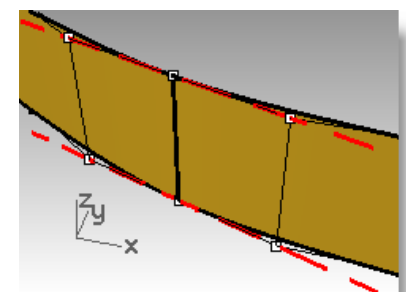
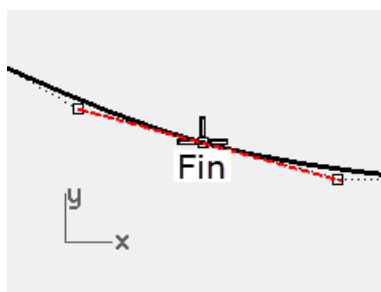


De la même façon, deux surfaces peuvent se rencontrer le long d'un bord commun mais elles présenteront un point de rebroussement ou une jointure, c'est-à-dire une ligne rigide entre elles. Pour des raisons pratiques, seules les extrémités d'une courbe ou la dernière ligne de points le long des bords de deux surfaces non limitées doivent correspondre dans la continuité G0.

Continuité de tangence (G1)

Les courbes ou les surfaces se rencontrent et la direction des tangentes aux extrémités ou au niveau des bords est la même. Vous ne devriez voir ni plis ni bords pointus.

La tangence est la direction d'une courbe en un de ses points

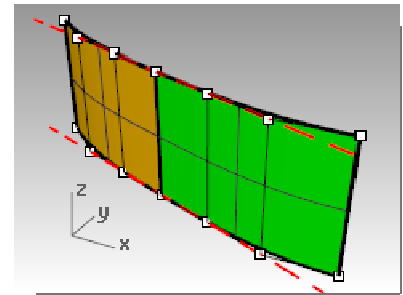
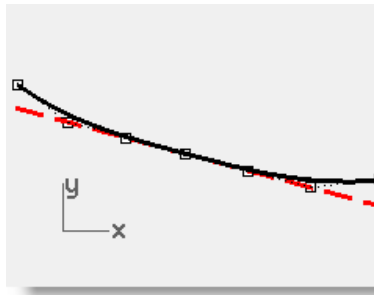


Lorsque deux courbes se rejoignent sur leurs extrémités, la condition de tangence entre elles est déterminée par la direction des courbes exactement au niveau de leur extrémité. Si les directions sont colinéaires, les courbes sont considérées tangentes. Il n'y a pas d'angle abrupt ou de point de rebroussement au point de rencontre des deux courbes. Cette direction de tangence est contrôlée par la direction de la ligne entre le dernier et l'avant-dernier point de contrôle de la courbe.

Pour que deux courbes soient tangentes entre elles, leurs extrémités doivent coïncider (G0) et les avant-derniers points de contrôle sur chaque courbe doivent se trouver sur une ligne passant par les extrémités. Au total quatre points de contrôle, deux sur chaque courbe, doivent se trouver sur cette ligne imaginaire.

Continuité de courbure (G2)

Les courbes ou les surfaces se rencontrent, la direction des tangentes est la même et le rayon de courbure est le même pour chacune des extrémités.



La continuité de courbure comprend les conditions G0 et G1 décrites ci-dessous et ajoute une autre condition : le rayon de courbure doit être le même aux extrémités communes des deux courbes. La continuité de courbure est la condition la plus lisse sur laquelle l'utilisateur a un contrôle direct, même si des conditions encore plus lisses sont possibles.

Par exemple, une continuité G3 est une continuité qui réunit les conditions de la continuité G2 et pour laquelle le taux de variation de la courbure est le même sur les deux courbes ou surfaces au niveau des extrémités ou des bords communs.

G4 signifie que la dérivée de la dérivée est la même. Rhino dispose des outils nécessaires pour construire des courbes et des surfaces de ce type, mais moins d'outils pour la vérification de cette continuité que pour G0-G2.

G5+ ne présente aucune continuité supplémentaire visible.

Continuité des courbes et diagramme de courbure

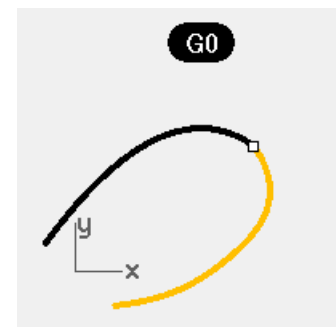
Rhino dispose de deux commandes d'analyse qui aideront à illustrer la différence entre la courbure et la tangence. Dans l'exercice suivant nous utiliserons les commandes **DiagrammeCourbure** et **Courbure** pour mieux comprendre la continuité de tangence et de courbure.

Pour montrer la continuité avec un diagramme de courbure

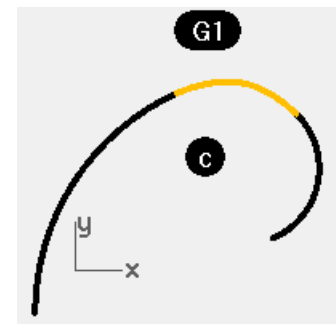
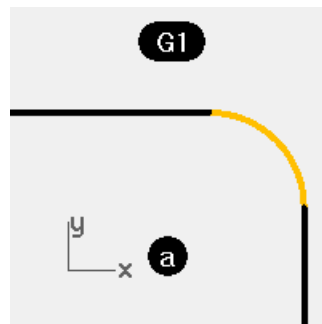
1 Ouvrez le modèle **Courbure_Tangence.3dm**.

Il comprend cinq ensembles de courbes, divisés en trois groupes.

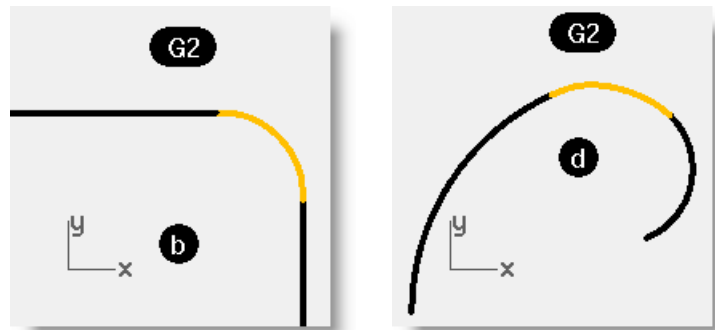
Un groupe présente une continuité de position (G0) aux extrémités communes.



Un groupe (a et c) présente une continuité de tangence (G1) aux extrémités communes.



Un groupe (b et d) présente une continuité de courbure (G2) aux extrémités communes.

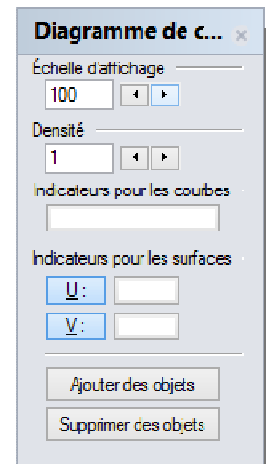


- 2 Utilisez **Ctrl+A** pour sélectionner toutes les courbes. Activez alors le **Diagramme de courbure** (Menu Analyse > Courbe > Activer le diagramme de courbure) sur les courbes. **Choisissez** une **Échelle d'affichage** de **100** pour le moment. Changez l'échelle si vous ne voyez pas les indicateurs de courbure.

La profondeur du diagramme avec cette échelle montre, dans les unités du modèle, la quantité de courbure de la courbe.

- 3 Regardez tout d'abord les groupes de courbes supérieures (**a-b**). Ils ont deux lignes droites et une courbe entre elles.

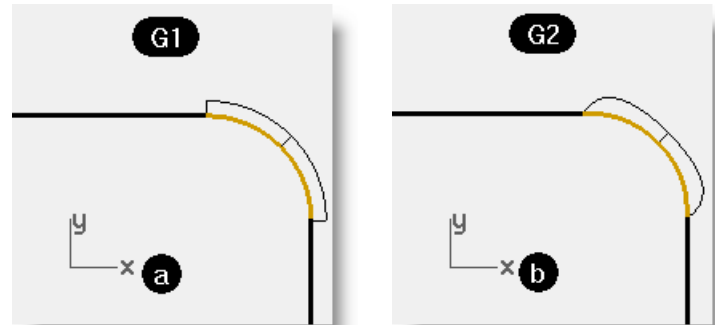
Les lignes n'ont pas de diagramme de courbure car elles n'ont pas de courbure.



L'image à droite montre ce qu'est une courbure non continue - le saut brusque sur le diagramme indique une discontinuité dans la courbure.

L'ensemble ligne-arc-ligne est toutefois connecté de façon lisse. L'arc prend la "direction" exacte d'une ligne et la ligne suivante démarre avec exactement la même direction que l'arc sur son extrémité.

D'autre part, les courbes G2 (b) ne présentent elles non plus aucune courbure sur les lignes mais la courbe joignant les deux droites est différente de celle du cas G1. Le diagramme de cette courbe démarre à zéro, il se transforme en un point à l'extrémité de la courbe, augmente rapidement mais de façon lisse et retombe à nouveau à zéro sur l'autre extrémité au point de rencontre avec la deuxième droite. La courbure de la courbe n'est pas constante, son rayon n'est donc pas constant. Le diagramme ne présente pas de saut brusque, il passe progressivement de zéro à son maximum.



La courbe G1 du milieu est un arc. Son diagramme de courbure est constant comme espéré car la courbure d'un arc ne change jamais tout comme le rayon ne change jamais.

Sur la courbe G2 du milieu, le diagramme passe de zéro à une hauteur maximale le long d'une courbe et redescend jusqu'à une courbure nulle sur l'autre ligne droite.

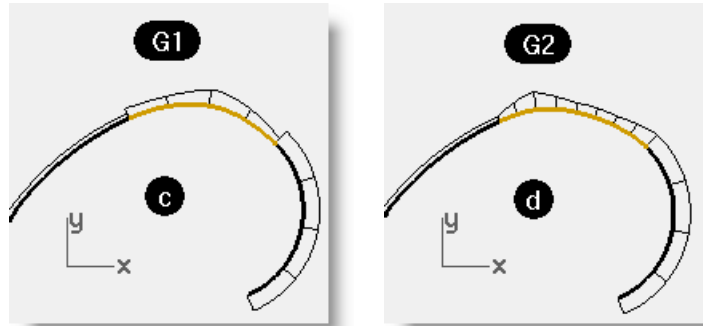
Il n'y a donc pas de discontinuité dans la courbure entre la fin de la ligne droite et la fin de la courbe. La courbe démarre et se termine avec une courbure nulle tout comme les lignes. Ainsi, dans le cas G2, non seulement la direction des courbes est la même aux extrémités mais la courbure aussi. Il n'y a pas de saut dans la courbure et les courbes sont considérées G2 ou continues en termes de courbure.

4 Regardez maintenant les courbes **c** et **d**.

Elles sont aussi G1 et G2 mais il n'y a pas de lignes droites et le diagramme est donc affiché sur toutes les courbes.

Les courbes G1 présentent un saut dans le diagramme aux extrémités communes des courbes. Cette fois la courbe n'est pas un arc constant - le diagramme indique que la courbure augmente vers le milieu.

Sur les courbes G2, le diagramme pour la courbe du milieu présente la même hauteur que pour les courbes adjacentes aux extrémités communes, il n'y a pas de sauts brusques dans le diagramme.



La courbe extérieure du diagramme pour une courbe est connectée au diagramme de la courbe suivante.

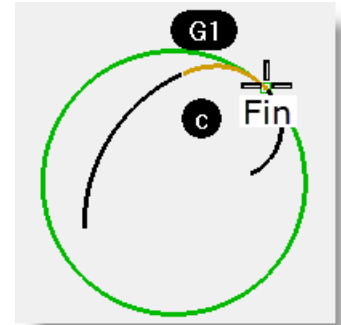
Pour montrer la continuité avec un cercle de courbure

- 1 Lancez la commande **Courbure** (*Menu Analyse : Cercle de courbure*) et sélectionnez la courbe du milieu dans l'ensemble **c**.

Le cercle qui apparaît sur la courbe indique le rayon de courbure à cet endroit. Il s'agit du cercle qui pourrait être tracé à partir du centre et du rayon mesurés en ce point de la courbe.

- 2 Faites glisser le cercle le long de la courbe.

Vous pouvez remarquer que le diagramme affiche une courbure importante aux points où le cercle est le plus petit. La courbure est l'inverse du rayon en un point.



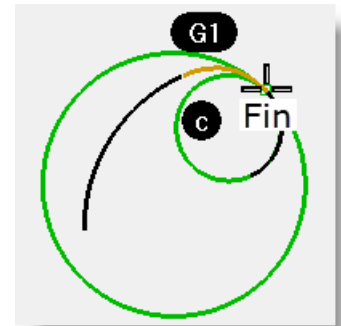
- 3 Cliquez sur l'option **MarquerCourbure** dans la ligne de commandes.

Faites glisser le cercle, accrochez-vous sur une extrémité de la courbe et cliquez pour placer un cercle de courbure.

- 4 Arrêtez la commande et relancez-la pour l'autre courbe partageant l'extrémité que vous venez de sélectionner.

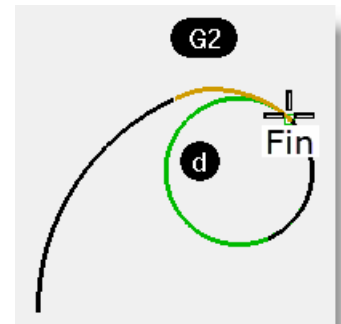
Placez un cercle sur cette extrémité aussi.

Les deux cercles ont des rayons très différents. Ceci indique à nouveau une discontinuité dans la courbure. Ces courbes sont uniquement tangentes, c'est-à-dire de continuité G1, la courbure au point de rencontre tangent est différente sur les deux courbes et c'est à cet endroit que le diagramme de courbure présentera un saut.



- 5 Répétez la même procédure pour obtenir les cercles aux extrémités des courbes dans l'ensemble **d**.

Vous remarquerez que cette fois les cercles de chaque courbe aux extrémités communes ont le même rayon. Ces courbes sont continues en termes de courbure.

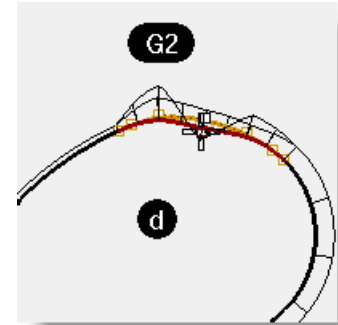
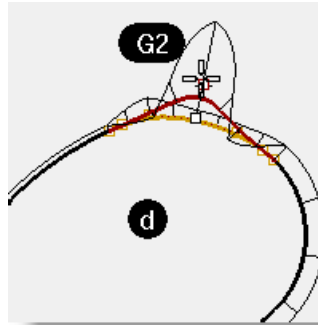
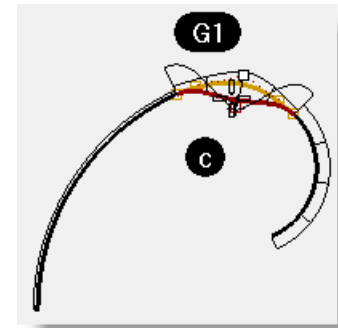
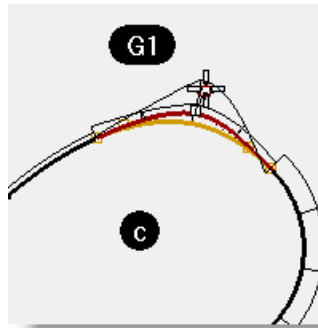


- 6 Finalement, activez les points de contrôle sur les courbes du milieu dans **c** et **d**. Sélectionnez le point de contrôle du milieu sur chaque courbe et déplacez-le.

Vous pouvez remarquer que même si le diagramme de courbure change beaucoup, la continuité avec les courbes adjacentes à chaque extrémité n'est pas affectée.

Les diagrammes de courbure des courbes G1 restent irréguliers mais la taille du saut change.

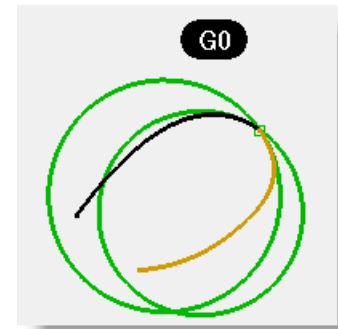
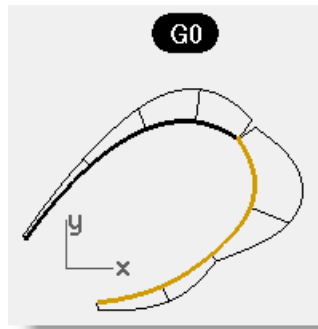
Les diagrammes de courbure des courbes G2 restent connectés mais un pic se forme.



- 7 Regardez maintenant les diagrammes des courbes **G0**.

Vous remarquerez qu'il y a un vide dans le diagramme ; il indique que la continuité est uniquement G0 (position).

Les cercles de courbure, sur les extrémités communes de ces deux courbes ont non seulement un rayon différent mais ils ne sont pas non plus tangents, ils se croisent. La direction est discontinue aux extrémités.



Exercice 6—Continuité géométrique

1 Ouvrez le fichier **Continuité courbe.3dm**.

Les deux courbes ne sont pas tangentes. Vérifiez ceci avec la commande de vérification de la continuité **ContG**.

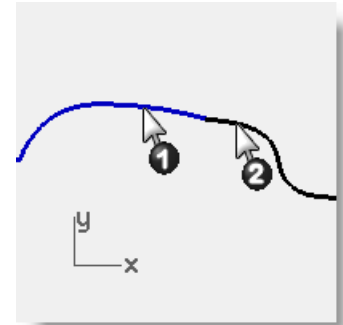
2 Lancez la commande **ContG** (Menu Analyse : Courbe > Continuité géométrique).

3 Cliquez près des extrémités communes (1 et 2) de chaque courbe.

Rhino affiche un message dans la ligne de commandes indiquant que les courbes sont en dehors de la tolérance : les extrémités des deux courbes ne sont pas assez proches l'une de l'autre pour être considérées comme coincidentes.

Différence entre les extrémités = 0,030 millimètres
 Différence de rayon de courbure = 126,531 millimètres
 Différence de direction de courbure en degrés = 10,277
 Différence de tangence en degrés = 10,277
 Les extrémités des courbes sont en dehors de la tolérance.

Les courbes importées sont souvent *en dehors de la tolérance* et doivent être réparées pour une modélisation précise.



Pour que les courbes présentent une continuité de position

1 Activez les points de contrôle des deux courbes et zoomez sur les extrémités communes.

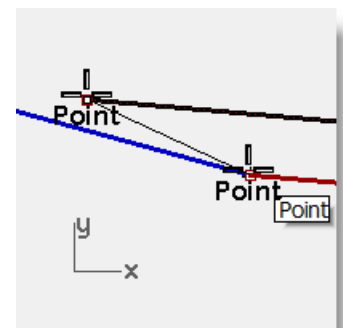
2 Activez l'accrochage **Point** et déplacez une des extrémités sur l'autre.

3 Répétez la commande **ContG**.

Le message de la ligne de commandes est différent dans ce cas :

Différence entre les extrémités = 0,000 millimètres
 Différence de rayon de courbure = 126,771 millimètres
 Différence de direction de courbure en degrés = 10,307
 Différence de tangence en degrés = 10,307
 Les courbes sont de type G0.

4 Annulez l'opération précédente.



Pour que les courbes présentent une continuité de position avec la commande Adapter

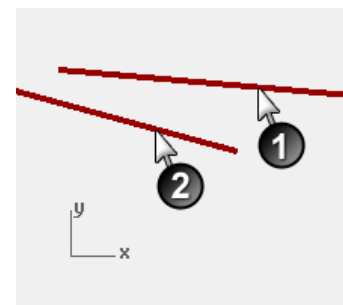
Rhino dispose d'un outil pour réaliser ce réglage automatiquement dans la commande **Adapter**.

1 Lancez la commande **Adapter** (Menu Courbe : Outils de modification des courbes > Adapter).

2 Cliquez près de l'extrémité commune d'une des courbes.

3 Cliquez près de l'extrémité commune de l'autre courbe.

Par défaut c'est la première courbe sélectionnée qui sera modifiée pour s'adapter à l'autre courbe. Vous pouvez faire en sorte que les deux courbes soient modifiées en cochant la case **Courbes moyennes** dans la boîte de dialogue suivante.

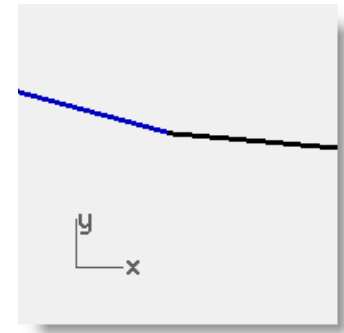
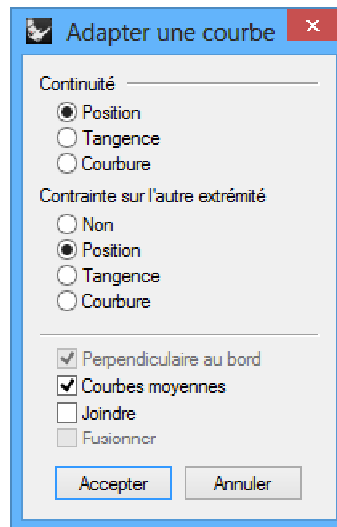


4 Dans la boîte de dialogue **Adapter une courbe**, dans **Continuité**, cochez **Position**, dans **Contrainte sur l'autre extrémité**, cochez **Position** et cochez **Courbes moyennes**.

5 Répétez la commande **ContG**.

Le message de la ligne de commandes indique:

Différence entre les extrémités = 0,000 millimètres
 Différence de rayon de courbure = 126,708 millimètres
 Différence de direction de courbure en degrés = 10,265
 Différence de tangence en degrés = 10,265
 Les courbes sont de type G0.



Exercice 7—Continuité de tangence

Il est possible d'établir une condition de tangence (G1) entre deux courbes en alignant les points de contrôle d'une certaine façon. Les points finaux sur les extrémités des courbes doivent coïncider et ces points doivent être sur la même ligne que les avant-derniers points sur chaque courbe. Ceci peut être réalisé automatiquement avec la commande **Adapter**, même si on peut facilement le faire en déplaçant les points de contrôle avec les commandes de transformation normales de Rhino.

Nous utiliserons les commandes **Déplacer**, **DéfinirPt**, **Rotation**, **Zoom Cible**, **ActiverPoints (F10)**, **DésactiverPoints (F11)**, les accrochages aux objets **Fin**, **Point**, **LeLong** et **Entre** ainsi que le verrouillage de **tabulation** pour déplacer les points afin d'obtenir une tangence.

Nous créerons tout d'abord des alias qui seront utilisés dans cet exercice.

Pour créer des alias pour les accrochages LeLongDe et Entre

LeLongDe et **Entre** sont des accrochages temporaires qui sont disponibles dans le menu **Outils** sous **Accrochages aux objets**. Ils ne peuvent être utilisés qu'après avoir lancé une commande et ils ne s'appliquent qu'à une sélection. Nous allons créer de nouveaux alias pour ces accrochages.

- 1 Dans la boîte de dialogue **Options de Rhino**, section **Alias**, cliquez sur le bouton **Nouveau**.
- 2 Dans la colonne **Alias**, tapez **l**.
 Dans la colonne **Macro de commande**, tapez **LeLongDe**.
- 3 Dans la colonne **Alias**, tapez **e**.
- 4 Dans la colonne **Macro de commande**, tapez **Entre**.
- 5 **Fermez** la boîte de dialogue **Options de Rhino**.

Alias :	Macro de commande :
AdvancedDisplay	!_OptionsPage_AdvancedSettings
AffichageAvancé	!_OptionsPage_AdvancedSettings
COff	!_CurvatureGraphOff
COOn	!_CurvatureGraph
D	!_Move
e	Entre
F	!_SelWindow
GestionnaireAffichage	!_OptionsPage_AdvancedSettings
GestionnaireModules	!_OptionsPage_Plugins
l	LeLongDe

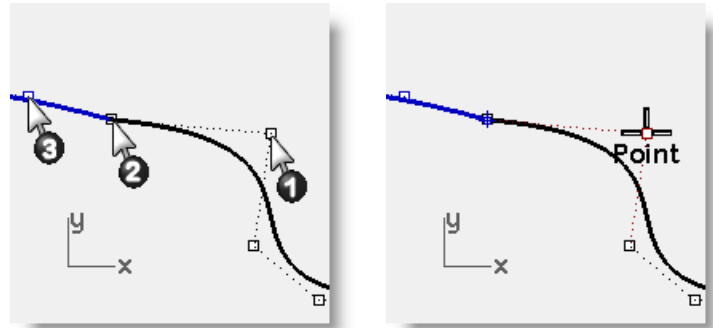
Pour changer la continuité en ajustant les points de contrôle avec la commande **Rotation** et le verrouillage de direction par tabulation

La touche de tabulation permet de verrouiller le mouvement du curseur. Elle peut être utilisée pour déplacer des objets, les faire glisser, créer une courbe ou créer une ligne.

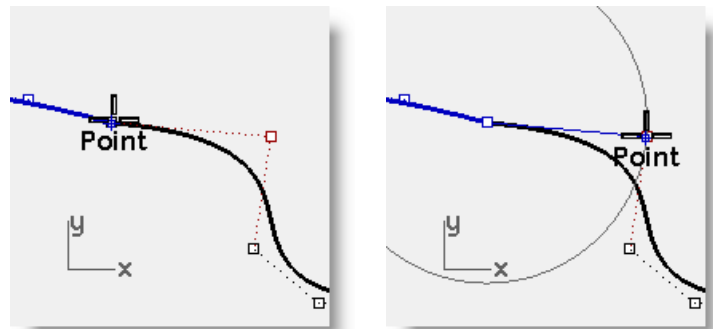
Pour activer le verrouillage de direction, appuyez sur la touche de **Tabulation** et relâchez-la quand Rhino demande une position dans l'espace. Le curseur sera contraint sur une ligne entre sa position dans l'espace au moment où la touche de tabulation a été utilisée et la position du dernier point sélectionné.

Quand la direction est verrouillée, elle peut être déverrouillée en appuyant à nouveau sur la touche de **Tabulation** et en la relâchant. Une nouvelle direction peut ensuite être définie en utilisant à nouveau la touche de **Tabulation**.

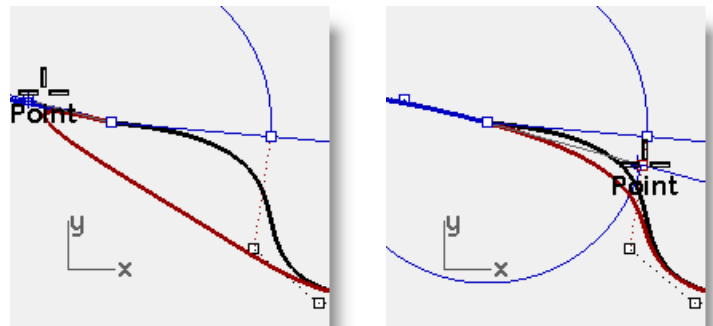
- 1 Activez les points de contrôle sur les deux courbes.
- 2 Sélectionnez l'avant dernier point de contrôle (1) d'une des courbes.
- 3 Lancez la commande **Rotation** (*Menu Transformer : Rotation*).
- 4 En utilisant l'accrochage **Point**, sélectionnez les extrémités (2) des deux courbes comme **centre de rotation**.
- 5 Pour le **premier point de référence**, cliquez sur l'emplacement actuel du point de contrôle sélectionné.



- 6 Pour le **Deuxième point de référence**, vérifiez que l'accrochage aux objets point est toujours actif. Passez le curseur sans cliquer sur l'avant-dernier point (3) de l'autre courbe. Lorsque l'étiquette de l'accrochage aux objets **Point** est visible à l'écran, indiquant que le curseur se trouve sur le point de contrôle, appuyez sur la touche de **Tabulation** et relâchez-la. Ne cliquez pas avec la souris.



- 7 Ramenez le curseur sur l'autre courbe, vous verrez que la position est contrainte sur une ligne entre le centre de rotation et l'avant-dernier point de la deuxième courbe, là où se trouvait le curseur quand vous avez appuyé sur la touche de tabulation. Vous pouvez cliquer maintenant sur le côté opposé à la deuxième courbe.



Lors de la rotation, le verrouillage de direction sait qu'il doit créer la ligne à partir du centre et non à partir du premier point de référence.

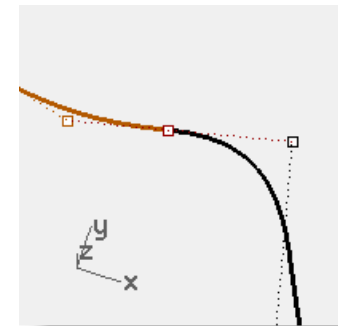
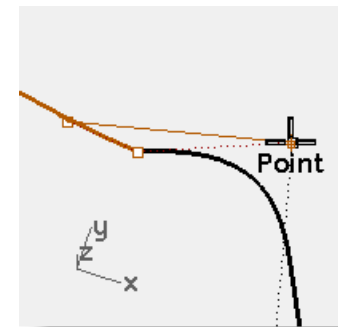
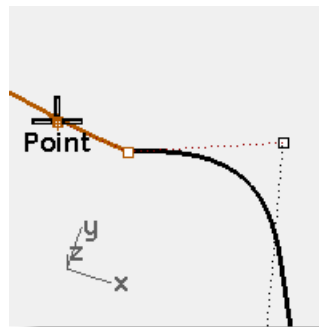
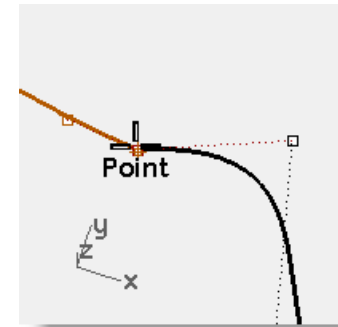
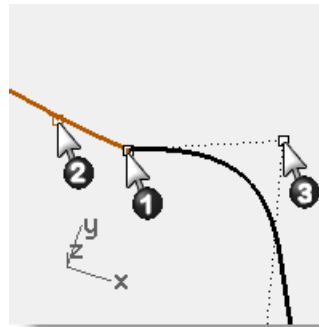
La fin de la rotation se trouvera sur la ligne entre le centre de rotation et l'avant-dernier point de la deuxième courbe.

Pour changer la continuité en ajustant les points de contrôle à l'aide de l'accrochage **Entre**

- 1 Utilisez la commande **UnCalqueActif** pour activer uniquement le calque **Courbes 3D**.
- 2 Vérifiez la continuité des courbes avec la commande **ContG**.
- 3 Activez les points de contrôle sur les deux courbes.
- 4 Sélectionnez les extrémités communes des deux courbes (1) avec une fenêtre.
- 5 Utilisez la commande **Déplacer** (*Menu Transformer : Déplacer*) pour déplacer les points.
- 6 Pour définir le **Point de départ**, accrochez-vous sur le même point (1).
- 7 Pour définir le **Point où déplacer l'objet**, tapez **e** et appuyez sur **Entrée** pour utiliser l'accrochage **Entre**.
- 8 Pour le **Premier point**, accrochez-vous sur le deuxième point (2) sur une courbe.
- 9 Pour le **Deuxième point**, accrochez-vous sur le deuxième point (3) sur l'autre courbe.

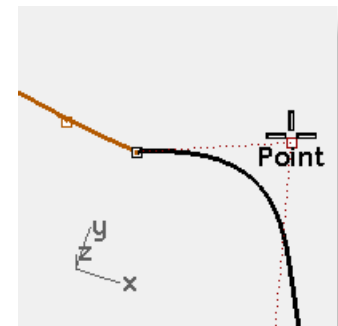
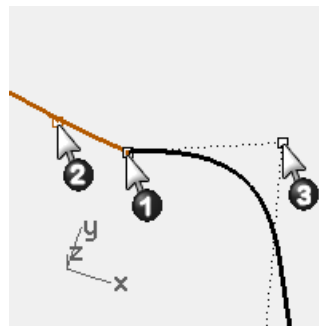
Les points communs sont déplacés entre les deux points suivants et les quatre points sont alignés.

- 10 Vérifiez la continuité.

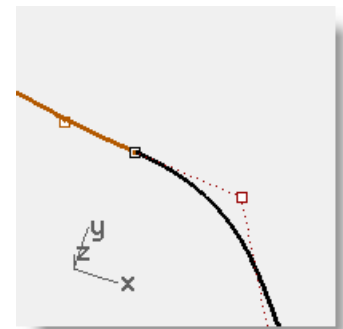
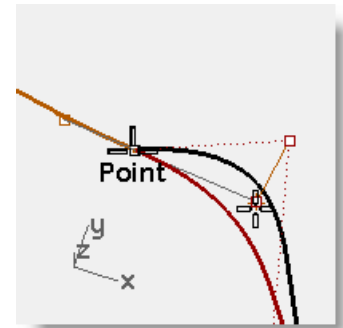
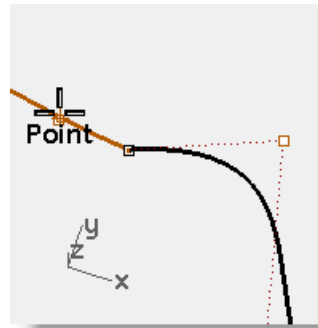


Pour changer la continuité en déplaçant les points de contrôle à l'aide de l'accrochage **LeLongDe**

- 1 **Annulez** l'opération précédente.
- 2 Sélectionnez le deuxième point (3) sur la courbe à droite.
- 3 Utilisez la commande **Déplacer** (*Menu Transformer : Déplacer*) pour déplacer le point.
- 4 Pour définir le **Point de départ**, accrochez-vous sur le point sélectionné.



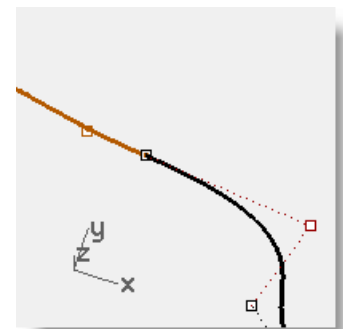
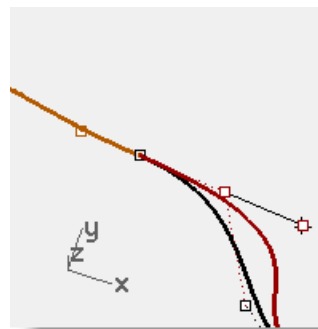
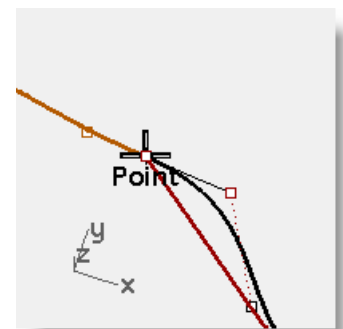
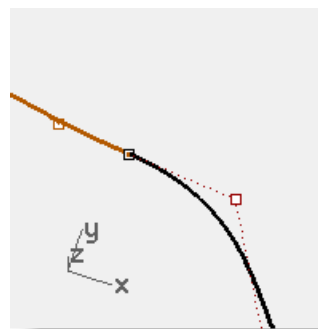
- 5 Pour définir le **Point où déplacer l'objet**, tapez **L** et appuyez sur **Entrée** pour utiliser l'accrochage **LeLongDe**.
- 6 Pour le **Point de départ de la ligne de repérage**, accrochez-vous sur le deuxième point (2) de l'autre courbe.
- 7 Pour la **Fin de la ligne de repérage**, accrochez-vous sur les points communs (1).
Le point suit une ligne passant par les deux points, et les quatre points sont alignés.
- 8 Cliquez pour placer le point.
- 9 Vérifiez la continuité.



Pour modifier les courbes sans perdre la continuité de tangence

Avec la touche de tabulation, vous pouvez ajuster le point de rencontre des courbes, ou la forme d'une des courbes près du point de rencontre, sans perdre la continuité G1.

- 1 Sélectionnez avec une fenêtre les extrémités communes ou l'avant-dernier point sur une des courbes.
Activez l'accrochage **Point** et faites glisser le ou les points sur le suivant des quatre points critiques.
- 2 Lorsque l'étiquette de l'accrochage aux objets **Point** est visible à l'écran, utilisez le verrouillage de direction en appuyant sur la touche de **tabulation** et en la relâchant, sans relâcher le bouton de la souris.
- 3 Vous pouvez maintenant faire glisser le ou les points tout en maintenant la tangence car la direction de déplacement est contrainte sur la ligne du verrouillage de direction.
- 4 Relâchez le bouton de gauche de la souris pour placer le ou les points.



Remarque : Pour conserver la continuité G1, vérifiez que toute manipulation de l'un des quatre points critiques s'effectue le long de la ligne sur laquelle ils se trouvent.

Lorsque vous avez obtenu une continuité G1 vous pouvez toujours modifier les courbes près de leurs extrémités sans perdre la continuité, en utilisant le verrouillage de tabulation.

Cette technique ne fonctionne que lorsqu'une continuité de tangence a été établie.

Exercice 8—Continuité de courbure

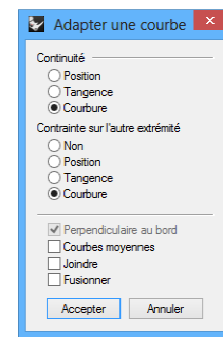
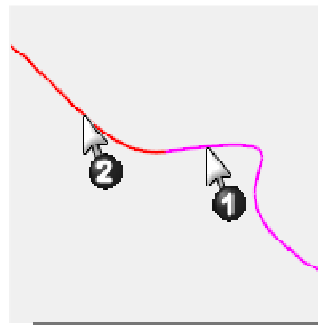
Le déplacement des points pour établir une continuité de courbure est plus complexe que pour la tangence. La courbure à la fin d'une courbe est déterminée par la position des trois derniers points de la courbe mais la relation entre eux n'est pas aussi linéaire que pour la tangence.

Pour définir une continuité de courbure ou G2, la commande **Adapter** est la seule solution dans la plupart des cas.

Pour adapter les courbes

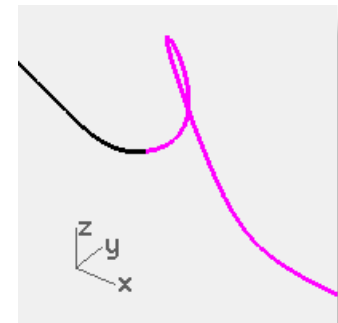
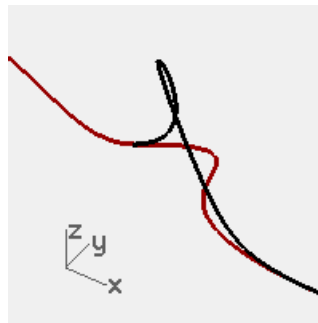
- 1 Utilisez la commande **Adapter** (*Menu Courbe : Outils de modification des courbes > Adapter*) pour adapter la courbe rose (1) à la courbe rouge (2). Choisissez **Continuité = Courbure**, **Contrainte sur l'autre extrémité = Courbure** et désactivez **Courbes moyennes**.

Lorsque vous utilisez la commande Adapter tout en vérifiant la Courbure sur ces courbes, le troisième point à changer sur la courbe est contraint à une position calculée par Rhino afin d'obtenir la continuité recherchée.



La forme de la courbe modifiée est considérablement altérée.

Déplacer le troisième point manuellement annulera la continuité G2 aux extrémités, même si la continuité G1 est conservée.



Techniques avancées pour contrôler la continuité

Deux méthodes supplémentaires sont disponibles pour modifier des courbes tout en conservant la continuité dans Rhino. (1) La commande **RenflementFinal** contraint les points de l'extrémité à conserver leur continuité avec la courbe adjacente. (2) L'ajout de nœuds permet d'obtenir une plus grande flexibilité lors de la modification de la forme de la courbe.

Pour modifier la courbe avec un renflement final

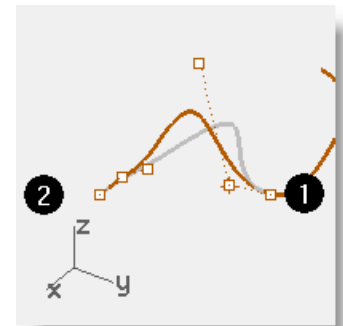
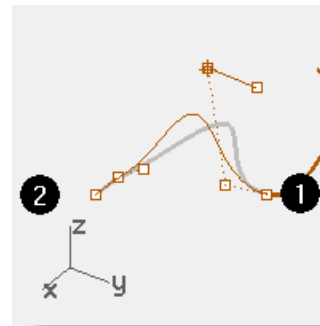
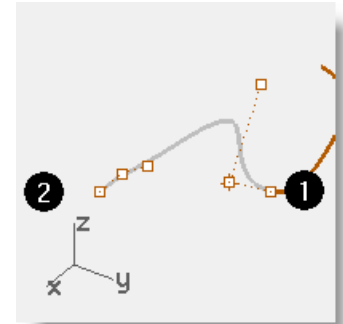
- 1 Cliquez avec le bouton de droite sur le bouton **Copier** pour dupliquer la courbe rose puis verrouillez-la.
- 2 Lancez la commande **RenflementFinal** (*Menu Édition : Ajuster le renflement final*).
- 3 Sélectionnez la courbe rose.

Vous remarquerez que le nombre de points affichés est plus grand que sur la courbe originale.

La commande **RenflementFinal** ajoute des points de contrôle à la courbe si celle-ci a moins de points que ce qu'elle devrait.

- 4 Sélectionnez le troisième point, faites-le glisser et cliquez pour placer le point puis appuyez sur **Entrée** pour terminer la commande.

Si l'extrémité de la courbe présente une continuité G2 avec une autre courbe, elle sera préservée car la commande **RenflementFinal** conserve la courbure au niveau de l'extrémité de la courbe.



Remarque : L'ajustement des points de contrôle fonctionnera pour adapter la courbure uniquement dans le cas simple de l'adaptation à une ligne droite.

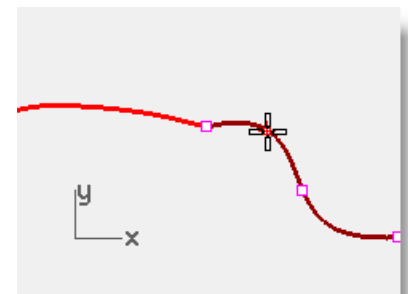
Pour ajouter un nœud

En ajoutant un ou deux nœuds à la courbe, des points de contrôle seront ajoutés près de l'extrémité et le troisième point sera donc situé plus près de l'extrémité. Pour ajouter des nœuds à des courbes et des surfaces utilisez la commande **InsérerNœud**.

- 1 Annulez les ajustements précédents.
- 2 Lancez la commande **InsérerNœud** (*Menu Édition : Points de contrôle > Insérer un nœud*).
- 3 Sélectionnez la courbe magenta.
- 4 Cliquez sur la courbe pour ajouter un nœud entre les deux premiers marqueurs de nœud.

En général, une courbe ou une surface aura un meilleur comportement lors de la modification des points si de nouveaux nœuds sont placés à mi-distance entre les nœuds existants, ce qui permet de maintenir une distribution uniforme.

L'ajout de nœuds ajoute aussi des points de contrôle.

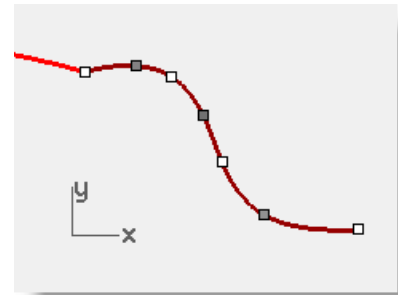


Les nœuds et les points de contrôle ne sont pas la même chose et les nouveaux points de contrôle ne seront pas ajoutés exactement au même endroit que les nouveaux nœuds.

L'option **Automatique** insère automatiquement un nouveau nœud dans chaque intervalle, exactement à mi-distance entre chaque nœud.

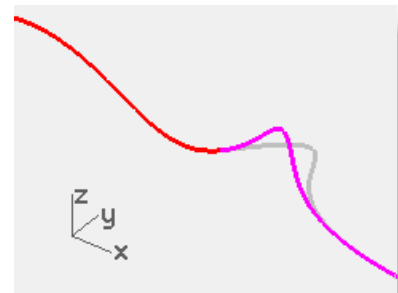
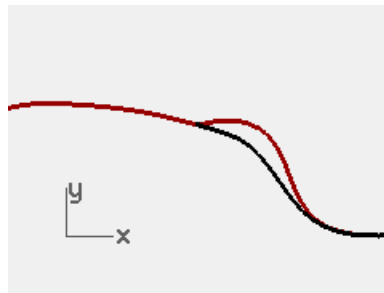
Si vous ne voulez placer des nœuds que sur certaines parties de la courbe, vous devriez les définir un par un en cliquant sur les positions désirées sur la courbe.

Les nœuds existants sont affichés en blanc.



- 5** Adaptez les courbes après avoir inséré le nœud dans la courbe magenta.

L'insertion de nœuds proches de la fin des courbes modifiera l'intensité des changements effectués par la commande **Adapter** sur la courbe.



5 Continuité de surface

Les caractéristiques de continuité pour les courbes peuvent aussi être appliquées aux surfaces. Au lieu de considérer l'extrémité, le deuxième et le troisième points, ce sont les lignes de points sur le bord et les deux lignes suivantes qui sont prises en considération. Les outils pour vérifier la continuité entre les surfaces ne sont pas les mêmes et la commande **ContG** ne pourra pas être utilisée.

Analyser la continuité des surfaces

Rhino utilise la capacité d'OpenGL à créer des présentations en fausses couleurs pour vérifier la courbure et la continuité sur une surface ou entre plusieurs surfaces. Ces outils se trouvent dans le menu **Analyse**, sous **Surface**. La commande **Rayures** est l'outil qui permet de mesurer de façon plus directe la continuité G0-G2 entre des surfaces. L'analyse avec des rayures simule la réflexion d'un arrière-plan rayé sur la surface.

Remarque : Une carte OpenGL n'est pas nécessaire afin de pouvoir utiliser ces outils même s'ils fonctionneront plus rapidement avec une accélération OpenGL.

Adapter la continuité des surfaces

La commande utilisée pour établir la continuité G0, G1 ou G2 entre des surfaces est la commande **Rayures**.

Options d'adaptation d'une surface

Option	Description
Surfaces moyennes	Les deux surfaces sont modifiées jusqu'à obtenir une forme intermédiaire.
Affiner l'adaptation	Détermine si les résultats de l'adaptation doivent être testés quant à leur précision et affinés pour que les faces s'adaptent dans les limites d'une tolérance spécifiée.
Adapter les bords selon les points les plus proches	La surface adaptée est alignée avec le bord cible en attirant chaque point du bord sur le point le plus proche de l'autre bord.
Contrainte sur l'autre extrémité	Si la surface n'a pas assez de points, son degré est augmenté (jusqu'à un maximum de 5), jusqu'à ce qu'il y ait assez de points.

Direction isoparamétrique

Indique comment la paramétrisation des surfaces adaptées est déterminée.

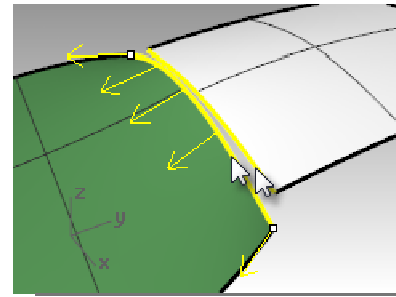
Option	Description
Automatique	Analyse le bord cible et utilise ensuite Adapter à la direction isoparamétrique de la cible si le bord est non limité ou Perpendiculaire au bord cible si le bord est limité.
Conserver la direction isoparamétrique	Permet de maintenir autant que possible les directions isoparamétriques comme avant l'adaptation.
Adapter à la direction isoparamétrique de la cible	Les isoparamétriques de la surface modifiée sont parallèles à celles de la surface cible.
Perpendiculaire au bord cible	Les isoparamétriques de la surface adaptée sont perpendiculaires au bord cible.

Exercice 9—Continuité de surface et AdapterSurf

La commande **AdapterSurf** utilise les bords de surface comme point de départ et modifie une ou les deux surfaces. Vous devez dire à la commande quel bord exactement elle doit modifier puis quel bord doit être adapté à la surface cible. Nous adapterons tout d'abord le bord de la surface blanche à la verte. Le bord à modifier et le bord cible sont limités sur ces surfaces.

Alors que la commande **AdapterSurf** est normalement utilisée pour ajuster des surfaces qui sont assez proches de la continuité désirée, cet exemple est quelque peu exagéré afin de montrer clairement le fonctionnement et les options.

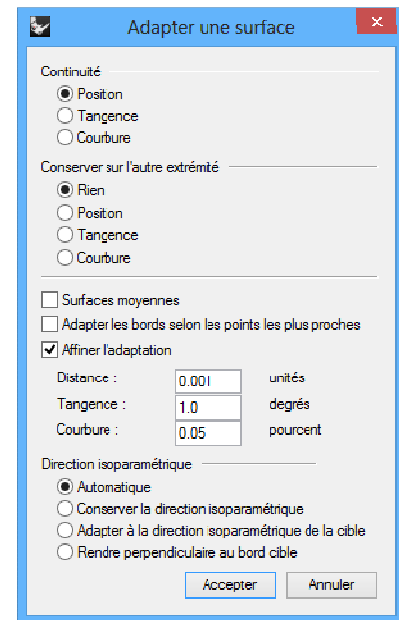
- 1 Ouvrez le modèle **Continuité de surface.3dm**.
- 2 Lancez la commande **AdapterSurf** (*Menu Surface : Outils de modification de surfaces > Adapter*).
- 3 Sélectionnez le bord de la surface blanche le plus proche de la surface verte.
- 4 Sélectionnez le bord de la surface verte, proche du point de sélection sur le bord de la surface blanche, et appuyez sur **Entrée**.



- 5 Dans la boîte de dialogue **Adapter une surface**, choisissez **Position** pour la **Continuité**, choisissez Rien dans la section **Conserver sur l'autre extrémité**, désactivez **Affiner l'adaptation** et choisissez **Automatique** pour la **Direction isoparamétrique**.

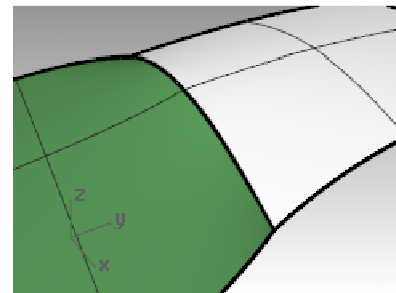
Vérifiez que toutes les autres cases sont désactivées.

Un aperçu ombré est automatiquement généré afin que vous puissiez voir à quoi ressemblera le résultat.



- 6 Cliquez sur **Accepter**.

Le bord de la surface blanche est étiré jusqu'à s'adapter au bord de la surface verte.

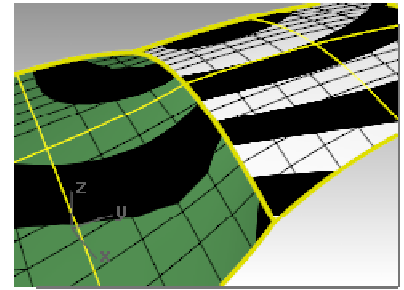
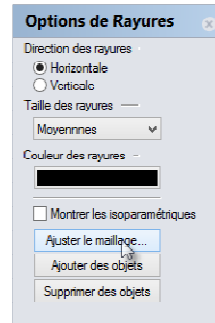


Pour vérifier la continuité avec l'analyse par rayures

- 1 Vérifiez les surfaces avec l'outil d'analyse **Rayures** (*Menu Analyse : Surface > Rayures*).

Cette commande se base sur une approximation de la surface pour ses informations d'affichage.

- 2 Le maillage généré par défaut par la commande **Rayures** peut être trop grossier pour obtenir une bonne analyse des surfaces. Si le résultat montre des rayures avec des angles très marqués sur chaque surface, cliquez sur **Ajuster le maillage** dans la boîte de dialogue **Rayures**.

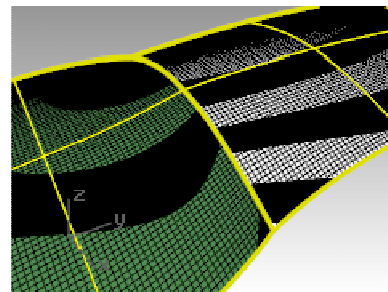
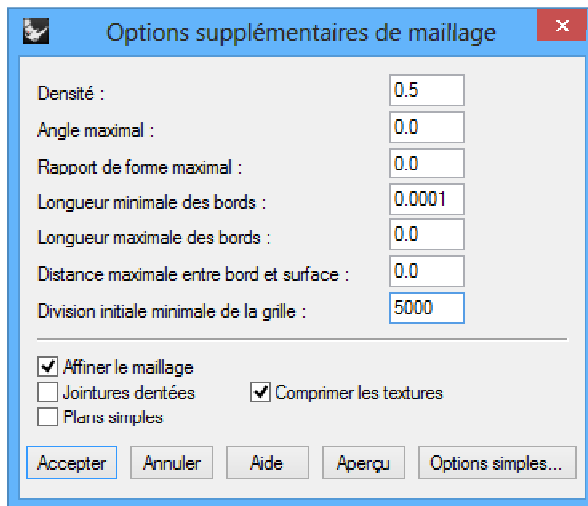


En général, le maillage d'analyse devrait être beaucoup plus fin que le maillage d'ombrage et de rendu.

Il est recommandé de définir ces maillages la première fois que vous utilisez une analyse de surface par mode d'affichage dans un modèle. Ce paramètre est ensuite enregistré dans le fichier.

- 3 Utilisez les options supplémentaires pour définir les paramètres de maillage.

Pour ce type de maillage il est souvent plus facile de définir à zéro (désactiver) l'option Angle maximal et de ne se servir que du paramètre Division initiale minimale de la grille. Cette valeur peut être assez élevée mais dépend de la géométrie concernée.



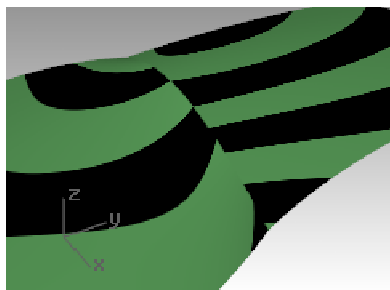
Dans cet exemple, une valeur entre 5000 et 10000 donnera un maillage très fin et très précis.

- 4 L'analyse peut être améliorée en joignant les surfaces à tester. **Joignez** les deux surfaces.

Le maillage sera ainsi affiné le long du bord joint et les rayures seront plus régulières.

Il n'y a aucune relation particulière entre les rayures des deux surfaces sauf qu'elles se touchent, ce qui indique une continuité G0.

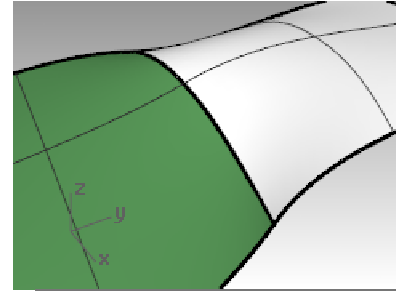
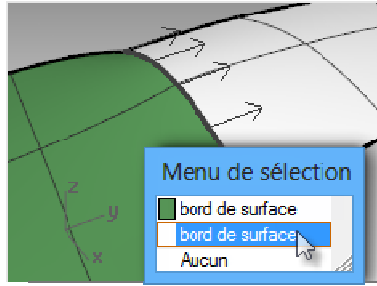
- 5 **Annulez la jointure.**



Pour adapter la surface avec une continuité de tangence

- 1 Utilisez la commande **AdapterSurf** (Menu *Surface : Outils de modification de surface > Adapter*) à nouveau avec l'option **Tangence** pour la **Continuité**.

Lorsque vous choisissez le bord à adapter, les flèches de direction vous permettent de différencier quel bord est sélectionné. Les flèches de direction pointent vers la surface à laquelle le bord appartient.

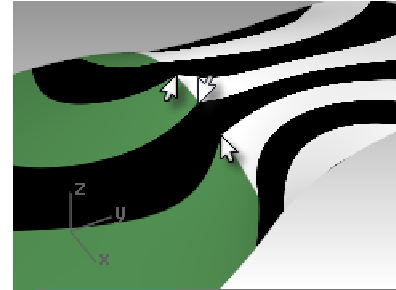


- 2 Vérifiez les surfaces avec la commande **Rayures**.

Faites tourner la vue le long de la jointure.

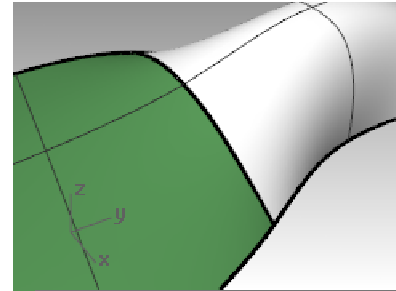
Le point de jonction entre les rayures d'une surface et les rayures de l'autre est net même s'il y a un angle.

Ceci indique une continuité G1.



Pour adapter la surface avec une continuité de courbure

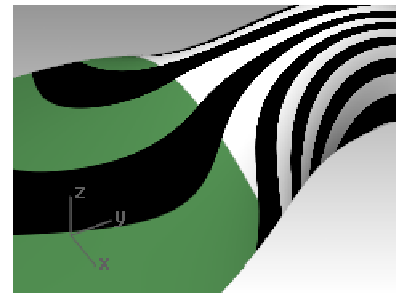
- 1 Utilisez la commande **AdapterSurf** (Menu *Surface : Outils de modification de surfaces > Adapter*) avec l'option **Courbure**.



- 2 Vérifiez les surfaces avec la commande **Rayures**.

Les rayures sont maintenant alignées et la jonction est lisse. La connexion entre les rayures de l'une des surfaces et celles de l'autre est lisse.

Ceci indique une continuité de courbure (G2).



Remarque : Le résultat peut être différent si vous effectuez directement une adaptation avec l'option **Courbure** sans passer par l'option **Position**. En fait, chaque opération modifie la surface près du bord et l'opération suivante travaille donc sur une surface de départ différente.

Ajouter des nœuds pour contrôler l'adaptation des surfaces

De la même façon que lors de l'adaptation des courbes, dans certains cas **AdapterSurf** déformera trop les surfaces afin d'obtenir la continuité désirée. Des nœuds peuvent être ajoutés aux surfaces afin de limiter l'influence de la commande **AdapterSurf**. Les nouvelles lignes de points (deuxième et troisième) sont plus proches du bord de la surface.

Les surfaces peuvent aussi être ajustées avec la commande **RenflementFinal**.

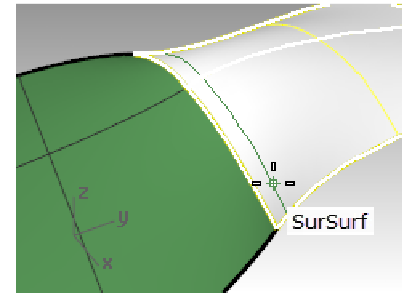
Pour ajouter un nœud sur une surface

- 1 Annulez l'opération précédente.
- 2 Utilisez la commande **InsérerNœud** (*Menu Édition : Points de contrôle > Insérer un nœud*) pour insérer une ligne de nœuds près de chaque extrémité de la surface blanche.

Lorsque cette commande est utilisée sur une surface elle a plus d'options. Vous pouvez choisir d'insérer une ligne de nœuds dans la direction U, dans la direction V ou dans les deux directions. Choisissez l'option Symétrique pour ajouter des nœuds aux deux extrémités opposées d'une surface.

- 3 Utilisez la commande **AdapterSurf** pour adapter la courbure des surfaces entre elles.

Vous remarquerez que la nouvelle surface adaptée est différente de l'ancienne.



Pour ajuster la surface en utilisant le renflement final

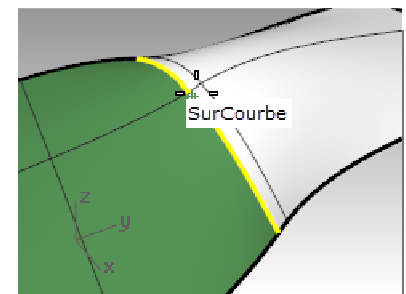
La commande **RenflementFinal** vous permet de modifier la forme d'une surface sans changer la direction tangente ni la courbure au niveau du bord de la surface. Cette commande est utile quand vous devez changer la forme d'une surface qui a été adaptée à une autre surface.

RenflementFinal vous permet de déplacer des points de contrôle à un endroit précis sur la surface. Ces points sont contraints le long d'une courbe, ce qui évite un changement au niveau de la direction et de la courbure.

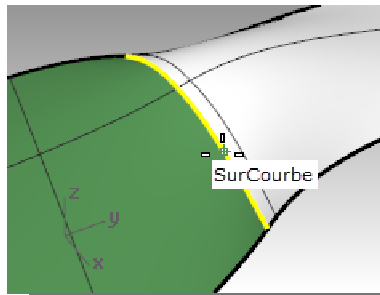
La surface peut être ajustée uniformément le long de tout le bord sélectionné ou sur une section du bord. Dans ce dernier cas, l'ajustement se fait en un point spécifique et diminue jusqu'à zéro sur une des extrémités de la section. Le début ou la fin de la section peut coïncider avec le point à ajuster, ce qui force la section à être entièrement d'un côté du point d'ajustement.

- 1 Lancez la commande **RenflementFinal** (*Menu Édition : Ajuster le renflement final*).
- 2 Pour définir le **Bord de la surface à ajuster**, cliquez sur le bord de la surface à droite.
- 3 Pour définir le **Point à modifier**, choisissez un point sur le bord au niveau duquel l'ajustement sera contrôlé.

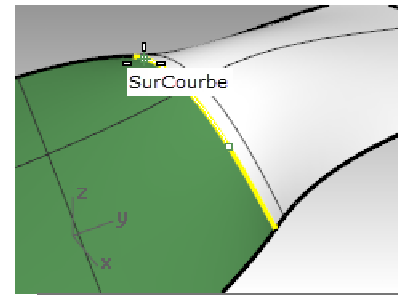
Vous pouvez utiliser les accrochages aux objets et une géométrie de référence pour sélectionner un point avec précision.



- 4** Pour définir le **Début de l'intervalle à modifier**, cliquez le long des bords communs pour déterminer la région à ajuster.



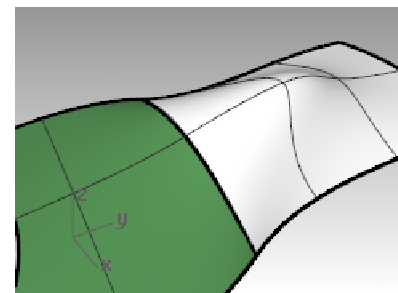
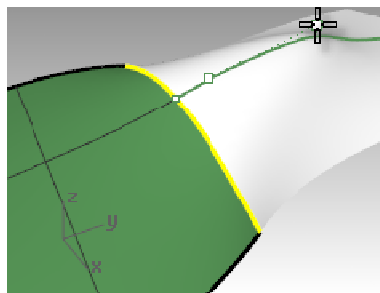
- 5** De la même façon, pour définir la **Fin de l'intervalle à modifier**, choisissez un point pour déterminer la région à modifier.



Pour sélectionner un intervalle au niveau de ce point, déplacez le curseur le long du bord et cliquez sur les points du début et de la fin de l'intervalle. Si tout le bord doit être ajusté de la même façon, appuyez sur **Entrée**.

- 6** Pour définir le **point à ajuster**, sélectionnez un des points affichés.

Rhino affiche trois points sur chaque courbe mais vous ne pouvez en manipuler que deux. Lorsque vous déplacez le deuxième point, Rhino déplace aussi le troisième point qui n'est pas directement manipulé afin de conserver la continuité. Si vous déplacez le troisième point, le deuxième ne sera pas affecté.



- 7** Faites glisser le point et cliquez pour ajuster la surface.

S'il n'est pas nécessaire de conserver la continuité de courbure G2 au niveau du bord, utilisez l'option Continuité=Tangence pour désactiver un des deux points. Seule la continuité G1 sera conservée.

- 8** Appuyez sur **Entrée** pour terminer la commande.

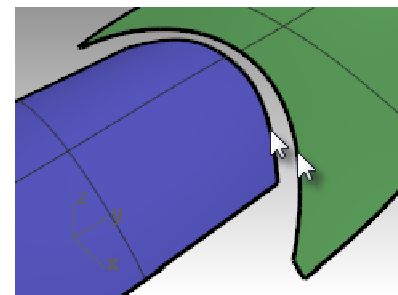
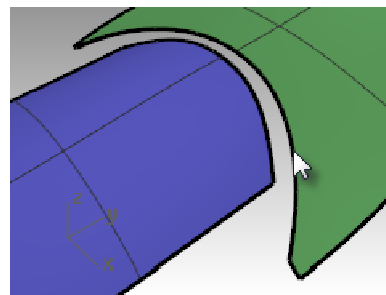
Pour adapter une surface non limitée à une surface limitée

- 1** Lancez la commande **AdapterSurf** (Menu Surface : Outils de modification de surfaces > Adapter).

- 2** Sélectionnez la surface verte sur le bord le plus proche de la surface bleue.

Le bord ne sera pas sélectionné et vous verrez le message suivant dans la ligne de commandes :

Le bord doit être sur le bord d'une surface (et non pas un bord limité). Sélectionner le bord de la surface non limitée à adapter (AdaptationsMultiples).



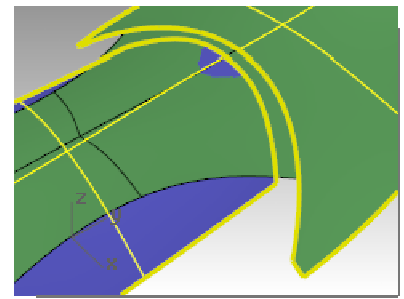
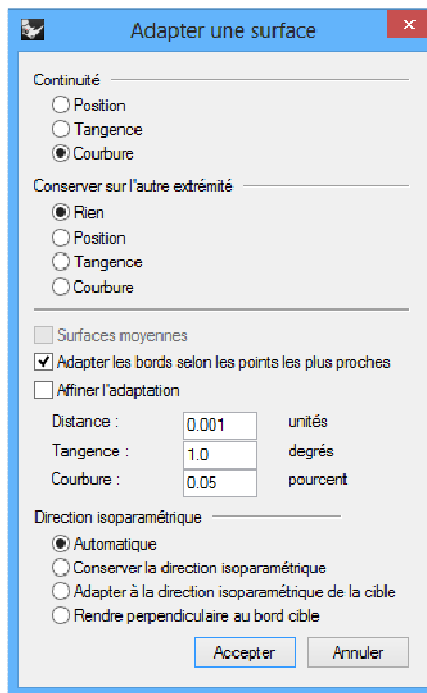
- 3** À la place, sélectionnez le bord non limité de la surface bleue sur le bord le plus proche de la surface verte.
- 4** Sélectionnez le bord limité de la surface verte, proche du point de sélection sur le bord de la surface bleue.

- 5 Dans la boîte de dialogue **Adapter une surface**, choisissez **Courbure** pour la **Continuité**, choisissez **Rien** dans la section **Conserver sur l'autre extrémité**, cochez **Adapter les bords selon les points les plus proches** et choisissez **Automatique** pour la **Direction isoparamétrique**.

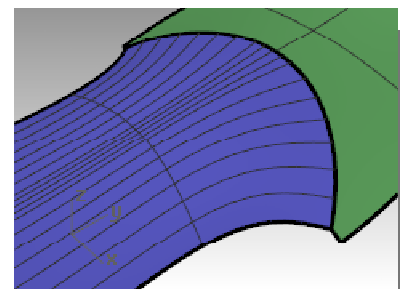
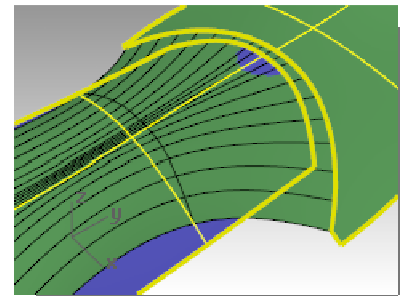
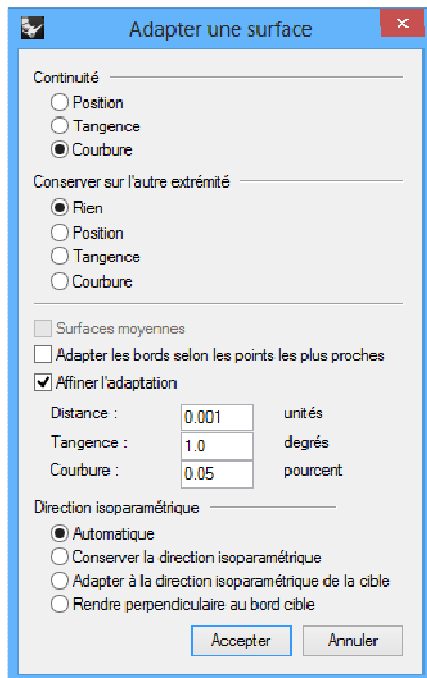
Vérifiez que toutes les autres cases sont désactivées.

Un aperçu est automatiquement généré afin que vous puissiez voir à quoi ressemblera le résultat.

Vous remarquerez que la surface bleue ne comprend pas tout le bord non limité de la surface verte. Elle ne s'étend que jusqu'au point le plus proche de la surface originale.



- 6 Dans la boîte de dialogue **Adapter une surface**, désactivez **Adapter les bords selon les points les plus proches** et cochez **Affiner l'adaptation**.
- 7 Modifiez les options **Direction isoparamétrique** et **Conserver sur l'autre extrémité** pour voir le résultat sur la surface adaptée. Lorsque vous avez terminé, cliquez sur **Accepter**.



Commandes qui tiennent compte de la continuité

Rhino dispose de plusieurs commandes qui permettent de construire des surfaces en utilisant les bords d'autres surfaces comme courbes de départ. Elles peuvent construire des surfaces de continuité G1 ou G2 avec les surfaces adjacentes. Ces commandes sont :

- SurfaceRéseau
- Balayage2
- Patch (uniquement G1)
- SurfaceParSections (uniquement G1)

- RaccorderSurf (G1 à G4)

Les exercices suivants donneront un bref aperçu de ces commandes.

Exercice 10—Commandes de continuité

Pour créer une surface à partir d'un réseau de courbes

1 Ouvrez le fichier **Commandes de continuité.3dm**.

Sur le calque **Surfaces** deux surfaces jointes ont été limitées et présentent un vide. Ce vide doit être fermé et la continuité avec les surfaces adjacentes doit être conservée.

2 Activez le calque **Réseau**, s'il n'est pas déjà activé et choisissez-le comme calque actuel.

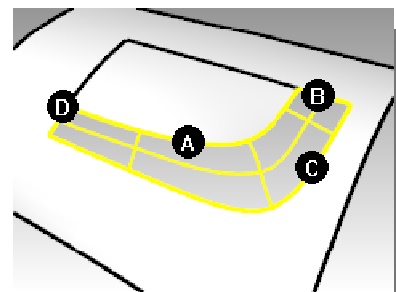
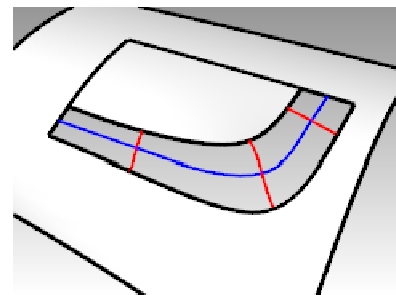
Plusieurs courbes déjà dessinées définissent les sections transversales de la surface.

3 Utilisez la commande **SurfaceRéseau** (*Menu Surface : Réseau de courbes*) pour fermer le trou avec une surface non limitée en utilisant les courbes et les bords des surfaces comme courbes de départ.

4 À l'invite **Sélectionner les courbes du réseau**, sélectionnez les quatre bords qui entourent l'ouverture ainsi que les quatre courbes à l'intérieur de l'ouverture puis appuyez sur **Entrée**.

Remarquez que vous ne pouvez pas introduire plus de quatre bords. Vous pouvez aussi indiquer les tolérances ou l'écart maximum de la surface par rapport aux courbes de départ.

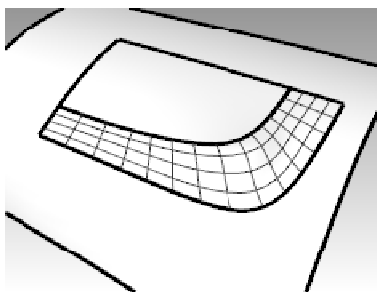
Par défaut, les tolérances des bords sont les mêmes que la tolérance absolue du modèle. La tolérance des courbes intérieures est 10 fois plus grande que celle par défaut.



5 Dans la boîte de dialogue **Surface à partir d'un réseau de courbes**, choisissez une continuité de **Courbure** pour tous les bords puis cliquez sur **Accepter**.

La surface créée présente une continuité de courbure sur les quatre bords.

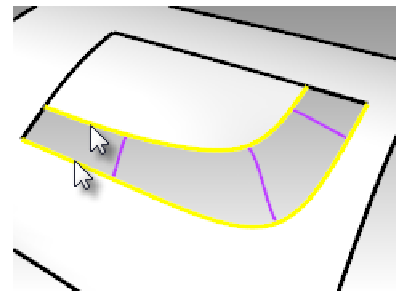
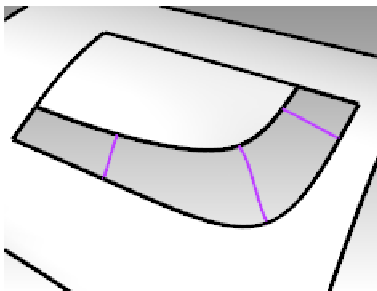
6 Vérifiez la surface résultante avec la commande **Rayures**.



Pour créer la surface avec un balayage sur deux rails

1 Utilisez la commande **UnCalqueActif** pour activer uniquement le calque **Surfaces** et cliquez ensuite dans le champ des calques de la barre d'état pour sélectionner le calque **Balayage2**.

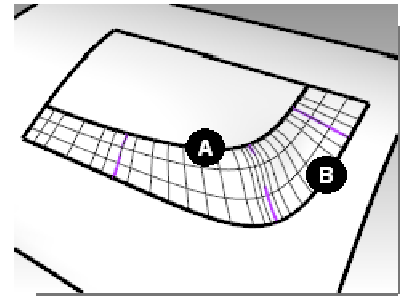
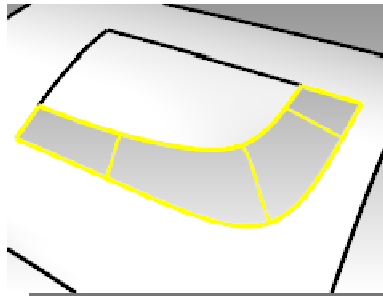
2 Lancez la commande **Balayage2** (*Menu Surface : Balayage sur 2 rails*) et sélectionnez les bords de la surface allongée pour les rails.



3 Sélectionnez un des petits bords, les courbes de section transversale et l'autre petit bord en tant que courbes de profil.

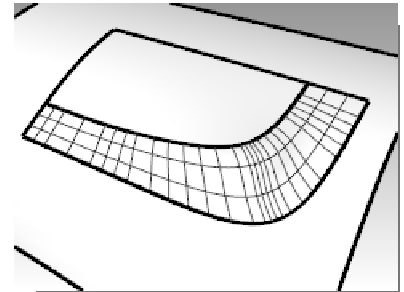
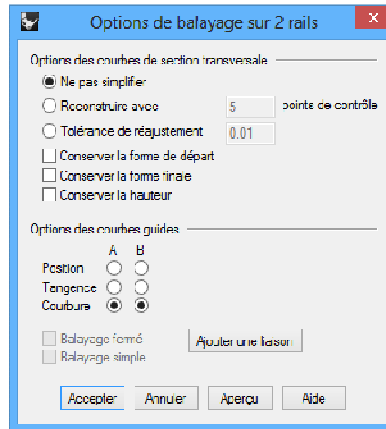
4 Choisissez **Courbure** pour les deux **Options des courbes guides**.

Puisque les rails sont des bords de surfaces ils sont étiquetés et la boîte de dialogue **Options de balayage sur 2 rails** vous offre la possibilité de conserver la continuité au niveau de ces bords.



5 Cliquez sur **Accepter**.

6 Vérifiez la surface non limitée résultante avec la commande **Rayures**.

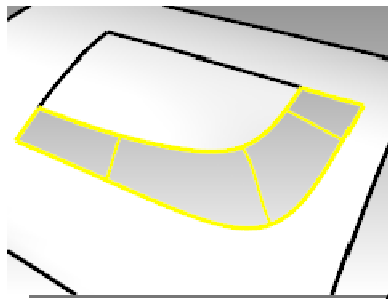


Pour créer une surface de patch

La commande **Patch** construit une surface limitée si les courbes de contour forment une boucle fermée. Elle peut permettre une continuité G1 si les courbes de contour sont des bords. La commande **Patch** :

- Peut utiliser des courbes non limitées ou des points comme éléments de départ
- Ignore le bruit d'un grand nombre de points de contrôle
- Est intéressante pour les données scannées
- Est intéressante pour la rétroconception

- 1 Activez les calques **Surfaces** et **Patch**.
Désactivez tous les autres calques.
- 2 Lancez la commande **Patch** (*Menu Surface : Patch*).
- 3 Sélectionnez les bords et les courbes intérieures et appuyez sur **Entrée**.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Options de la surface de patch**, définissez les options comme indiqué ci-après :
Dans la case **Espace entre les points échantillonnés**, tapez **1**.
Dans la case **Rigidité**, tapez **1**.
Dans les cases **Segments U** et **V de la surface**, tapez **10**.
Cochez les cases **Ajuster tangence** et **Limite automatique** puis cliquez sur **Accepter**.

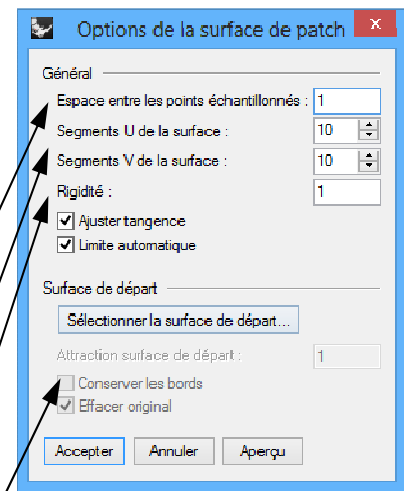


Distance 3D nominale entre les points échantillonnés à partir des courbes de départ

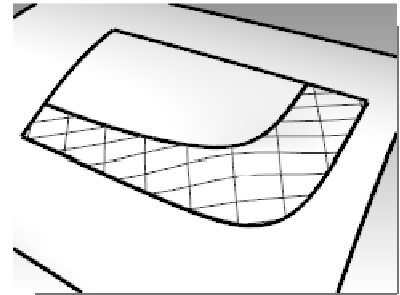
Lignes et colonnes

Plus cette valeur est élevée, plus la surface sera "rigide", rectangulaire et plane

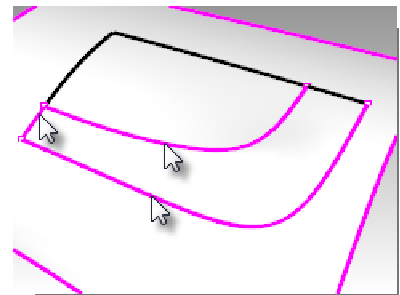
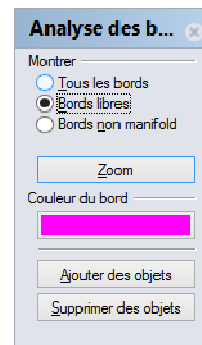
Prend la structure d'une surface sélectionnée.



- 5 **Joignez** les surfaces.



- 6 Utilisez la commande **MontrerBords** (*Menu Analyse : Outils pour les bords > Montrer les bords*) pour afficher les bords libres.
S'il y a des bords libres entre la nouvelle surface de patch et la polysurface existante les paramètres peuvent avoir besoin d'être ajustés.
- 7 Vérifiez les résultats avec la commande **Rayures**.

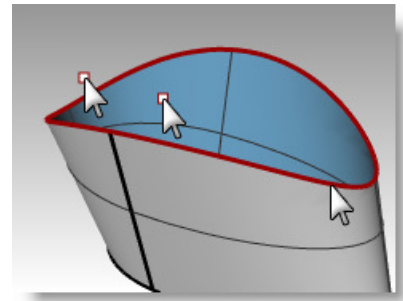


Exercice 11—Options de patch

Pour créer un patch à partir d'un bord et de points

Patch peut utiliser des objets ponctuels ainsi que des courbes et des bords de surface pour créer une surface. Cet exercice utilise des points et des bords pour montrer comment fonctionne l'option **Rigidité**.

- 1 Ouvrez le modèle **Options de Patch.3dm**.
- 2 Lancez la commande **Patch** (*Menu Surface : Patch*) et sélectionnez les deux objets ponctuels et le bord supérieur de la surface.
- 3 Cochez **Ajuster la tangence** et **Limite automatique** puis tapez **10** dans les cases **Segments de la surface** pour les deux directions.
- 4 Afin d'obtenir une bonne vue des deux points, activez la fenêtre **Face** et utilisez le mode d'affichage **filaire** ou **semi-transparent**.
- 5 Tapez **0.1** dans la case **Rigidité** et cliquez sur le bouton **Aperçu**.

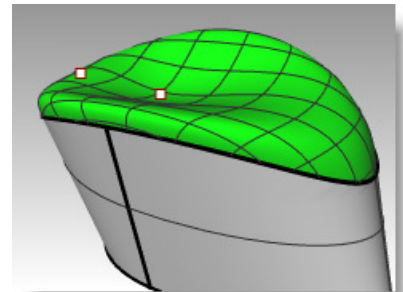
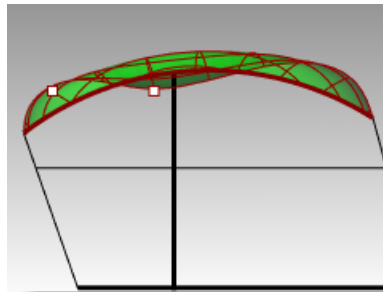


Lorsque le paramètre de rigidité est faible, la surface repose sur les points en conservant la tangence au niveau du bord. Ceci peut produire des changements brusques ou des plis dans la surface.

- 6 Tapez **5** dans la case **Rigidité** et cliquez à nouveau sur le bouton **Aperçu**.

Lorsque le paramètre de rigidité est plus élevé, la surface de patch est plus rigide et il se peut qu'elle ne passe pas par la géométrie de départ. D'autre part, la surface a moins tendance à présenter des changements brusques ou des plis et elle est souvent plus lisse, donc meilleure.

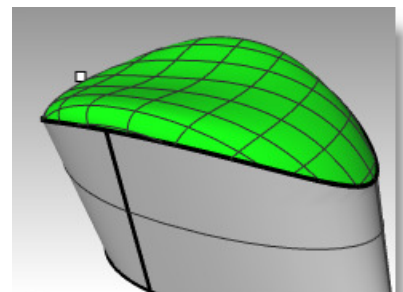
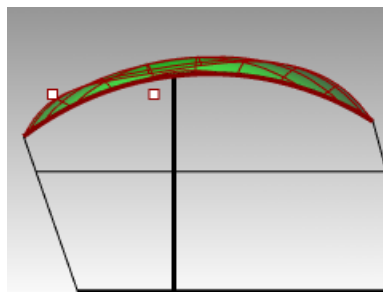
Si la rigidité est très élevée, les bords peuvent être différents des bords de départ.



Une rigidité élevée donne une surface plus rectangulaire et plane

Une rigidité faible donne une surface plus lisse

Un nombre d'intervalle plus élevé donne une plus grande densité de points de contrôle

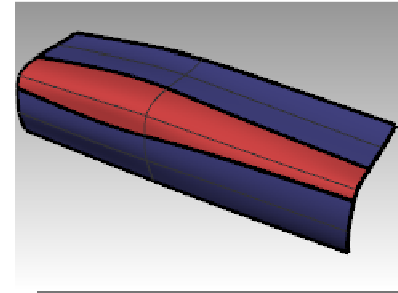
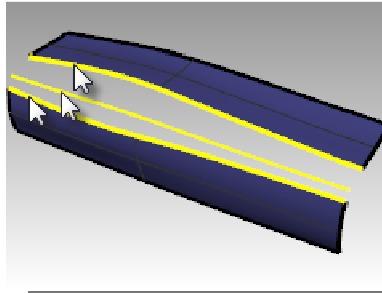


Exercice 12—Surface par sections**Pour créer une surface par sections**

La commande **SurfaceParSections** dispose aussi d'options intégrées pour contrôler la continuité entre les surfaces.

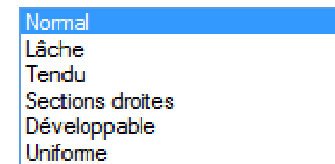
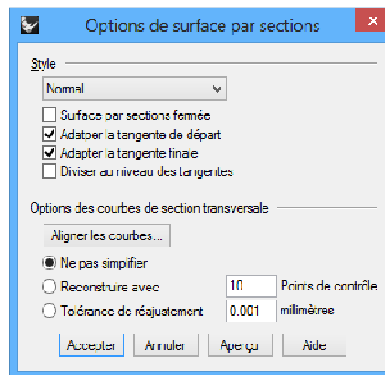
- 1 Ouvrez le fichier **Surface par sections.3dm**.
- 2 Lancez la commande **SurfaceParSections** (Menu *Surface : Surface par sections*).
- 3 Sélectionnez la courbe du bord inférieur, la courbe puis la courbe du bord supérieur et appuyez sur **Entrée**.

Lors de la sélection, cliquez près de la même extrémité de chaque courbe. Vous éviterez ainsi d'obtenir une surface vrillée.



- 4 Dans la boîte de dialogue **Options de surface par sections**, vérifiez que le **Style** est sur **Normal** et cochez les cases **Adapter la tangente de départ** et **Adapter la tangente finale**. Appuyez sur **Entrée** lorsque vous avez terminé.

La nouvelle surface présente une continuité G1 par rapport aux surfaces originales.

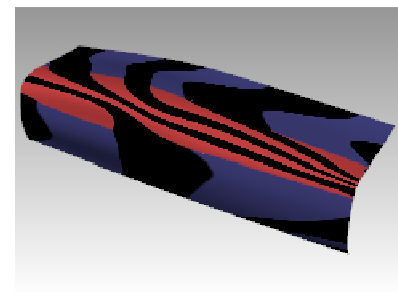
**Style :**

Lâche—semblable à une courbe par les points de contrôle

Sections droites—semblable à une polyligne

Normal/Tendu—semblable à une courbe interpolée

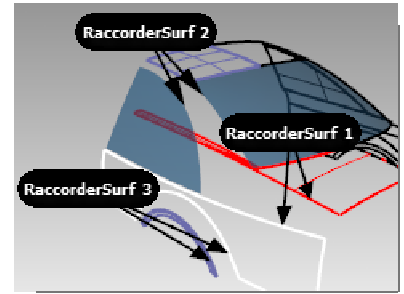
- 5 Vérifiez les résultats avec la commande **Rayures**.



Exercice 13-Raccordements

RaccorderSurf permet également de tenir compte de la continuité avec les surfaces adjacentes.

Les trois raccords de ce fichier serviront à illustrer les fonctions de base de la commande **RaccorderSurf**. Les contrôles de la commande **RaccorderSurf** peuvent être utilisés pour faire varier le caractère de la forme raccordée.



Pour créer un raccordement de surface (RaccorderSurf 1)

Dans RaccorderSurf 1 nous créerons la transition entre le capot et les surfaces latérales de la carrosserie.

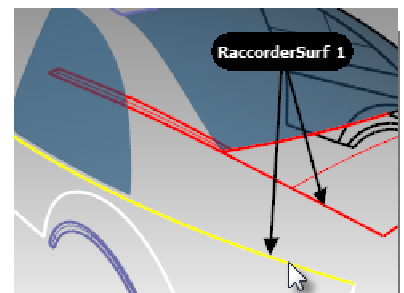
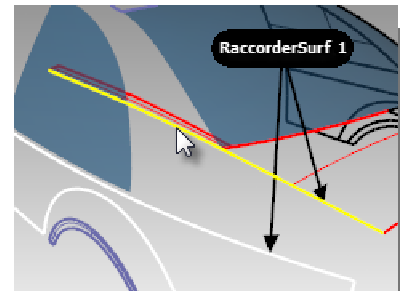
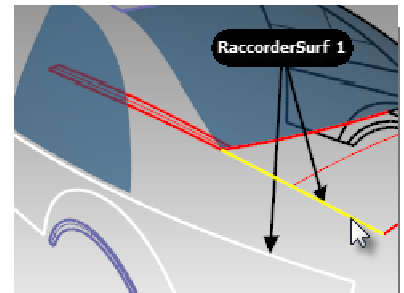
- 1 **Ouvrez** le fichier **Raccorder.3dm**.
- 2 Lancez la commande **RaccorderSurf** (*Menu Surface : Raccorder des surfaces*).
- 3 À l'invite **Sélectionner un segment pour le premier bord**, sélectionnez un bord le long de la polysurface rouge de la carrosserie de la voiture comme indiqué dans le fichier.

Vous remarquerez qu'un seul segment du bord de la surface est sélectionné, mais nous voulons raccorder toute la longueur du vide entre la surface latérale blanche et les surfaces rouges.

- 4 Vous pouvez sélectionner le segment suivant du bord en cliquant dessus ou en cliquant sur **Suivant** dans la ligne de commandes.
Le bord de la surface adjacente est sélectionné.
- 5 Appuyez sur **Entrée** pour terminer la sélection pour le premier bord.

- 6 À l'invite **Sélectionner un segment pour le deuxième bord**, sélectionnez le bord supérieur de la surface latérale blanche au niveau de l'extrémité du bord le plus proche de votre sélection initiale pour le premier bord. Appuyez sur **Entrée** pour terminer la sélection des bords.

La boîte de dialogue **Ajuster le raccord de surface** apparaît ; elle possède plusieurs options.



Boîte de dialogue Ajuster le raccord de surface

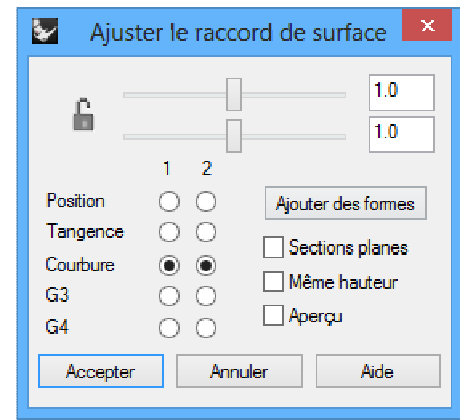
Les glisseurs concernent les deux courbes de forme aux extrémités du raccordement. Lorsque le cadenas est verrouillé, les deux côtés du raccordement sont ajustés en même temps.

Un bouton permet d'ajouter des courbes de forme. Ces nouvelles courbes de forme possèdent des poignées ajustables tout comme les courbes de forme par défaut.

Même s'il est parfois utile d'ajouter des courbes de forme, vous devriez essayer d'en ajouter le moins possible pour obtenir la forme que vous voulez. L'interpolation entre les courbes de forme est de meilleure qualité si elles ne sont pas trop proches les unes des autres.

Les boutons des colonnes 1 et 2 permettent de définir la continuité de chaque côté du raccordement, les bords sont étiquetés 1 et 2 dans la fenêtre.

Des cases permettent de définir d'autres options. Ces options seront expliquées dans un autre exercice.



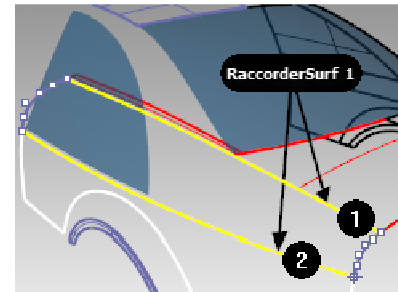
- 7** Désactivez les cases **Même hauteur** et **Sections planes**. Vérifier que les boutons de continuité sont tous définis sur **Courbure**.

Une case permet d'afficher l'aperçu de la surface raccordée.

Dans la fenêtre, vous verrez une paire de courbes de forme par défaut avec des points. Ces points sont appelés des poignées.

Le nombre de poignées disponibles sur les courbes de forme dépend des paramètres de la boîte de dialogue.

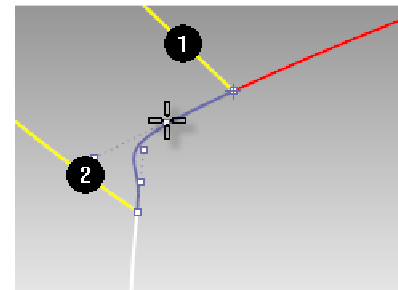
Par exemple, si la continuité est définie sur **Courbure** pour les deux courbes de forme 1 et 2, les courbes auront six points (trois pour chaque courbe).



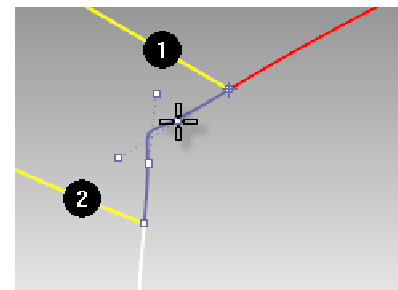
- 8** Essayez d'ajuster les poignées sur les courbes de forme. Par exemple, à l'arrière de la voiture, créez un raccordement plus pointu en déplaçant les poignées vers l'extérieur afin de les rassembler près du sommet de la courbe de forme.

Les poignées peuvent être ajustées interactivement sur chaque courbe de forme pour changer la forme du raccordement.

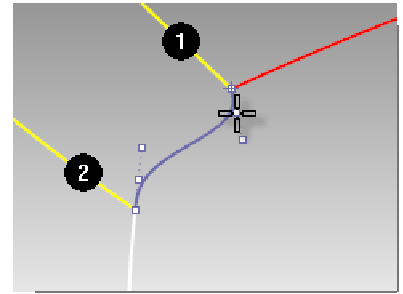
Le déplacement des poignées change la forme sur un des côtés d'une des courbes de forme.



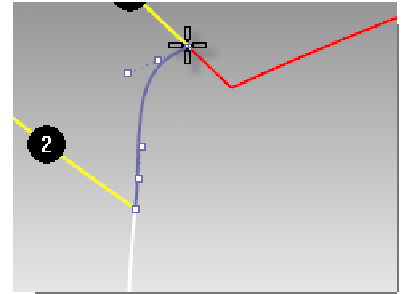
La touche **Maj**, utilisée pendant le déplacement des poignées, permet de forcer les deux extrémités de la courbe de forme à être ajustées ensemble. Cette option est utile pour conserver la symétrie sur la forme raccordée.



La touche **Alt**, utilisée lors de l'ajustement des poignées, fait tourner les poignées et, de ce fait, la direction de la courbe de forme par rapport au bord.

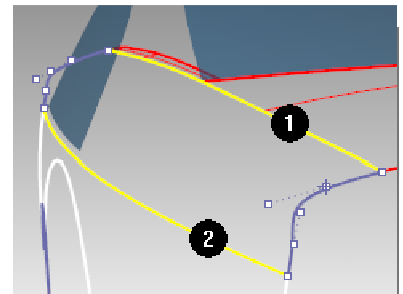
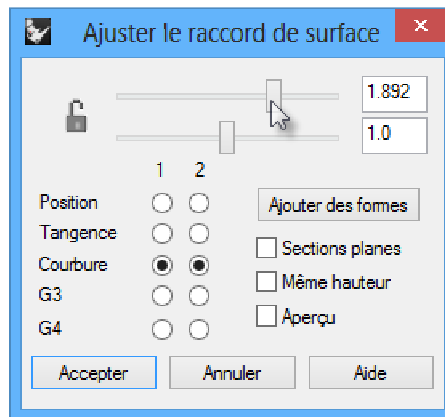


Le déplacement de la poignée sur une extrémité d'une courbe de forme change la position de cette dernière.

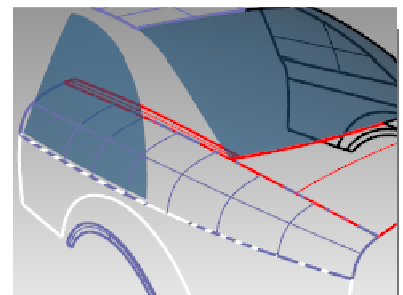
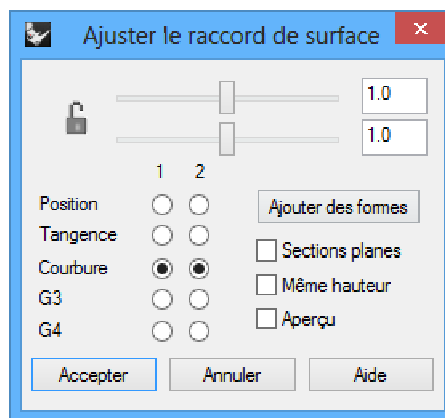


L'utilisation des glisseurs dans la boîte de dialogue change toutes les courbes de forme en même temps.

Le glisseur supérieur modifie toutes les courbes de forme près du bord original n° 1, alors que le glisseur inférieur modifie toutes les courbes de forme près du bord original n° 2.



- 9 Ajustez les paramètres la boîte de dialogue sur la valeur par défaut **1.0** puis cliquez sur **Accepter** pour créer la surface de raccordement.

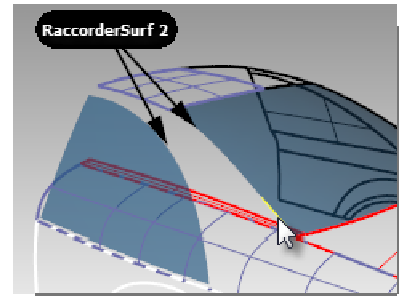


Pour créer un raccordement de surface (RaccorderSurf 2)

Ensuite, nous créerons un raccordement entre le bord du toit et la fenêtre latérale.

- 1 Lancez la commande **RaccorderSurf** (*Menu Surface : Raccorder des surfaces*).
- 2 À l'invite **Sélectionner un segment pour le premier bord**, sélectionnez un bord le long de la lunette arrière de la voiture comme indiqué dans le fichier.

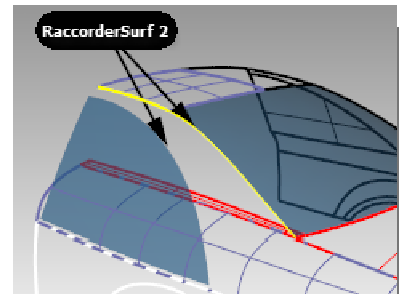
Vous remarquerez qu'une seule partie du bord est sélectionnée. Même si la surface n'est constituée que d'une seule surface, les bords sont divisés en petites parties, ce qui rend difficile leur sélection en tant qu'ensemble.



- 3 Utilisez l'option **Tous** dans la ligne de commandes pour sélectionner tous les fragments du bord en une seule fois.

Le bord du panneau du toit est également ajouté, puisque les bords sont adjacents et tangents l'un avec l'autre.

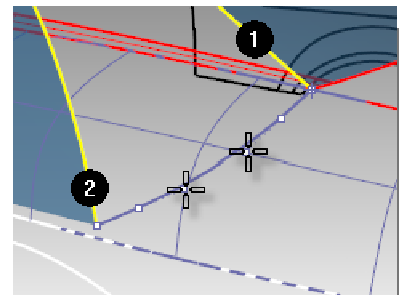
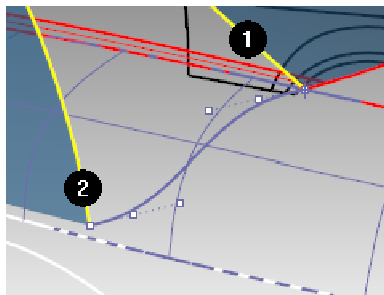
Appuyez sur **Entrée** pour terminer la sélection du premier bord.



- 4 À l'invite **Sélectionner un segment pour le deuxième bord**, sélectionnez le bord en haut de la fenêtre latérale.

La courbe de forme par défaut affiche une forme en S au niveau de l'extrémité inférieure de la zone de raccordement.

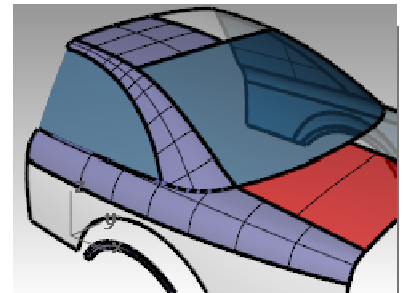
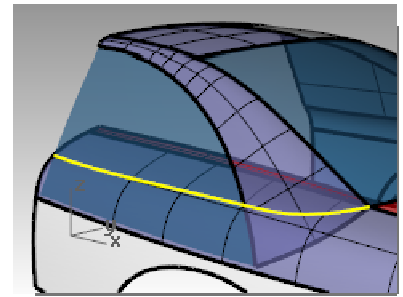
- 5 Appuyez sur la touche **Alt** tout en déplaçant les poignées afin d'aligner la courbe de raccordement de façon plus naturelle.



Pour nettoyer les surfaces en trop

Nous allons limiter les surfaces les unes avec les autres. Puisque l'intersection entre les surfaces ne se fait pas sur toute la longueur des bords de toutes les surfaces, nous pouvons créer des courbes d'intersection, les joindre puis les prolonger sur les surfaces.

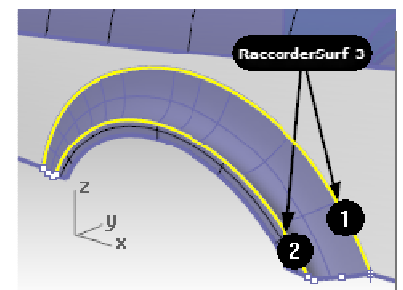
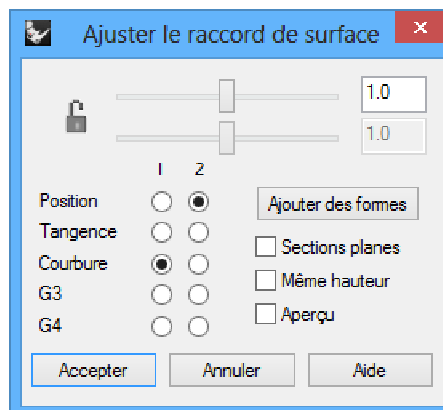
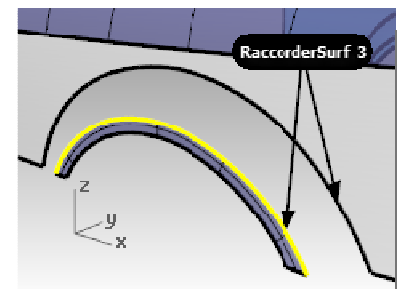
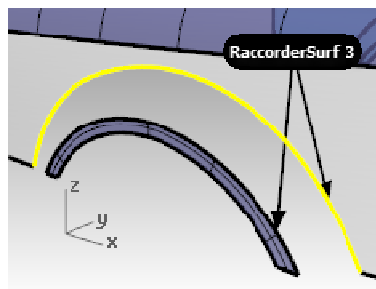
- 1 Lancez la commande **IntersectionDeuxEnsembles** (*Menu Courbe : Courbe à partir d'objets > Intersection entre deux ensembles*).
- 2 Comme **premier groupe d'objets pour l'intersection**, sélectionnez la fenêtre latérale et la surface de raccordement du toit que vous venez de réaliser. Appuyez sur **Entrée**.
- 3 Comme **deuxième groupe d'objets pour l'intersection**, sélectionnez la première surface de raccordement que vous avez réalisée. Appuyez sur **Entrée**.
- 4 **Joignez** les courbes obtenues.
- 5 Sélectionnez la courbe jointe.
- 6 Lancez la commande **ProlongerCourbeSurSurface** (*Menu Courbe : Prolonger une courbe > Courbe sur surface*) et choisissez la surface de raccordement inférieure pour le prolongement.
- 7 **Limitez** la partie inférieure de la fenêtre latérale, l'extrémité inférieure du raccordement du toit ainsi que le raccordement latéral à l'intérieur de la zone du toit et de la vitre.



Pour créer un raccordement de surface (RaccorderSurf 3)

Enfin, nous raccorderons ensemble le passage de roue et le côté de la voiture.

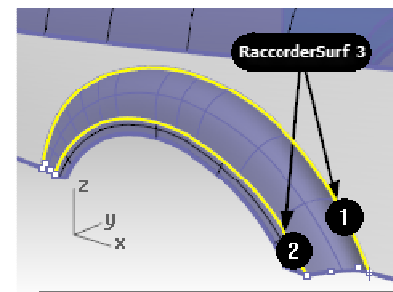
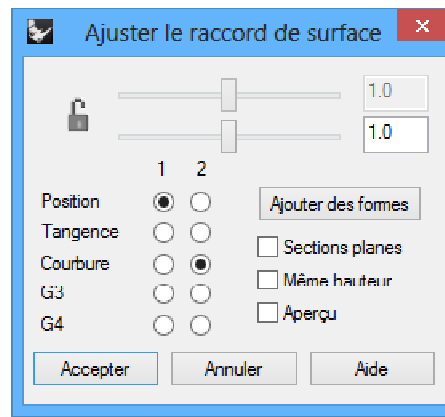
- 1 Lancez la commande **RaccorderSurf** (*Menu Surface : Raccorder des surfaces*).
- 2 Pour définir le **segment pour le premier bord**, sélectionnez un bord du passage de roue sur le côté de la voiture puis appuyez sur **Entrée**.
- 3 Pour définir le **segment pour le deuxième bord**, sélectionnez l'autre bord du passage de roue.
- 4 Changez les paramètres de continuité dans la boîte de dialogue pour qu'un bord présente une continuité de **Position** (G0) et l'autre une continuité de **Courbure** (G2) puis cochez la case **Aperçu**.



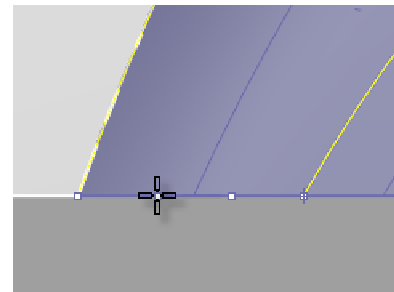
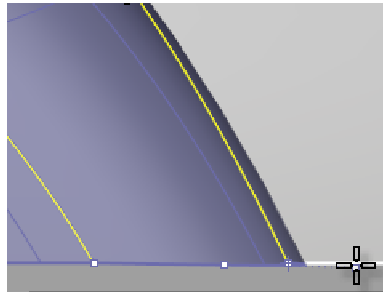
- 5** Inversez les paramètres de continuité sur les bords opposés pour changer le caractère du raccordement.

Vous devrez probablement faire tourner les courbes de forme sur les deux côtés du passage de roue afin de les aligner avec le bord inférieur du côté.

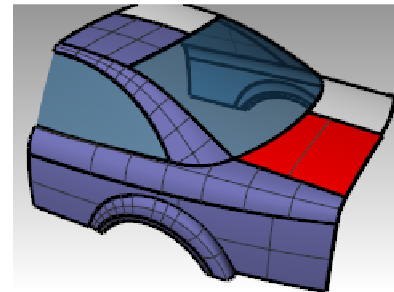
Dans ce cas, il est plus facile de le faire dans la vue de face.



- 6** Maintenez enfoncée la touche **Alt** et faites glisser les poignées pour aligner la courbe de raccordement au bord inférieur du côté.



- 7** Cliquez sur **Accepter** dans la boîte de dialogue pour créer la surface de raccordement.

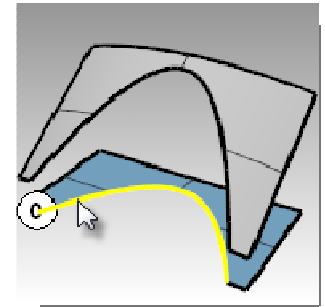
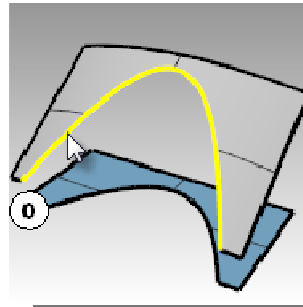


Exercice 14—Options de raccordement

Pour créer une surface de raccordement

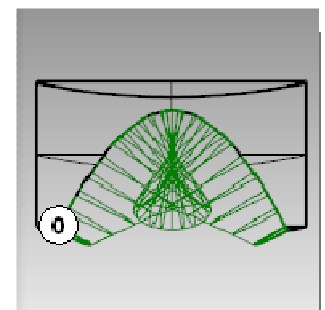
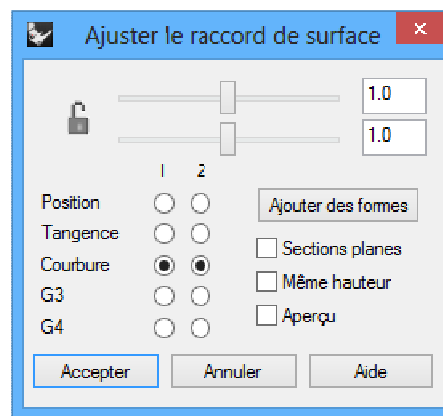
Dans l'exercice suivant nous réaliserons tout d'abord un raccordement qui crée une surface se repliant sur elle-même. Nous utiliserons ensuite les options de raccordement pour corriger le problème.

- 1 Ouvrez le modèle **Options de RaccorderSurf.3dm**.
- 2 Lancez la commande **RaccorderSurf** (Menu Surface : Surface de raccordement) et sélectionnez les bords très courbés des deux surfaces marquées **0**.



- 3 Dans la boîte de dialogue, vérifiez que **Même hauteur** n'est **pas cochée** et que les glisseurs du renflement sont sur **1.0**, puis cliquez sur **Accepter**.
- 4 **Zoomez** sur la surface que vous venez de créer dans la fenêtre **Dessus**.

Regardez de très près au milieu de la surface de raccordement dans cette vue en utilisant un affichage filaire. Vous remarquerez que le raccordement a forcé la surface à se replier sur elle-même au milieu. Les courbes isoparamétriques se croisent et créent un pincement ou un pli à cet endroit.



Options de raccordement de surface

Afin d'éviter que les surfaces de raccordement ne se replient sur elles-mêmes ou présentent des pincements vous pouvez **Ajuster le renflement final**, utiliser l'option **Même hauteur** ou utiliser **SectionsPlanes**.

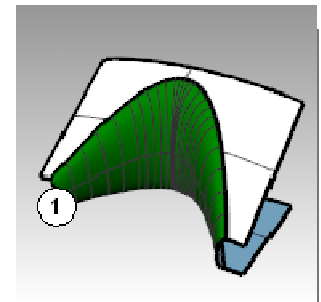
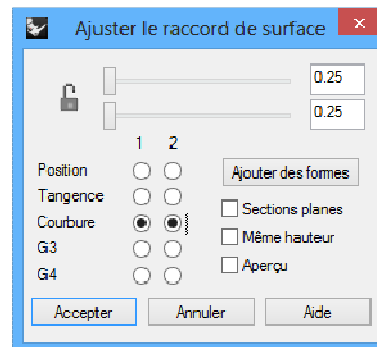
Dans les exemples suivants nous étudierons chacune de ces options.

Pour créer un raccordement avec des options

- 1 Lancez la commande **RaccorderSurf** et sélectionnez les bords des surfaces marquées **1**.

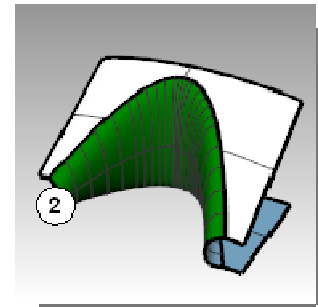
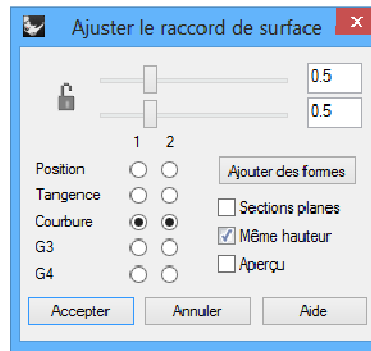
Ajustez les glisseurs pour que le renflement de la surface soit inférieur à 1. Une valeur entre **0.2** et **0.3** semble donner les meilleurs résultats.

Les profils des sections transversales sur chaque extrémité du raccordement ainsi que ceux que vous ajouterez entre seront actualisés pour l'aperçu du renflement. Vous remarquerez que la surface n'a pas de pincement au milieu.



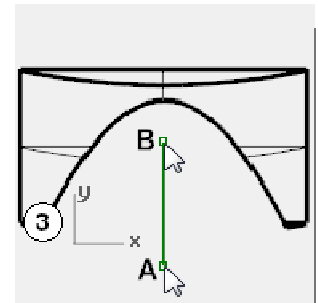
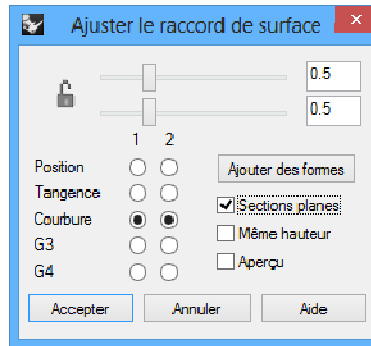
- 2** Lancez la commande **RaccorderSurf** et sélectionnez les bords des surfaces marquées **2**. Choisissez un **Renflement** de **0.5** et cochez la case **Même hauteur**.

L'option **Même hauteur** évite que la surface de raccordement ne devienne plus épaisse ou plus profonde en fonction de la distance des bords. La hauteur sera la même au centre que sur chaque extrémité. Grâce à cette option les sections du raccordement sortiront moins et ne se croiseront donc pas dans la zone du milieu.



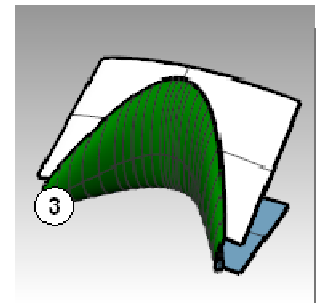
- 3** Lancez la commande **RaccorderSurf** et sélectionnez les bords des surfaces marquées **3**.
- 4** Choisissez les bords comme d'habitude.
- Utilisez les mêmes paramètres de renflement que pour la dernière paire de surfaces.
- 5** Cochez **Sections planes** dans la boîte de dialogue et désactivez **Même hauteur**.

Rhino vous demande maintenant de définir le plan par rapport auquel les sections de la surface seront parallèles. Pour ceci cliquez dans deux endroits d'une fenêtre.



- 6** Cliquez une fois dans la fenêtre Dessus **A**, puis activez le mode **Ortho** et cliquez dans la fenêtre Dessus **B** dans la direction de l'axe des Y.

Les courbes isoparamétriques de la surface résultante sont parallèles au plan défini dans la portion **SectionsPlanes** de la commande. Les courbes isoparamétriques ne se croisent pas au milieu de la surface puisqu'elles sont parallèles à l'axe des y.



Congés, raccordements et sommets

Dans cet exercice, nous étudierons différentes méthodes pour boucher des trous et construire des transitions à l'aide des commandes **SurfaceRéseau**, **SurfaceParSections**, **Balayage1**, **Balayage2**, **Raccorder**, **Congé** et **Patch**.

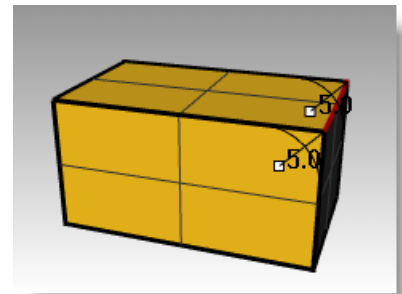
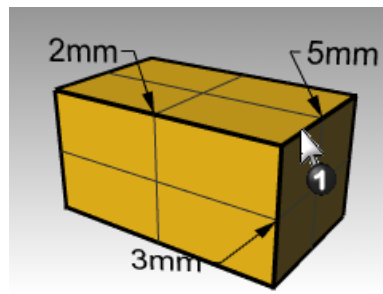
Même si Rhino peut créer des congés de façon automatique, dans certaines situations des techniques manuelles sont nécessaires. Dans cette section, nous allons voir comment créer des coins avec différents rayons de congés, avec des congés et des raccords à rayon variable et avec des transitions de congés.

Exercice 15—Congés à rayon variable

Pour créer un congé avec trois rayons différents :

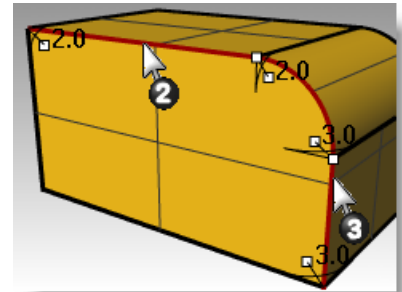
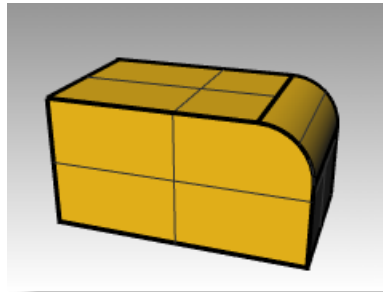
1 Ouvrez le fichier **Congé.3dm**.

2 Utilisez la commande **CongéBord** (*Menu Solide : Congé entre bords > Congé entre bords*) pour créer un congé sur le bord (1) avec un rayon de **5 mm**.



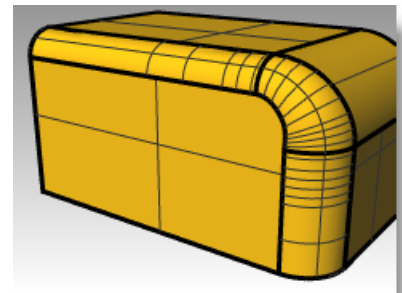
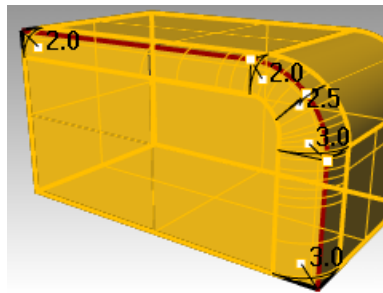
3 Utilisez la commande **CongéBord** (*Menu Solide : Congé entre bords > Congé entre bords*) pour créer un congé au niveau du bord (2) avec un rayon de **2mm**, du bord (3) avec un rayon de **3mm** et du bord créé par le congé précédent avec un rayon de **2.5mm**.

Changez la valeur de l'option RayonActuel avant de sélectionner le bord suivant.



4 Utilisez l'option **AjouterPoignée** pour ajouter une poignée de rayon **2** à la fin du bord **2** et une poignée de rayon **3** à la fin du bord **3**.

5 **Regardez l'aperçu** des résultats et appuyez sur **Entrée** pour créer le congé.

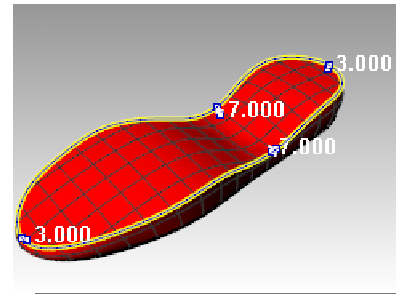


Exercice 16—Raccordements et chanfreins à rayon variable

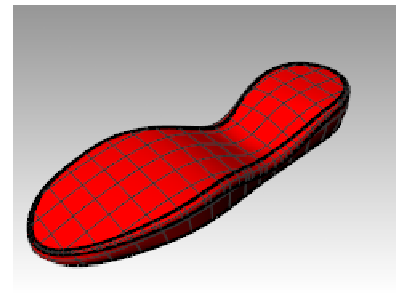
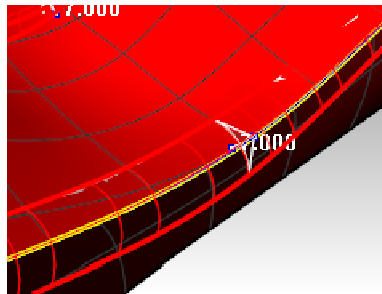
Pour créer un raccordement à rayon variable

- 1 Ouvrez le fichier **Semelle.3dm**.
- 2 Utilisez la commande **RaccorderBord** (*Menu Solide : Congé entre bords > Raccorder un bord*) pour créer un raccordement à rayon variable sur le bas de la semelle. Commencez avec un rayon de **3 mm**.
- 3 Utilisez l'option **AjouterPoignée** pour ajouter différents rayons autour de la partie inférieure de la semelle.

Ajoutez un autre rayon de 3 mm à l'avant de la semelle puis ajoutez un rayon de 7 mm sur la cambrure des deux côtés.



- 4 Regardez l'aperçu du raccordement et ajustez les poignées si nécessaire puis appuyez sur **Entrée** pour créer le raccordement.

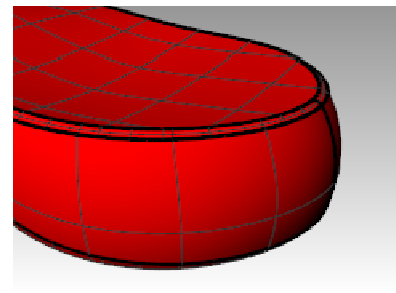
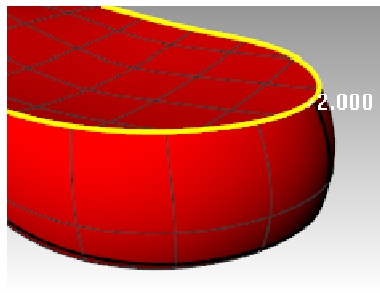


Pour créer un chanfrein

- 1 Utilisez la commande **ChanfreinBord** (*Menu Solide : Congé entre bords > Chanfrein*) pour créer un chanfrein de **2mm** autour du bord supérieur de la semelle.

Tout comme les commandes **CongéBord** et **RaccorderBord**, celle-ci permet d'ajouter des poignées avec différentes valeurs afin de créer un chanfrein à distance variable.

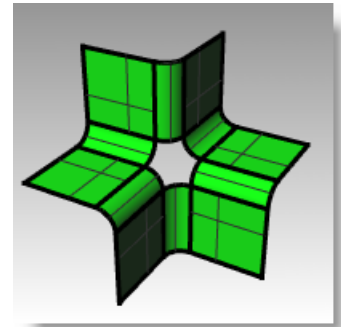
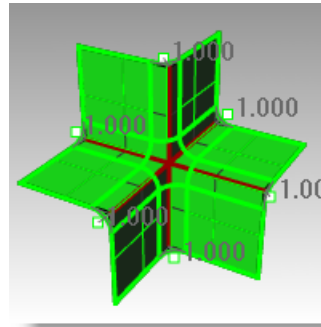
- 2 Regardez l'aperçu du chanfrein et ajustez les poignées si nécessaire puis appuyez sur **Entrée** pour créer le chanfrein.



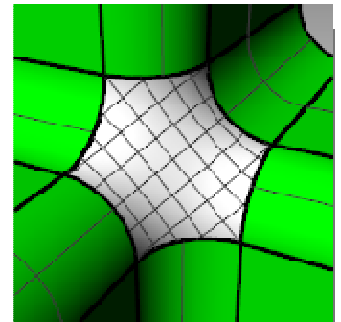
Exercice 17—Congé avec patch

Pour créer un congé dans six directions en utilisant un patch

- 1 Ouvrez le fichier **Congé bord.3dm**.
- 2 Utilisez la commande **CongéBord** (*Menu Solide : Congé entre bords > Congé entre bords*), avec **Rayon=1** pour créer des congés entre tous les bords joints en même temps.



- 3 Utilisez la commande **Patch** (*Menu Surface : Patch*) pour boucher l'ouverture au centre.
- 4 Sélectionnez les six bords pour définir le patch.
- 5 Dans la boîte de dialogue **Options de la surface de patch**, cochez **Ajuster la tangence** et **Limite automatique**. Dans les cases **Segments U et V de la surface**, tapez **10** et dans la case **Rigidité** tapez **2**.



Remarque : Lorsque la zone à boucher a plus de quatre bords, la commande **Patch** fonctionne mieux que la commande **SurfaceRéseau**.

Exercice 18—Sommets lisses

Plusieurs méthodes sont possibles pour créer une forme de boîte lisse comme sur l'illustration suivante.

Dans cet exercice, nous verrons deux méthodes différentes pour créer les surfaces en utilisant les mêmes courbes de départ. Les courbes de cet exemple sont toutes des arcs tangents.

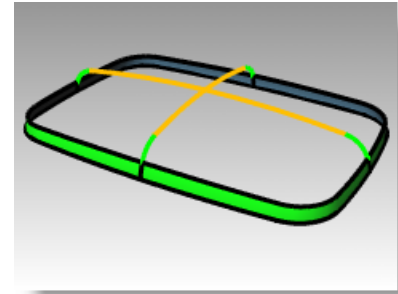
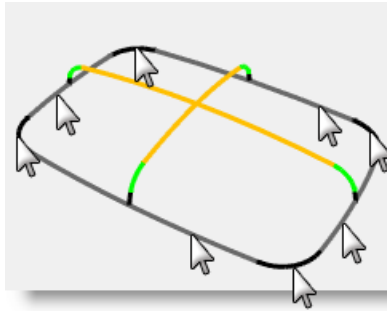
La première méthode utilisera les courbes directement. Pour la deuxième méthode, nous anticiperons et essaierons de tenir compte des formes sous-jacentes simples suggérées par les courbes de départ.

Les deux approches sont différentes mais elles ne sont ni meilleure l'une que l'autre, ni contradictoires.



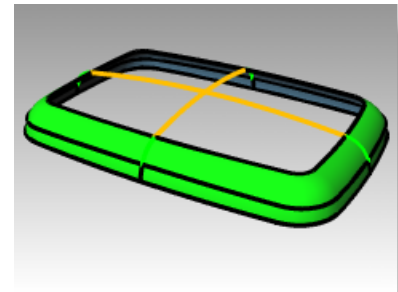
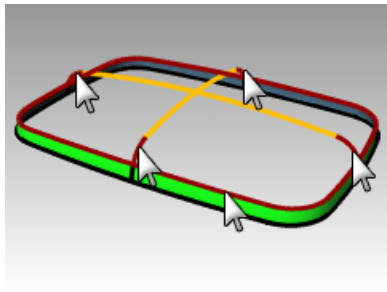
Pour créer une forme rectangulaire avec un dessus courbé et des sommets lisses (Partie 1)

- 1 Ouvrez le fichier **Sommets lisses.3dm**.
- 2 Utilisez la commande **Joindre** (*Menu Édition : Joindre*) pour joindre les arcs qui forment la forme rectangulaire de base.
- 3 Choisissez **03 Balayages** comme calque actuel.
- 4 Utilisez la commande **Balayage1** (*Menu Surface : Balayage sur 1 Rail*) pour créer la première surface.
- 5 Dans la boîte de dialogue **Options de balayage sur 1 rail**, cochez l'option **Balayage fermé** et cliquez sur **Accepter**.

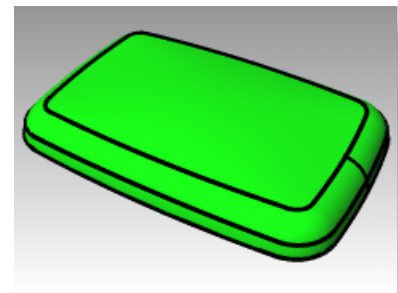
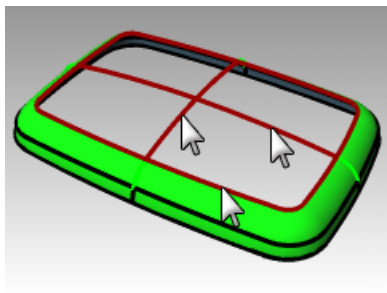


- 6 Utilisez la commande **Balayage1** pour créer la deuxième surface.
- 7 Sélectionnez le bord supérieur de la surface que vous venez de créer, puis sélectionnez les sections transversales dans l'ordre et appuyez sur **Entrée**.
- 8 Dans la boîte de dialogue **Options du balayage sur 1 rail**, choisissez le **Style Aligner avec surface** et cliquez sur **Accepter**.

Vous obtiendrez ainsi une continuité de tangence avec la première surface.



- 9 Utilisez la commande **Patch** (*Menu Surface : Patch*) pour boucher l'ouverture au centre.

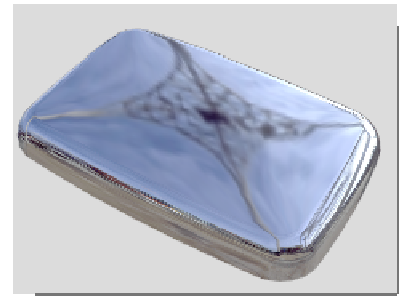


10 Sélectionnez les surfaces que vous avez créées.

11 Démarrez la commande **PlacageEnv** (*Menu Analyse > Surface > Placage d'environnement*). Cliquez sur **Ajuster le maillage** et affinez le maillage comme vous l'avez fait pour la commande d'analyse de surface Rayures. Choisissez **Arcs.png** ou **Space Needle.png** dans la liste déroulante de la boîte de dialogue **Options de placage d'environnement**.

12 Faites tourner la vue.

Vous remarquerez que la surface supérieure a une forme en X prononcée dans les pseudo-réflexions. La surface n'est pas une interprétation nette des courbes de départ - la distorsion est trop importante sur la surface supérieure. Ainsi, même si nous avons utilisé toutes les courbes de départ, nos surfaces ne sont pas obligatoirement très propres.



Pour créer une forme rectangulaire avec un dessus courbé et des sommets lisses (Partie 2)

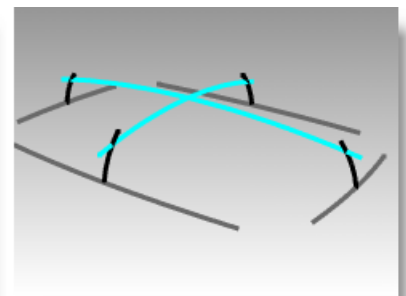
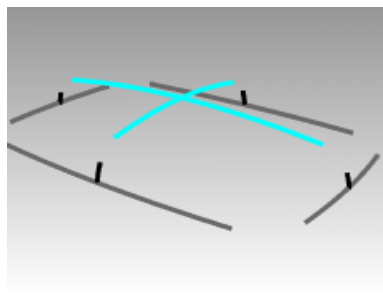
Cette fois, nous regarderons les courbes de départ et nous jugerons de la meilleure façon de construire les surfaces.

Vous ne devez pas oublier qu'il est plus important d'avoir de bonnes caractéristiques de courbure sur les surfaces principales que sur les surfaces de transition.

Les surfaces principales seront celles qui définiront la forme générale. Leur courbure est relativement régulière et moins importante que sur les transitions. Les surfaces de transition, comme leur nom l'indique, apportent une transition entre les surfaces de forme principales. Ces surfaces ont une courbure plus élevée que les surfaces principales. Les congés et les raccords, par exemple, sont normalement ajoutés comme surfaces de transition.

Dans cet exemple, les quatre surfaces latérales et la surface supérieure sont les surfaces principales. Nous ajouterons les coins ensuite sous forme de congés. Étant donné que les courbes de départ sont entièrement composées d'arcs tangents, nous pouvons définir les surfaces latérales et la surface supérieure comme surfaces de révolution. Ce type de surface est très exact et simple.

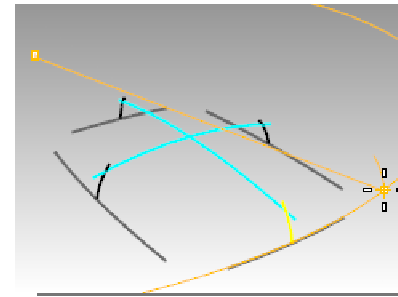
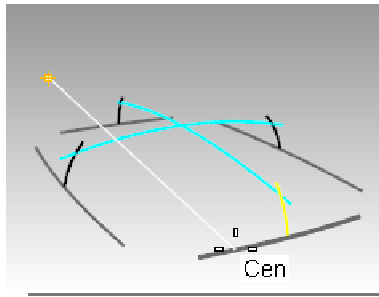
- 1** Choisissez **02 Courbes séparées** comme calque actuel et désactivez tous les autres calques.
- 2** **Cachez** la courbe du congé sur chaque sommet et les courbes de section transversale vertes.
- 3** **Verrouillez** les courbes rouges.
- 4** Utilisez la commande **Prolonger** (*Menu Courbe : Prolonger courbe*) avec **LongueurProlongement=10** pour prolonger les deux extrémités des courbes bleues et le haut de chaque arc noir puis appuyez sur **Entrée** pour terminer la commande.



Chaque arc est prolongé sur chaque extrémité en utilisant le rayon de l'arc.

Le but est de prolonger les arcs suffisamment pour qu'ils se coupent comme dans l'illustration. La longueur exacte n'est pas très importante.

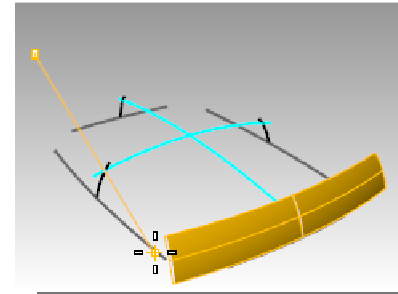
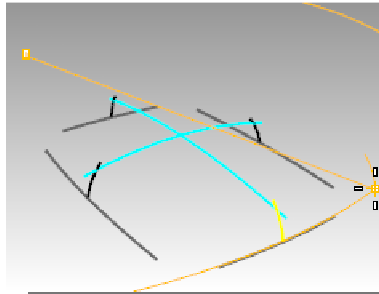
- 5 Choisissez **04 Surfaces** comme calque actuel.
- 6 Utilisez la commande **Révolution** (*Menu Surface : Révolution*) pour créer des surfaces à partir des deux courbes verticales prolongées adjacentes.
- 7 Accrochez-vous sur le centre de la courbe de base pour placer le **point de départ de l'axe de révolution**.
- 8 Appuyez sur **Entrée pour utiliser la direction de l'axe des Z du plan de construction** pour la **Fin de l'axe de révolution**.



Si vous êtes dans une fenêtre en perspective, cette option définira automatiquement l'axe vertical et évitera le problème de placement du deuxième point.

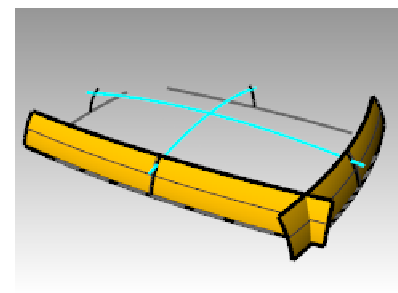
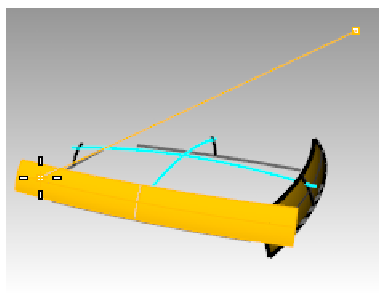
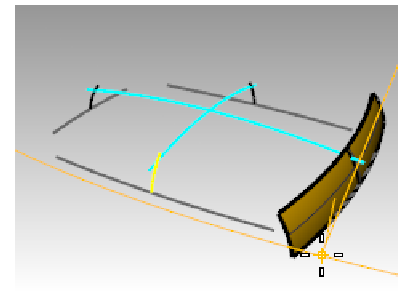
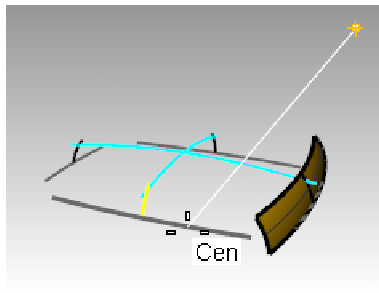
- 1 Choisissez l'**angle de départ** comme indiqué sur l'image, c'est-à-dire quelque part en dehors de la surface finale désirée. Vérifiez que **Ortho** n'est pas activé à ce moment.

Le but est de créer une surface plus grande que celle nécessaire à la création de la boîte, les points de départ et final ne sont donc pas très importants.

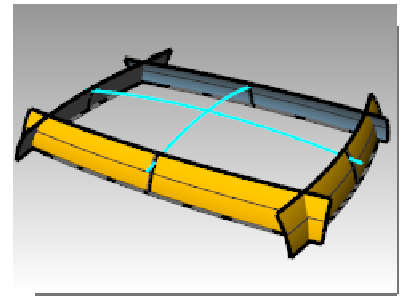


- 2 Cliquez sur un autre point pour l'**angle de révolution** afin de créer la surface verticale.

- 3 En utilisant la même méthode, créez une surface verticale adjacente.



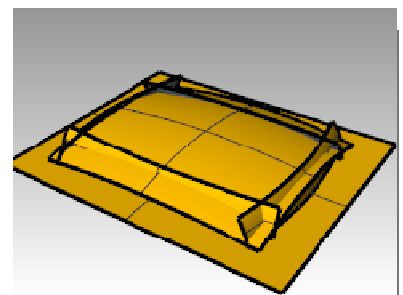
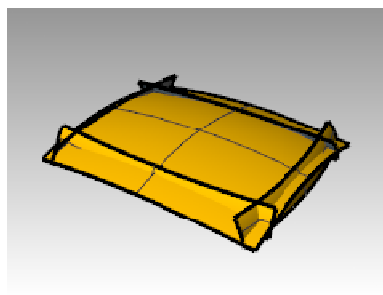
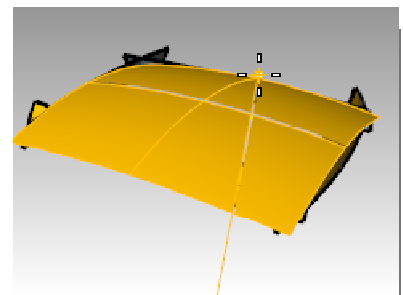
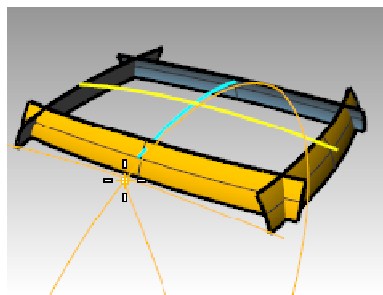
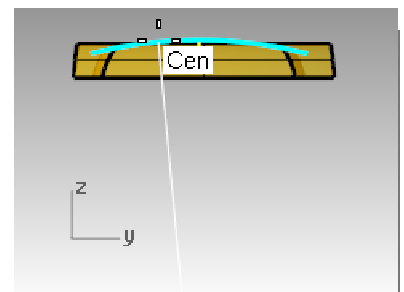
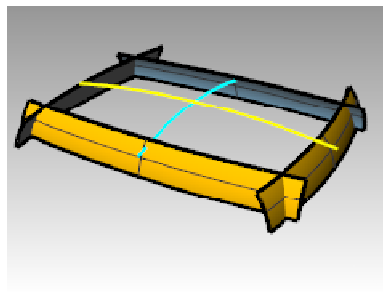
- 4 Utilisez les alias **SX** et **SY** que vous avez créés au début de la formation pour faire une **Symétrie** de chaque surface par rapport à l'origine.



Pour créer la surface supérieure

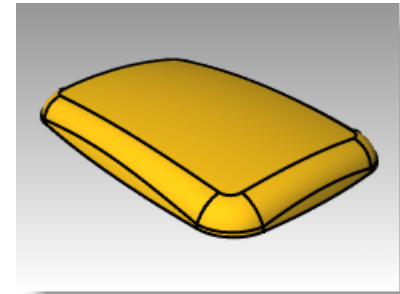
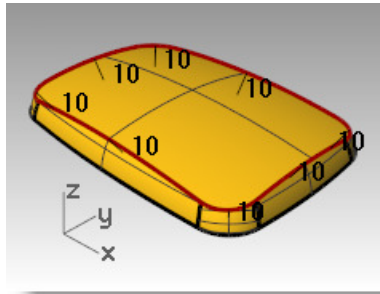
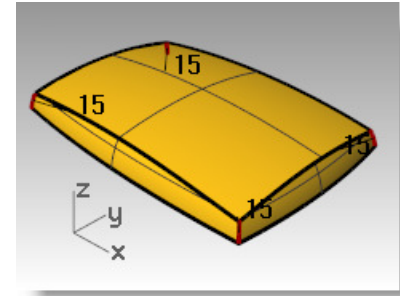
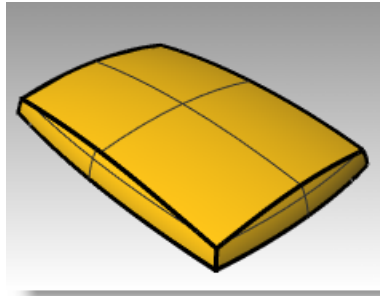
Dans cet exemple, nous créerons la surface supérieure en appliquant une révolution sur une des courbes supérieures autour du centre de l'autre courbe supérieure. Puisque nous travaillerons dans la vue en perspective, le plan de construction de cette fenêtre devra être changé.

- 1 Utilisez la commande **Révolution** (*Menu Surface : Révolution*) pour créer la surface supérieure à partir de l'arc supérieur le plus long.
- 2 Accrochez-vous sur le centre de l'arc supérieur le plus court dans la **fenêtre de droite** pour placer le **point de départ de l'axe de révolution**.
- 3 Appuyez sur **Entrée** pour utiliser la **direction de l'axe des Z du plan de construction** pour la **Fin de l'axe de révolution**.
- 4 Choisissez l'**angle de départ** comme indiqué.
- 5 Cliquez sur un autre point pour l'**angle de révolution** afin de créer la surface supérieure.
- 6 Utilisez la commande **PlanCoupe** (*Menu Surface : Plan > Plan de coupe*) pour créer un plan de coupe à l'origine, sur l'axe des z.

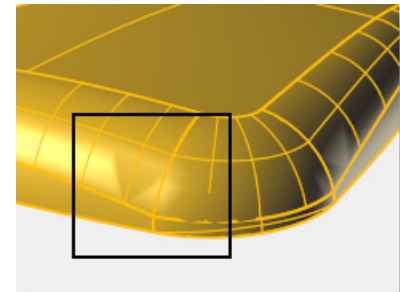


Pour créer un solide à partir des surfaces

- 1 Utilisez la commande **CréerSolide** (*Menu Solide : Créer un solide*) pour joindre et limiter les surfaces afin de les transformer en solide fermé.
- 2 Utilisez la commande **CongéBord** (*Menu Solide : Congé entre bords > Congé entre bords*) pour créer un congé au niveau des bords. Définissez **RayonActuel** sur **15**, sélectionnez les quatre bords verticaux et appuyez sur **Entrée** pour créer les congés.
- 3 Répétez la commande **CongéBord** pour créer des congés au niveau des bords supérieurs. Définissez **RayonActuel** sur **10**, sélectionnez les huit bords supérieurs et appuyez sur **Entrée** pour créer les congés.
La surface obtenue est nette et lisse sans angles marqués.



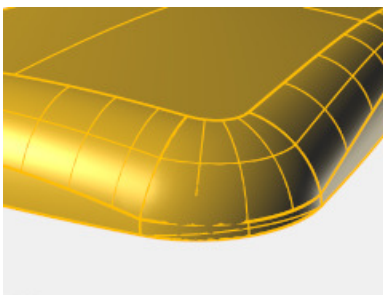
Remarque : Vous remarquerez peut-être un défaut au niveau des sommets dans la fenêtre ombrée. Ce défaut vient du maillage de rendu. La géométrie est tout à fait correcte.



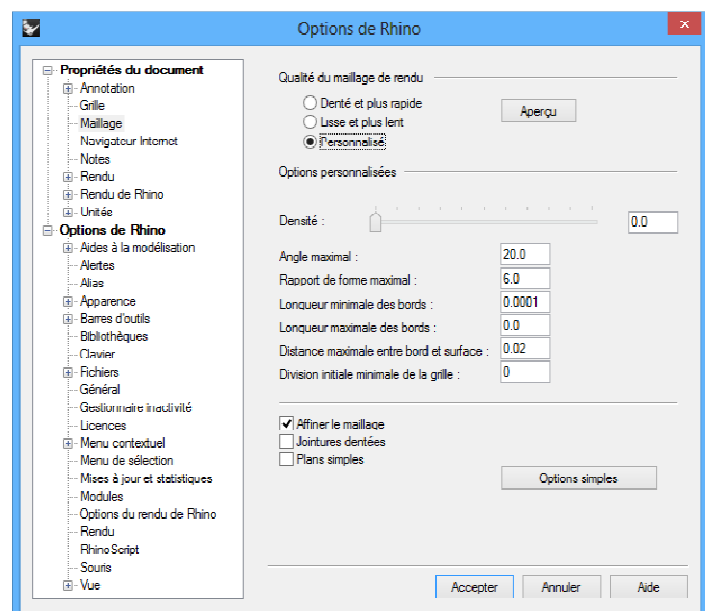
Pour corriger le maillage

- 1 Utilisez la commande **Options** pour changer les paramètres du maillage.
- 2 Dans la section **Maillage**, cochez l'option **Personnalisé**.

Utilisez les paramètres de droite.



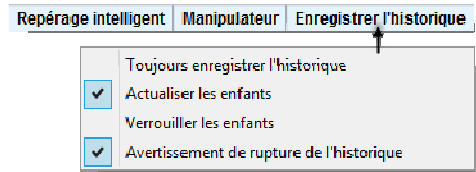
Le défaut visuel disparaît.



6 Modéliser avec l'historique

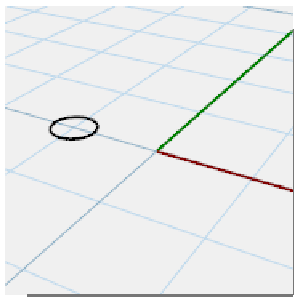
L'historique permet de modifier et d'actualiser des objets en changeant la géométrie qui a été utilisée pour créer les objets. L'historique est utile lorsque vous voulez modifier les données de départ d'une commande ou lorsque les copies transformées d'un objet doivent rester identiques à l'original. Seules certaines commandes sont compatibles avec l'historique.

Vous trouverez page 84 une liste des commandes qui peuvent être utilisées avec l'historique.

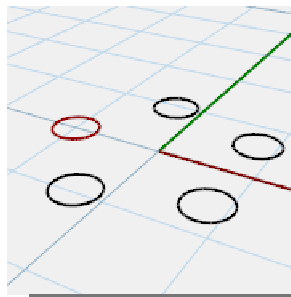


L'historique n'est ni une « fonction » ni un « paramètre ». Les informations de l'historique sont enregistrées dans le fichier *.3dm de Rhino.

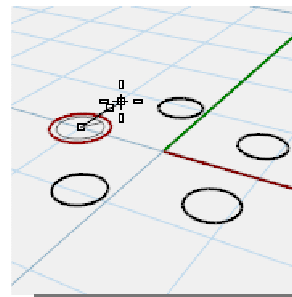
Voici un exemple simple :



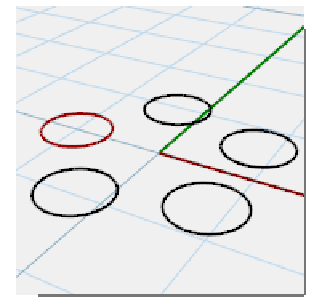
Dessinez un cercle.



Activez **Enregistrer l'historique** et copiez le cercle sur une **Matrice**.



Changez l'échelle de l'original.



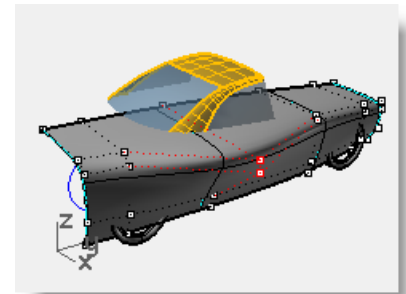
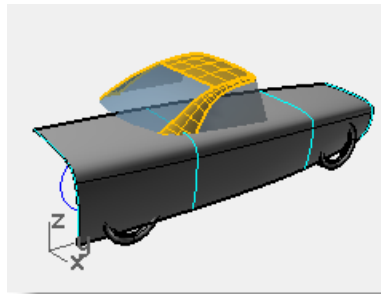
Regardez comme les cercles copiés sont actualisés.

Exercice 19—Introduction à l'historique

Pour créer une surface par sections

- 1 **Ouvrez** le modèle **Historique_Intro.3dm**.
- 2 Sélectionnez les quatre courbes bleues.
- 3 Lancez la commande **SurfaceParSections** (Menu *Surface : Surface par sections*), sélectionnez le style **Normal** et cliquez sur **Accepter**.

Les courbes sont utilisées pour générer une surface par section lisse.



- 4 Activez les points de contrôle et modifiez la surface.

En activant les points de contrôle sur la surface, celle-ci peut être modifiée directement comme toujours. Cependant, la modification des courbes ne modifie pas la surface.

- 5 **Annulez** ou **supprimez** la surface par sections.

Activation de l'historique

L'enregistrement de l'historique est désactivé par défaut. Il doit être activé avant de lancer la commande.

L'activation de l'enregistrement de l'historique est indiquée dans le champ **Enregistrer l'historique** de la barre d'état. Si le texte de ce champ est en gras, l'enregistrement est activé. Cliquez dans le champ pour modifier le statut.

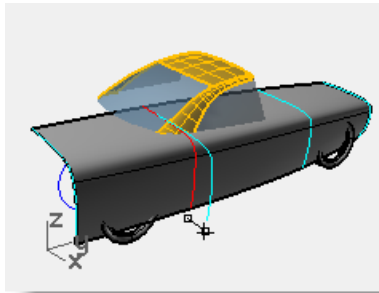
Pour enregistrer l'historique pour une commande en particulier, cliquez dans le champ **Enregistrer l'historique** puis lancez la commande en question. Attention, toutes les commandes ne peuvent pas enregistrer l'historique.

Pourquoi l'enregistrement de l'historique est-il désactivé par défaut ?

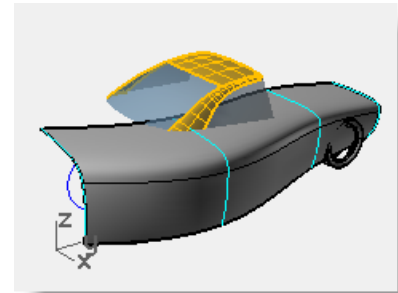
- Résultats imprévisibles. Par exemple, si vous Copiez avec l'historique et faites un changement, toutes les copies sont actualisées.
- Le fichier est plus volumineux lorsque l'historique est activé.

Pour créer une surface par sections avec l'historique

- 1 Dans la barre d'état, cliquez sur **Enregistrer l'historique** pour activer l'enregistrement de l'historique. L'option est maintenant affichée en gras.



- 2 Sélectionnez les quatre courbes bleues.

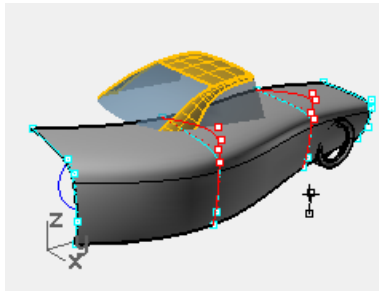


- 3 Lancez la commande **SurfaceParSections** (Menu *Surface : Surface par sections*), sélectionnez le style **Normal** et cliquez sur **Accepter**.

Vous remarquerez que l'option **Enregistrer l'historique** n'est plus en gras lorsque la commande est terminée.

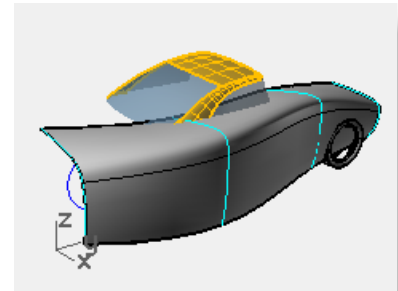
- 4 Sélectionnez une des courbes de départ et déplacez-la.

La surface par sections est modifiée en fonction de la nouvelle position de la courbe.



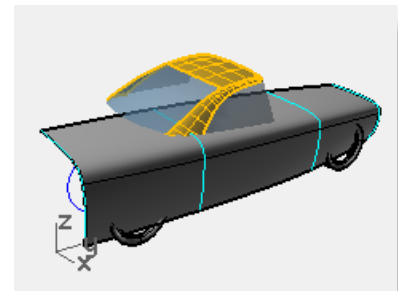
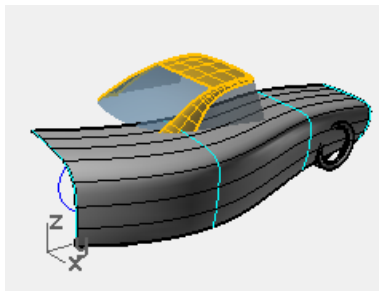
- 5 Activez les points de contrôle sur les courbes de départ.

- 6 Modifiez les points, la surface est actualisée.



- 7 Sélectionnez les courbes et **reconstruisez-les** (Menu *Édition : Reconstruire*) avec **10** points.

La surface par sections est actualisée conformément à cette modification. Lorsque le degré des courbes parents est modifié, le degré de la surface enfant est également modifié dans cette direction.



- 8 **Annulez** les trois étapes précédentes.

Étapes du processus de l'historique

- La commande doit être compatible avec l'historique. Vous trouverez ci-après une liste des commandes qui peuvent être utilisées avec l'historique.
- L'enregistrement de l'historique doit être actif lorsque la commande est lancée. Par défaut, l'enregistrement de l'historique est désactivé et il doit être activé à chaque fois qu'une commande est lancée si l'utilisateur veut enregistrer l'historique.
- L'actualisation de l'historique doit être activée. Cette option est activée par défaut et elle permet de mettre à jour automatiquement le résultat lorsque les objets de départ sont modifiés.
- L'historique peut avoir plusieurs niveaux ; par exemple, 1 courbe peut être projetée sur 1 surface par sections et la courbe suivra les modifications de la surface par sections.

Pour projeter une courbe sur une surface avec l'historique

Cette partie de l'exercice montrera un exemple d'historique à plusieurs niveaux. Nous projeterons les courbes de découpe de la roue sur la surface par sections.

- 1 Nous changerons tout d'abord le plan de construction de la fenêtre Perspective. Dans l'onglet de barre d'outils **PlansC**, cliquez sur **Définir le plan de construction de droite du**

repère général .

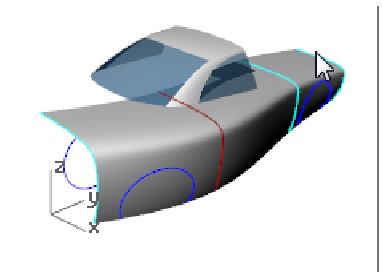
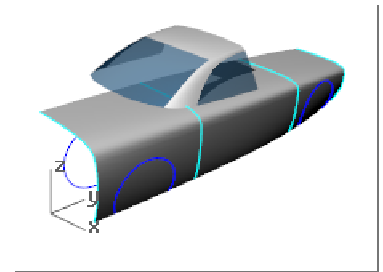
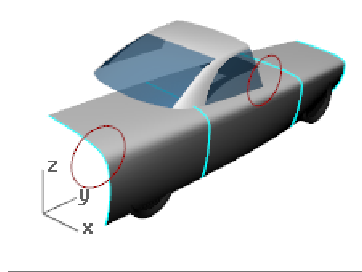
- 2 Dans la barre d'état, cliquez sur **Enregistrer l'historique** pour activer l'enregistrement de l'historique.

- 3 Utilisez la commande **Projeter** (*Menu Courbe : Courbe à partir d'un objet > Projeter*) pour projeter les courbes de découpe de la roue sur la surface par sections.

- 4 **Définissez le plan de construction de la vue de dessus du repère général** (*onglet de la barre d'outils PlanC, Vue de dessus dans le repère général*).

- 5 Sélectionnez une des courbes de départ de la surface par sections et déplacez-la.

Les courbes de découpe de la roue projetées sont actualisées pour suivre la surface.



Remarque : Toute modification des résultats annulera l'historique ; la connexion entre les objets de départ et les objets finaux sera perdue. Rhino affichera un message d'avertissement lorsque l'historique sera annulé ; l'utilisateur pourra choisir d'annuler l'opération en cours et de restaurer la connexion ou de continuer la modification et d'accepter l'annulation de l'historique.

Commandes compatibles avec l'historique

Transformations	Création de surfaces	Solide	Courbe à partir d'un objet	Annotation	Point
Matrice	SurfaceParBords	Tuyau	RaccordArc	Cote	Diviser
MatriceCourbe	ExtruderCourbe	Dalle	Raccordement	CoteAlignée	
MatriceCourbeSurSurf	ExtruderCourbeSurCourbe	ExtruderSurf	Courbe2Vues	CoteAngle	
MatricePolaire	ExtruderCourbeDépouille		CourbeSecTransv	CoteAire	
MatriceSurf	ExtruderCourbeVersPt		CourbeParPolyligne	CoteLongueurCourbe	
Courber (option Copier)	ExtruderSurfaceVersPoint		CourbeParPt	CoteDiamètre	
Copier	ExtruderSurfaceSurCourbe		Hélice (option AutourCourbe)	CoteCoordonnée	
Orienter (option Copier)	ExtruderSurfaceDépouille		Intersection	CoteRayon	
OrienterCourbeSurBord (option Copier)	SurfaceParSections		Décaler	CoteInclinée	
OrienterSurCourbe (option Copier)	SurfaceRéseau		Projeter	Hachure	
OrienterSurSurf (option Copier)	DécalerSurf		Attirer		
Rotation (option Copier)	Patch		Spirale (option AutourCourbe)		
Échelle (option Copier)	SurfacePlane		CourbeIntermédiaire		
Symétrie (option Copier)	RévolutionRail				
Glisser	Révolution (option Copier)				
GlisserSurSurface	Ruban				
ProjeterSurPlanC	Balayage1				
DéplacerSurPlanC (option Copier)	Balayage2				
Rotation (option Copier)	SurfaceIntermédiaire				
Rotation3D (option Copier)					
Échelle (option Copier)					
Échelle1D (option Copier)					
Échelle2D (option Copier)					
ÉchelleParPlan (option Copier)					
ÉchelleNU (option Copier)					
DéfinirPt					
Cisailler					
Étirer					
RaccordSymétrique					
Effiler (option Copier)					
Torsion					

Commandes d'utilisation de l'historique

Historique
 ViderHistorique
 SéObjetsAvecHistorique
 SéEnfants
 SéParents



Barre d'outils Historique

Options de l'historique

Dans Rhino, les objets de départ des commandes compatibles avec l'historique sont appelés objets parents et les résultats sont appelés objets enfants.

Cliquez avec le bouton de droite sur le champ **Enregistrer l'historique** pour changer les options suivantes :

Toujours enregistrer l'historique

Cette option change le comportement par défaut pour que toutes les commandes concernées par l'historique enregistrent celui-ci dans tous les cas. Utilisez cette option avec précaution. En plus d'augmenter considérablement la taille du fichier, elle peut entraîner des résultats inattendus. Pour supprimer l'historique sur des objets précis ou sur tous les objets, utilisez la commande **ViderHistorique**.

Actualiser les enfants

Permet d'actualiser les objets enfants chaque fois que l'objet parent est modifié. Les objets complexes prennent alors plus de temps à être modifiés. Pour les modifications très compliquées sur des objets parents, désactivez l'actualisation, effectuez les modifications et activez l'option Actualiser les enfants afin de n'effectuer qu'une seule mise à jour.

Verrouiller les enfants

Cette option permet de verrouiller les objets enfants. Puisque la modification directe des objets enfants annule la connexion avec les objets parents, le verrouillage des objets enfants évite une modification accidentelle. De plus, la sélection des objets enfants peut être assez compliquée s'ils se trouvent au même endroit que les objets parents. Les objets enfants verrouillés sont toujours actualisés lorsque les objets de départ sont modifiés.

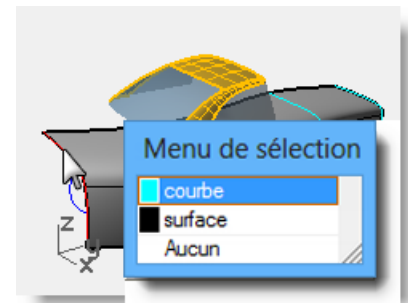
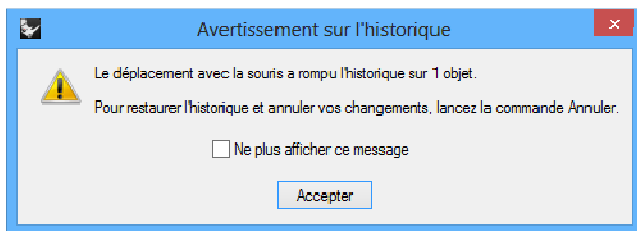
Avertissement de rupture de l'historique

Cette option affiche un avertissement si une opération annule la connexion d'un objet enfant avec son objet parent. La commande Annuler restaurera l'historique.

Utilisez la commande **Historique** pour contrôler l'enregistrement de l'historique, l'actualisation, le verrouillage et les avertissements.

Pour changer les options de l'historique

- 1 Cliquez sur une courbe pour voir le menu de sélection.
Si vous modifiez la surface, l'historique pour cet objet sera annulé et Rhino affichera un avertissement.
- 2 Sélectionnez la surface et déplacez-la. Rhino vous avertira que cette opération annulera l'historique. Cliquez sur **Accepter**.



Utilisez toujours la commande **Annuler** après un avertissement concernant la rupture de l'historique, afin de restaurer la connexion entre les objets de départ et le résultat.

- 3 Cliquez avec le bouton de droite sur le champ **Enregistrer l'historique** et cochez **Verrouiller les enfants**.

Il ne sera alors plus possible de modifier un enfant lorsque l'historique pourrait être annulé, mais vous pouvez toujours sélectionner l'objet pour modifier ses propriétés objet, son calque, etc.

7 Techniques avancées de création de surfaces

Il existe un nombre infini de problèmes de création de surfaces complexes et délicats. Dans ce chapitre nous verrons différents trucs pour aider à construire proprement certains types de surfaces. Le but, en plus de vous montrer quelques techniques spécifiques utilisées dans ces exemples, est de suggérer des combinaisons entre les outils de Rhino pour aider à résoudre des problèmes de création de surfaces.

Dans ce chapitre vous apprendrez à créer des boutons de forme bombée, des surfaces avec des plis et à utiliser les techniques de profilage des courbes.

Boutons bombés

Le but de cet exercice est de créer un dôme sur une forme comme celle d'un bouton de téléphone portable où le dessus doit s'adapter au contour général de la surface latérale tout en maintenant sa propre forme. Il existe différentes approches, nous verrons trois méthodes.



Exercice 20—Boutons bombés

1 Ouvrez le fichier **Boutons bombés.3dm**.

La clé de cet exercice est de définir un plan de construction personnalisé représentant le plan le plus proche de la zone de la surface que vous voulez adapter. Une fois défini le plan de construction, plusieurs approches sont possibles pour construire la surface.

Vous disposez de plusieurs méthodes pour définir un plan de construction. Dans cet exercice nous étudierons quatre méthodes : plan de construction par trois points, plan de construction perpendiculaire à une courbe, plan de construction tangent à une surface et adaptation d'un plan sur un objet.

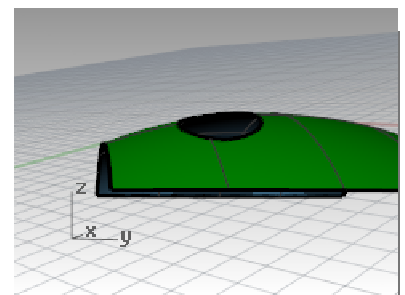
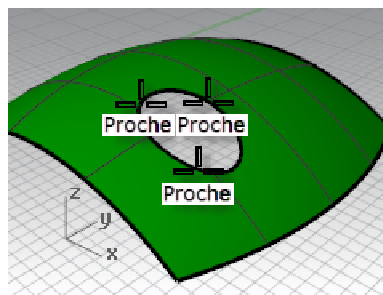
2 Utilisez la commande **UnCalqueActif** pour activer le calque **Surfaces à adapter** afin de voir la surface déterminant la coupe du bouton.

Pour créer un plan de construction personnalisé en utilisant la méthode des trois points

1 Lancez la commande **PlanC** avec l'option **3Points** (*Menu Vue : Définir le PlanC > 3 Points*).

2 Dans la fenêtre **Perspective**, à l'aide de l'accrochage **Proche**, choisissez trois points sur le bord du trou limité.

Le plan de construction passe maintenant par les trois points. Son origine se trouve au niveau du premier point.

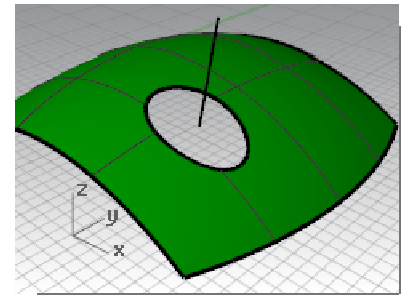
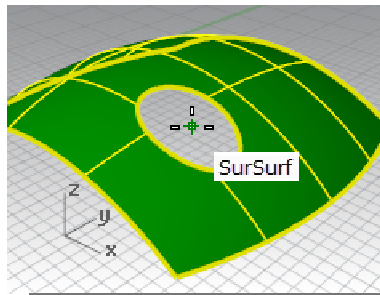


3 Faites tourner la fenêtre **Perspective** pour que la grille soit alignée avec le trou limité.

Pour créer un plan de construction personnalisé perpendiculaire à une courbe

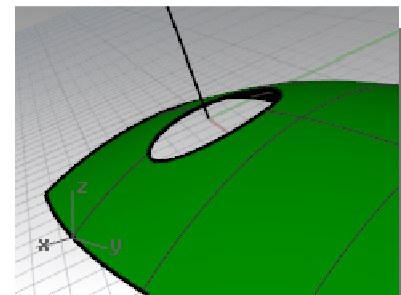
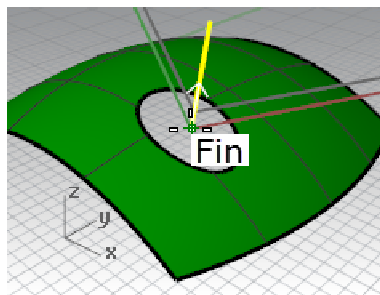
Avec une ligne normale à une surface et un plan de construction perpendiculaire à cette ligne normale, vous pouvez définir un plan de construction tangent à tout point donné de la surface

- 1 Lancez la commande **PlanC** avec l'option **Précédent** (Menu du titre de la fenêtre : Définir le PlanC > Annuler un changement de PlanC).
- 2 Utilisez la commande **Ligne** avec l'option **Normale** (Menu Courbe : Ligne > Normale à une surface) pour dessiner une ligne normale à la surface sous-jacente en un point proche du centre du trou limité.



Dans la ligne de commandes, choisissez **IgnorerLimites=Oui** afin que la ligne puisse être dessinée à partir d'un point à l'intérieur du trou limité dans la surface.

- 3 Lancez la commande **PlanC** avec l'option **Courbe** (Menu Vue : Définir le PlanC > Perpendiculaire à une courbe).
- 4 Cliquez sur la normale.
- 5 Utilisez l'accrochage **Fin** pour sélectionner l'extrémité de la normale à son intersection avec la surface.

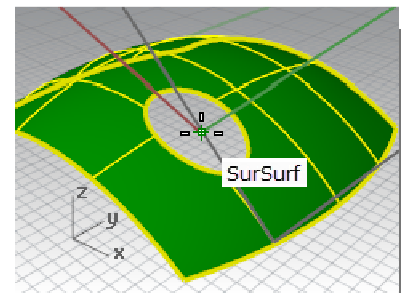
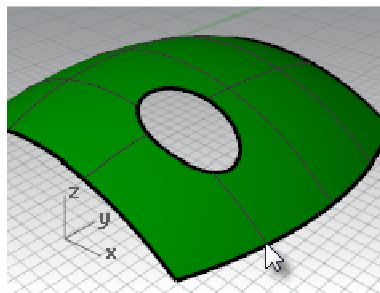
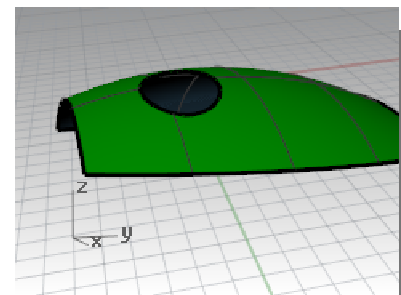
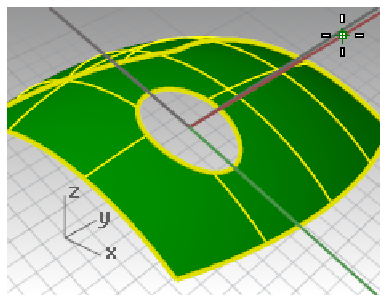


Le plan de construction est perpendiculaire à la normale.

Pour créer un plan de construction personnalisé sur une surface

Cette fonction définit le plan de construction par rapport à une surface. La position du plan est définie de telle sorte qu'il soit tangent à la surface en tout point de celle-ci. La méthode ressemble à la précédente mais la ligne normale n'a pas besoin d'être créée.

- 1 Lancez la commande **PlanC** avec l'option **Précédent** (Menu du titre de la fenêtre : Définir le PlanC > Annuler un changement de PlanC).
- 2 **Supprimez** la ligne **Normale**.
- 3 Utilisez la commande **PlanC** (Menu Vue : Définir PlanC > Origine) avec l'option **Surface**.
- 4 Sélectionnez la surface.
- 5 Pour définir l'**Origine du plan de construction**, choisissez **IgnorerLimites=Oui** puis cliquez sur un point près du centre du trou.
- 6 Pour définir la **Direction de l'axe des x**, cliquez dans la direction de la dimension la plus longue de la courbe limite.

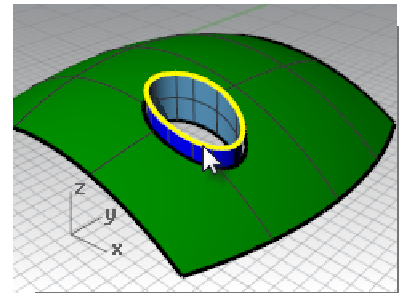


Le plan de construction est tangent à la surface au niveau de l'origine.

Pour créer un plan de construction passant par des points

La commande **PlanParPoint** crée un plan passant le plus proche possible d'un ensemble de points sélectionnés. La commande **PlanC** avec l'option **Objet** place un plan de construction de telle sorte que son origine se trouve au centre du plan. Cette méthode est très bonne dans le cas du bouton dans ce fichier. Les points peuvent être extraits de plusieurs courbes : le bord du bouton lui-même ou le trou découpé dans la surface.

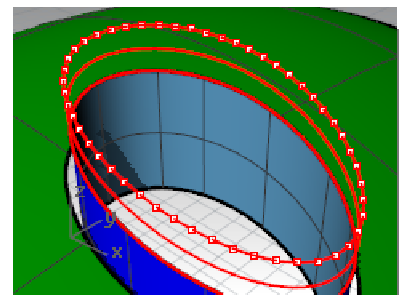
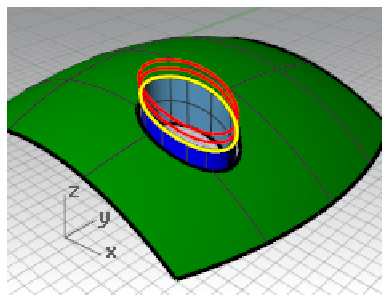
- 1 Lancez la commande **PlanC** avec l'option **Précédent** (*Menu du titre de la fenêtre : Définir le PlanC > Annuler un changement de PlanC*).
- 2 Activez les calques **Surfaces** et **Courbes**. Choisissez **Courbes** comme calque actuel.
- 3 Lancez la commande **DupBord** (*Menu Courbe > Courbe à partir d'objets > Dupliquer un bord*) pour dupliquer le bord supérieur de la surface du bouton et appuyez sur **Entrée**.



- 4 **Copiez** deux fois verticalement la courbe dupliquée.

La position verticale de ces courbes déterminera la forme du bouton.

- 5 Utilisez la commande **Fractionner** (*Menu Courbe: Objet ponctuel > Fractionner une courbe > Nombre de segments*) pour séparer la courbe copiée supérieure avec **50** points. Définissez les options de la ligne de commande sur **Diviser=Non** et **GrouperRésultat=Oui**

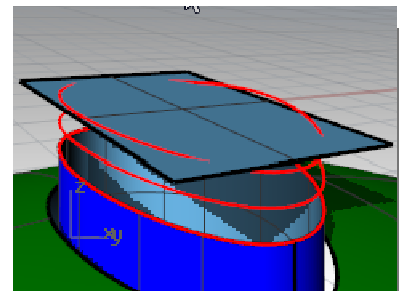
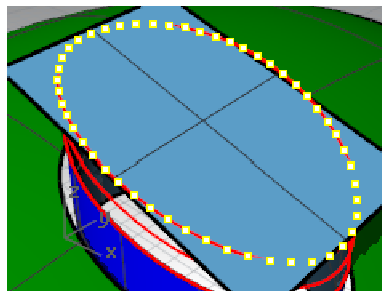


- 6 Utilisez la commande **SélDerniers** pour sélectionner les points que vous venez de créer.

- 7 Utilisez la commande **PlanParPoint** (*Menu Surface : Plan > Par Points*) avec les points sélectionnés.

- 8 Appuyez sur la touche **Suppr** pour supprimer les objets ponctuels qui sont toujours sélectionnés.

Un plan rectangulaire est dessiné sur les points sélectionnés.

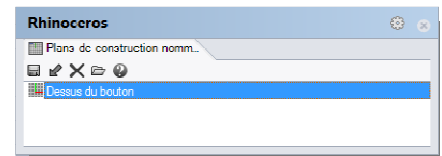
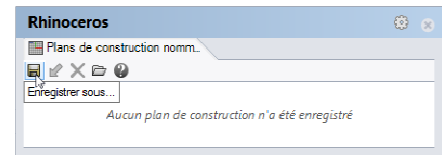


- 9 Utilisez la commande **PlanC** avec l'option **Objet** (*Menu Vue : Définir le PlanC > À partir d'un objet*) pour aligner le plan de construction avec le plan.

- 10 Dans le menu **Vue**, cliquez sur **Définir PlanC**, puis sur **PlanC nommés**, cliquez ensuite sur **EnregistrerSous** pour enregistrer et nommer le plan de construction personnalisé **Dessus du bouton**.

Vous pourrez ainsi restaurer ce plan de construction à tout moment.

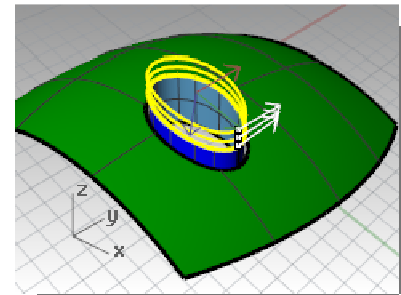
- 11 **Supprimez** la surface que vous avez utilisée pour créer le plan de construction **Dessus du bouton**.



Pour créer le bouton avec une surface par sections

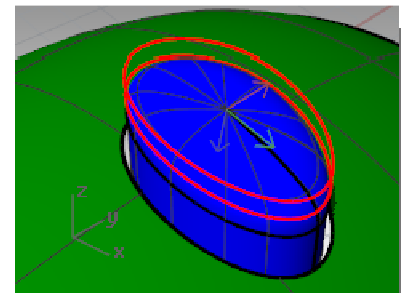
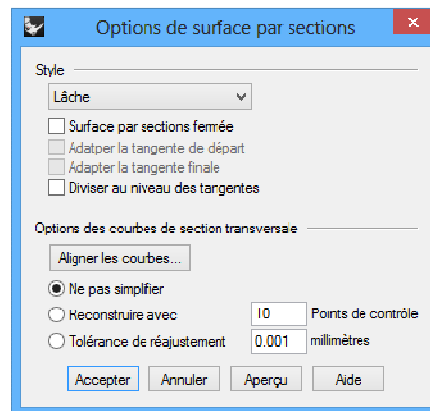
- 1 Choisissez le calque **Surfaces** comme calque actuel.
- 2 Utilisez la commande **SurfaceParSections** pour créer le bouton.
- 3 Sélectionnez le bord supérieur de la surface et les deux courbes copiées.
- 4 Après avoir sélectionné les courbes, cliquez sur l'option **Point** dans la ligne de commande.
- 5 Pour définir le **point final de la surface par sections**, vérifiez que la vue active est celle contenant le plan de construction personnalisé, tapez **0** (zéro) et appuyez sur **Entrée**.

La surface par sections se termine en un point au milieu du plan, qui est l'origine du plan de construction.



- 6 Dans la boîte de dialogue **Options de SurfaceParSections**, choisissez le **Style Lâche** et cliquez sur **Accepter**.

Avec l'option **Lâche**, les points de contrôle des courbes de départ sont copiés sur la surface finale contrairement à l'option **Normal** avec laquelle la surface par sections est interpolée sur les courbes.

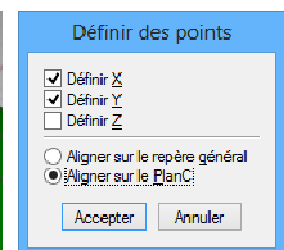
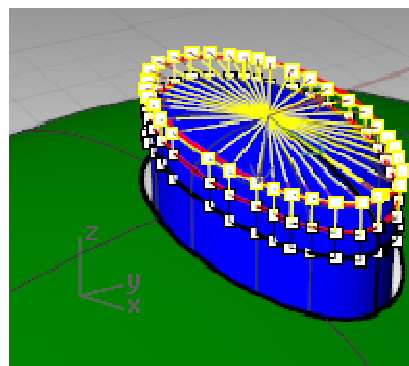


- 7 Activez les points de contrôle sur la surface par sections.
- 8 Sélectionnez l'anneau de points se trouvant au même niveau que le centre.

Sélectionnez un point et utilisez **SéIV** ou **SÉIU** pour sélectionner tout l'anneau de points.

- 9 Utilisez la commande **DéfinirPt** (*Menu Transformer : Définir les coordonnées XYZ*) pour déplacer les points à la même élévation **Z** que le point au centre. Dans la boîte de dialogue, marquez **Aligner sur le PlanC**.

N'oubliez pas que cette élévation est relative au plan de construction actuel.

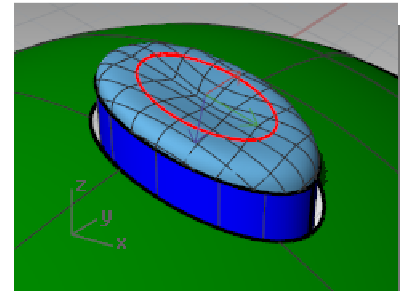
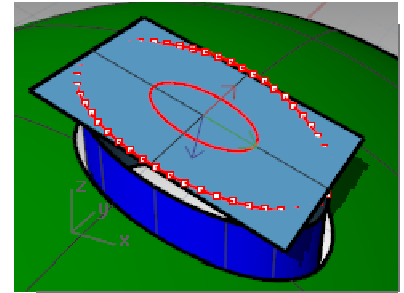
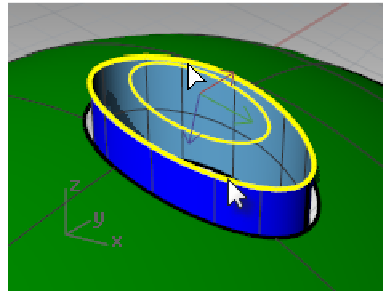


Remarque : Vous pouvez utiliser l'**historique** lors de la création de la surface par sections ; dans ce cas, l'opération **DéfinirPt** devrait être appliquée à la courbe supérieure de la surface par sections, et non aux points de contrôle de celle-ci.

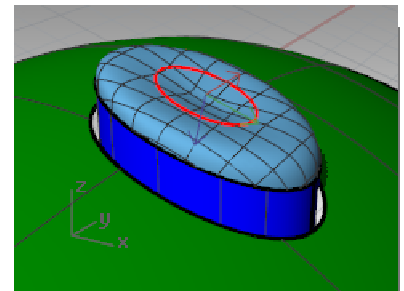
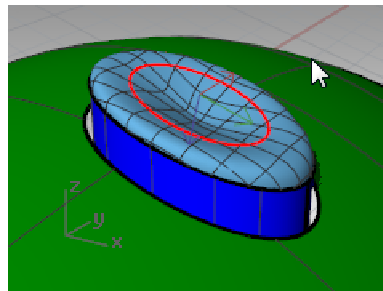
Pour utiliser un patch pour créer le bouton

- 1 Utilisez la commande **DupBord** pour dupliquer le bord supérieur de la surface.
- 2 **Déplacez** la courbe dupliquée dans la direction Z du repère général sur une petite distance.
- 3 Utilisez la commande **Fractionner** pour séparer les courbes avec **50** points comme avant.
- 4 Utilisez la commande **PlanParPoints** avec les points sélectionnés et supprimez les points comme dans l'exercice précédent.
- 5 Utilisez la commande **PlanC** avec l'option **Objet** pour définir le plan de construction sur la surface plane.
- 6 Créez un cercle, ou une ellipse, centré à l'origine du nouveau plan de construction.
- 7 Utilisez la commande **Patch** en sélectionnant le bord supérieur du bouton et l'ellipse ou le cercle.

La surface est tangente au bord et concave sur le dessus.



La taille et la position du cercle ou de l'ellipse affecteront la forme de la surface.



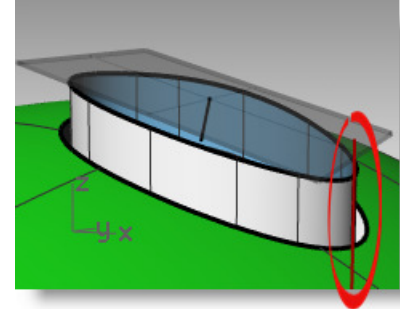
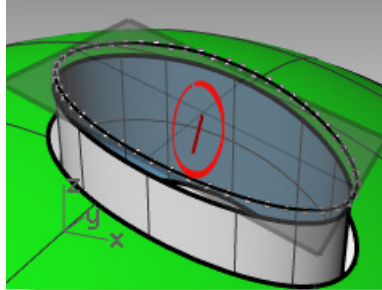
Remarque : Si vous avez enregistré l'**historique** pour le patch, vous pouvez sélectionner l'ellipse et la déplacer vers le haut ou vers le bas, ou bien changer son échelle dans deux dimensions, pour modifier la forme du patch.

Le **manipulateur** est idéal pour ce genre de modification. Vérifiez que l'alignement du manipulateur est défini sur le **plan de construction**.

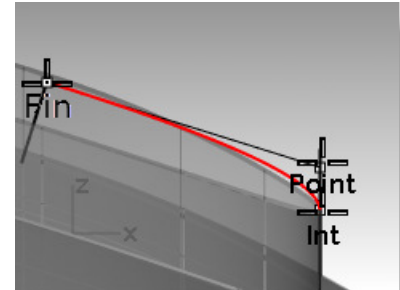
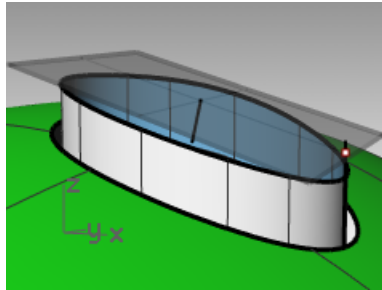
Pour utiliser une révolution sur un rail pour créer le bouton

- 1 Utilisez la commande **DupBord** pour dupliquer le bord supérieur de la surface.
- 2 **Déplacez** la courbe dupliquée dans la direction Z du repère général sur une petite distance.
- 3 Définissez un **plan de construction** sur cette courbe en utilisant **Fractionner** et **PlanParPoints** comme avant.

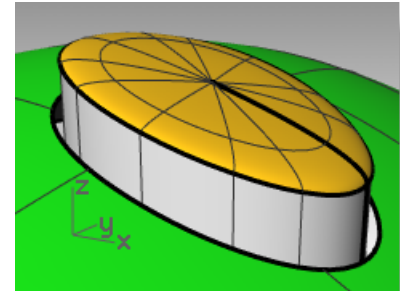
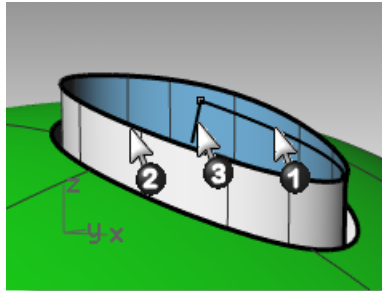
- 4 Utilisez la commande **Ligne** avec l'option **Verticale** pour créer une ligne allant de l'origine jusqu'à la surface du bouton.
- 5 Utilisez la commande **Prolonger** (*Menu Courbe : Prolonger une courbe > Avec une ligne*) pour prolonger le bord au niveau de la jointure à travers la surface rectangulaire.



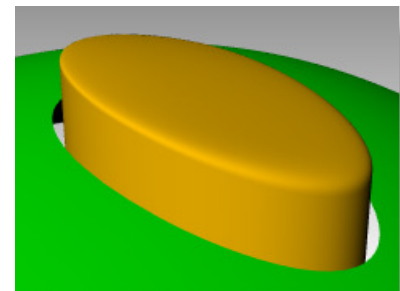
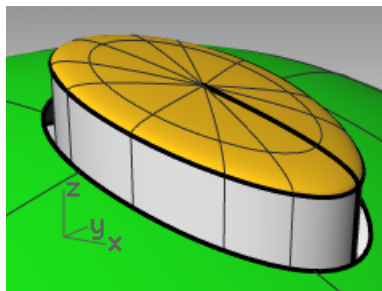
- 6 Utilisez la commande **Intersection** (*Menu Courbe : Courbe à partir d'objets > Intersection*), pour trouver l'intersection entre la ligne prolongée et la surface rectangulaire.
- 7 Utilisez la commande **Courbe** pour dessiner une courbe allant de la fin de la ligne normale, en utilisant le point d'intersection comme point de contrôle du milieu, jusqu'à la fin de la jointure. Vous l'utiliserez comme courbe de profil.



- 8 Lancez la commande **RévolutionRail** (*Menu Surface : Révolution le long d'un rail*). Choisissez **HauteurÉchelle=Oui**.
- 9 Sélectionnez la courbe que vous venez de créer (1) comme courbe de profil et le bord supérieur de la surface (2) comme courbe guide. Sélectionnez l'extrémité supérieure de la ligne verticale (3) pour définir le début de l'axe de révolution et l'extrémité inférieure pour la fin.



- 10 **RévolutionRail** ne tient pas compte de la continuité pendant la création de la surface, vous devrez donc adapter la nouvelle surface avec les côtés verticaux du bouton grâce à la commande **AdapterSurf** afin d'obtenir une continuité de tangence ou de courbure.



Surfaces avec des plis

On peut avoir besoin de créer une surface avec un pli passant d'un certain angle à un autre ou dont l'angle diminue jusqu'à être nul sur l'autre extrémité. Le pli sur la carrosserie de la voiture dans l'image en est un exemple. L'exercice suivant couvre deux situations possibles.



Exercice 21—Surfaces avec pli

La clé de l'exercice suivant est d'obtenir deux surfaces adaptées avec une continuité différente à chaque extrémité. Sur une extrémité, nous adapterons la surface avec un angle de 10 degrés et sur l'autre extrémité nous adapterons la surface avec une continuité de tangence. Pour cela nous créerons une surface de référence avec les angles voulus et nous l'utiliserons pour adapter le bord inférieur à la surface supérieure. Lorsque la surface de référence est supprimée ou cachée, le pli apparaît entre les deux surfaces que nous voulons garder.

- 1 Ouvrez le fichier **Pli 01.3dm**.
- 2 Activez les calques **Courbe** et **Surface par sections**.
- 3 Choisissez **Surface par sections** comme calque actuel.
- 4 Utilisez la commande **SurfaceParSections** pour créer une surface à partir des trois courbes.

La commande **SurfaceParSections** enregistre les paramètres d'une session à l'autre. Vérifiez que le style de la surface par sections est sur Normal et que l'option Ne pas simplifier est activée.

- 5 Nous allons créer une surface comprenant toutes les courbes mais présentant un pli le long de la courbe du milieu.

Utilisez la courbe du milieu pour **diviser** la surface obtenue en deux parties.

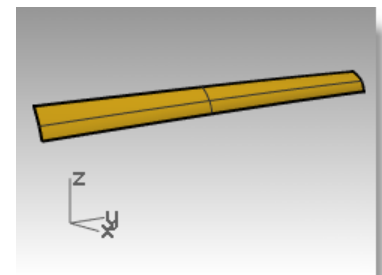
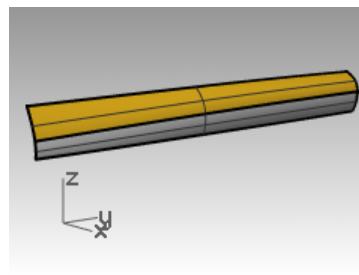
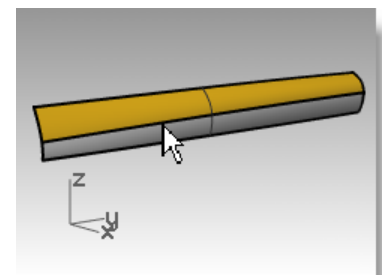
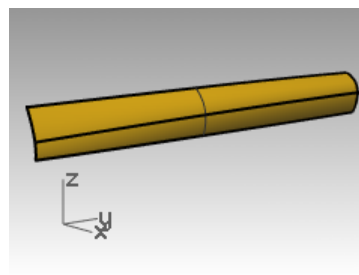
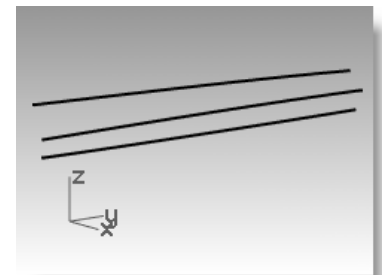
- 6 Utilisez la commande **RétrécirSurfaceLimitée** (Menu Surface : Outils de modification de surfaces > Rétrécir la surface limitée) sur les deux surfaces.

En présence d'une surface divisée avec une courbe isoparamétrique, le rétrécissement permet au bord d'être un bord non limité car la limite correspond au bord naturel de la surface non limitée.

En limitant avec une courbe utilisée dans la surface par sections, la courbe est en fait une courbe isoparamétrique.

Vous pouvez aussi utiliser l'option Isoparamétrique de la commande **Diviser** quand l'objet à diviser est une surface simple.

- 7 **Cachez** la surface inférieure et désactivez le calque **Courbe**.



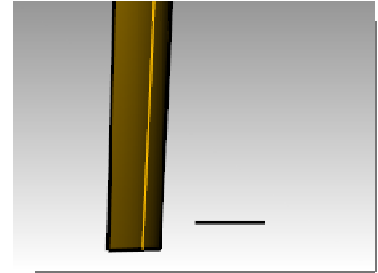
Pour créer la surface de référence

Nous modifierons la surface supérieure en l'adaptant avec une nouvelle surface de référence.

La surface de référence sera construite à partir d'un segment de ligne, ou plusieurs, le long du bord inférieur de la surface supérieure. Ces segments sont placés à différents angles de la surface.

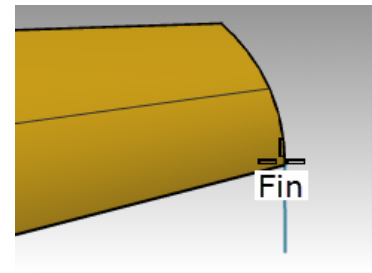
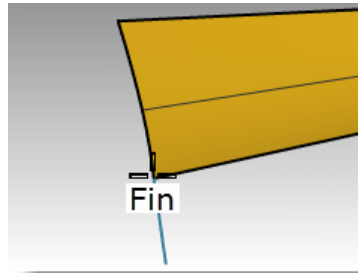
Pour obtenir une ligne formant un certain angle avec la tangente, la méthode la plus simple est de placer la ligne de sorte qu'elle soit tangente puis de la faire tourner jusqu'à l'angle désiré.

- 1 Choisissez **Courbe de référence** comme calque actuel.
- 2 Dans la fenêtre **Dessus**, dessinez une ligne de 20 unités de long.



- 3 Lancez la commande **Orienter Courbe Sur Bord** (Menu Transformer : Orienter > Courbe sur bord).

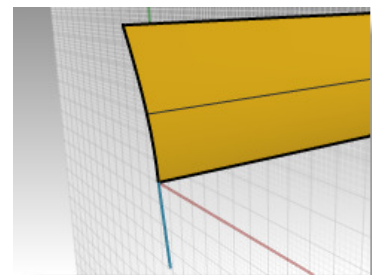
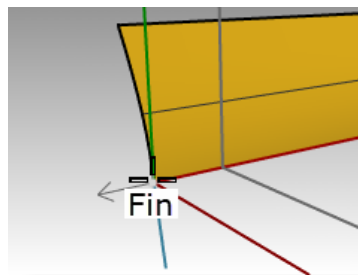
- 4 Pour définir la **courbe à orienter**, sélectionnez la ligne.
- 5 Pour définir le **bord de la surface cible**, sélectionnez le bord inférieur de la surface.



- 6 Pour **Sélectionner le point du bord cible**, changez l'option de la ligne de commande pour avoir **Copier=Oui** et accrochez-vous sur une des extrémités du bord.
- 7 Pour **Sélectionner le point du bord cible**, accrochez-vous sur l'autre extrémité.
- 8 Appuyez sur **Entrée**.

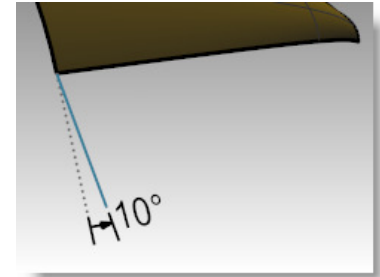
Le résultat devrait ressembler à l'image ci-dessus.

- 9 Dans la fenêtre **Perspective**, ouvrez le menu du **titre de la fenêtre** avec le bouton de droite et sélectionnez **Définir le PlanC > Perpendiculaire à une courbe** pour définir un plan de construction perpendiculaire au bord inférieur de la surface, en vous accrochant sur l'extrémité gauche du bord inférieur afin de définir l'origine du plan de construction.

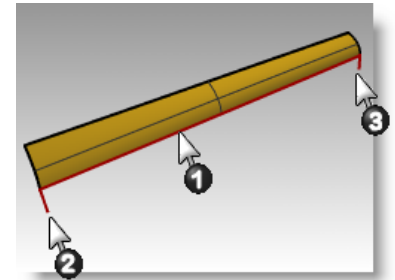


Définir la ligne guide

- 1 Sélectionnez le segment de ligne à gauche et lancez la commande **Rotation**. Choisissez l'origine du nouveau plan de construction personnalisé comme centre de rotation. Faites tourner le segment sur **-10** degrés.
Le résultat devrait ressembler à l'image à droite.

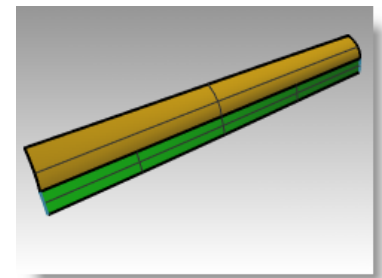
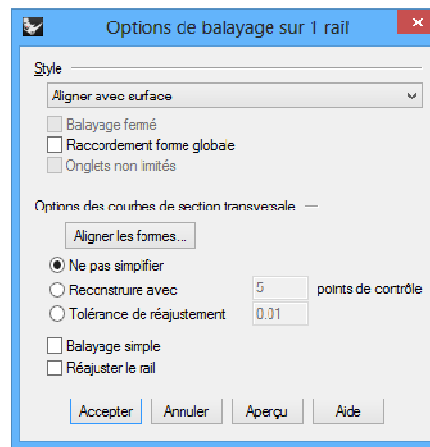


- 2 Choisissez **Surface de référence** comme calque actuel.
- 3 Utilisez la commande **Balayage1** (*Menu Surface : Balayage sur 1 rail*) pour créer la surface de référence.
- 4 Sélectionnez le bord inférieur de la surface supérieure en tant que rail (1) et les deux segments (2 et 3) de ligne en tant que courbes de section.
Assurez-vous de bien utiliser le bord de la surface et non la courbe de départ comme rail pour le balayage.



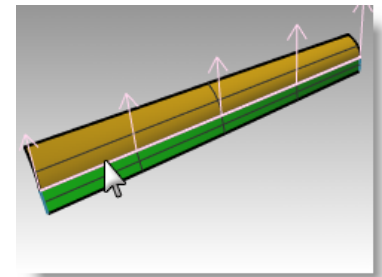
- 5 Dans la boîte de dialogue **Options de balayage sur 1 rail**, sous **Style**, choisissez **Aligner avec surface**.

Cette option fait dévier la surface de la courbe de section. Une courbe de forme tangente à la surface de base conservera cette tangence lorsqu'elle sera balayée le long du bord sauf si une autre courbe de forme, d'orientation différente, est rencontrée, dans quel cas une transition lisse sera créée entre les deux



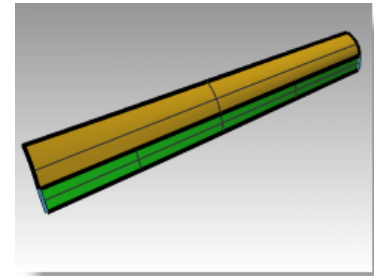
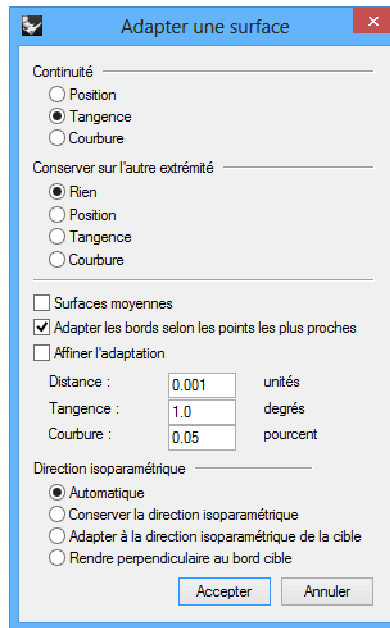
Pour adapter la surface à la surface de référence

- 1 Utilisez la commande **AdapterSurf** pour adapter la surface supérieure à la surface de référence.
- 2 Sélectionnez le bord inférieur de la surface supérieure.

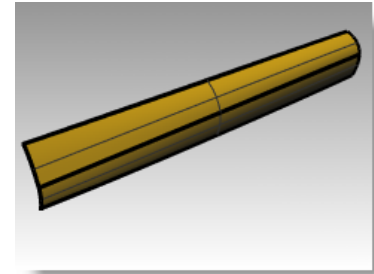


- 3 Sélectionnez le bord supérieur de la surface de référence.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Adapter une surface**, choisissez **Tangence** et cochez **Adapter les bords selon les points les plus proches**.

Ceci permettra de diminuer au maximum l'effet de distorsion.



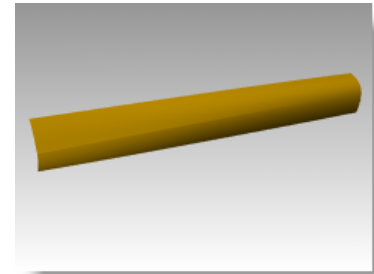
- 5 **Montrez** la surface inférieure et **cachez** la surface de référence.



- 6 **Joignez** la surface inférieure et la surface supérieure.

Les surfaces n'étant pas limitées, vous pouvez fusionner les surfaces en une seule.

Le pli est réduit progressivement d'une extrémité à l'autre de la polysurface. Si vous voulez ajuster les angles du pli, vous pouvez placer d'autres segments pour créer la surface de référence.

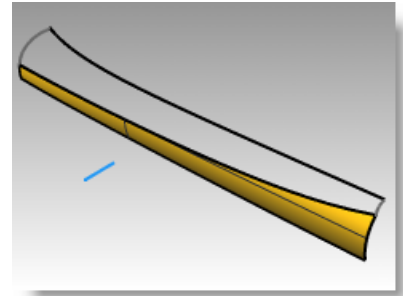


Exercice 22—Surfaces avec un pli (Partie 2)

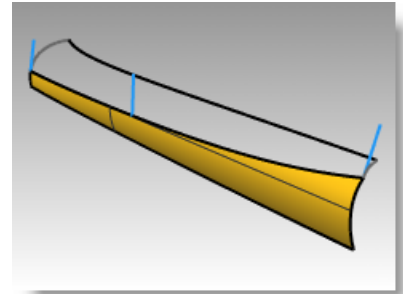
Dans cet exercice, il n'y a pas de relation entre le pli et la surface. Même s'il est du même style que l'autre exemple, la surface supérieure est créée avec un balayage le long de deux rails.

Pour créer un pli avec des surfaces limitées

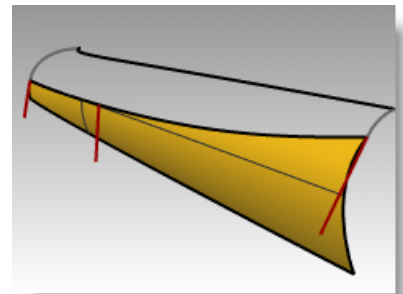
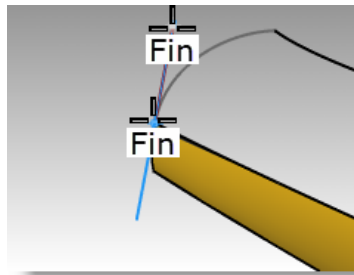
- 1 Ouvrez le fichier **Pli 02.3dm**.
- 2 Utilisez la commande **Ligne** (*Menu Courbe : Ligne > Ligne simple*) pour dessiner une ligne simple n'importe où dans la fenêtre.
Nous utiliserons cette ligne pour créer une surface de référence.



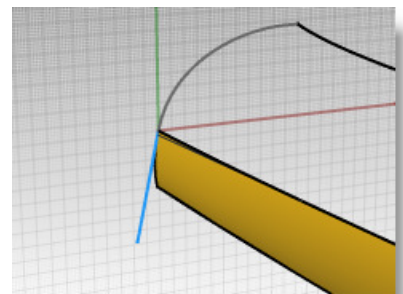
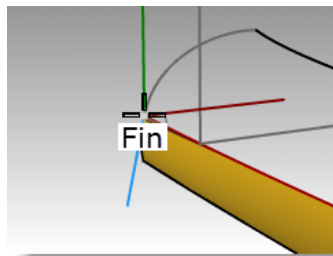
- 3 Utilisez la commande **OrienterCourbeSurBord** (*Menu Transformer : Orienter > Courbe sur bord*) pour copier la courbe pour la surface de référence sur le bord supérieur de la surface inférieure.
- 4 Placez une ligne à chaque extrémité du bord et une autre au milieu.



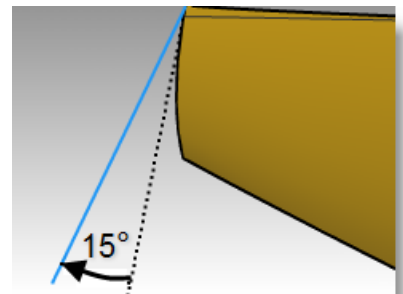
- 5 **Déplacez** chaque segment de ligne en plaçant son extrémité supérieure sur l'extrémité inférieure du même segment.



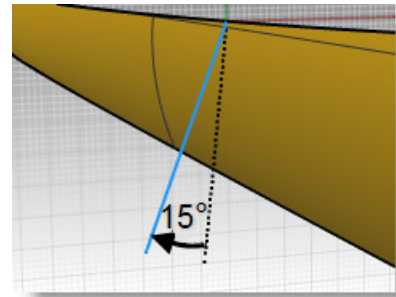
- 6 Utilisez la commande **PlanC** (*Menu Vue : Définir le PlanC > Perpendiculaire à une courbe*) pour aligner le plan de construction avec la ligne à gauche de la surface.



- 7 Utilisez la commande **Rotation** (*Menu Transformer : Rotation*) pour faire tourner la ligne de **15** degrés comme indiqué dans l'illustration à droite.

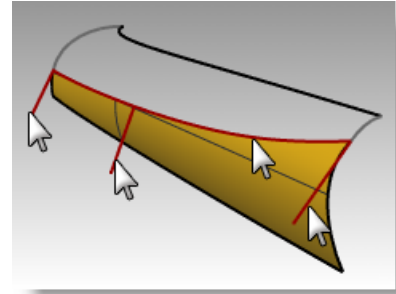


- 8 Répétez ces étapes pour la ligne au milieu de la surface.

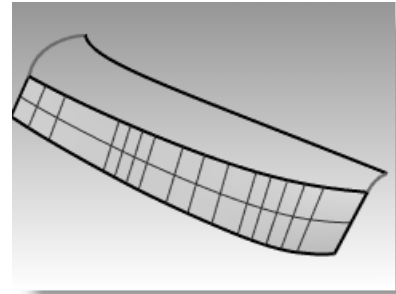


Pour créer la surface de référence

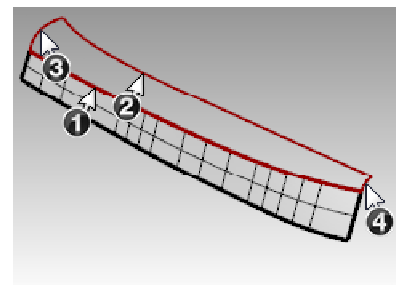
- 1 Utilisez la commande **Balayage1** pour créer la surface de référence.
- 2 Sélectionnez le bord supérieur de la surface inférieure comme rail et les trois segments de ligne comme courbes de section. Utilisez le style **Aligner avec surface** pour le balayage.



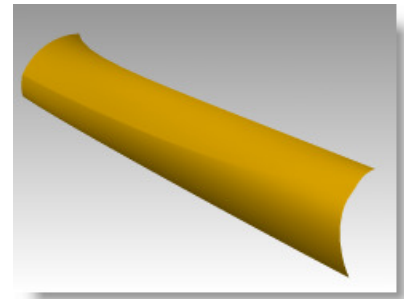
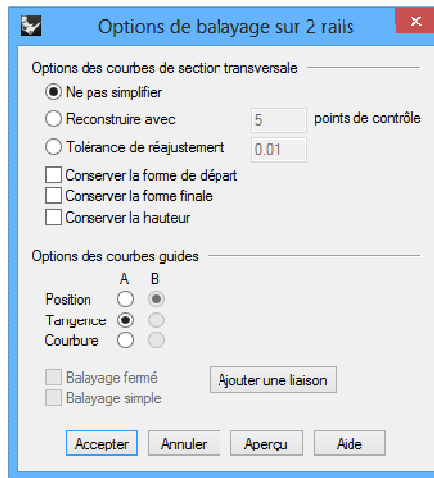
- 3 **Cachez** la surface originale.



- 4 Utilisez la commande **Balayage2** pour créer la surface supérieure.
 Choisissez le bord supérieur de la surface de référence pour un rail (1) et la courbe en haut pour l'autre (2).
 Choisissez les courbes aux deux extrémités pour les courbes de section (3) et (4).



- 5 Dans la boîte de dialogue **Options de balayage sur 2 rails**, dans la section **Options des courbes guides**, choisissez **Tangence** pour le bord **A**.
- 6 **Effacez** la surface de référence.
- 7 Utilisez **Montrer** ou **Montrer Sélection** (*Menu Édition : Visibilité > Montrer les objets sélectionnés*) pour afficher la surface inférieure originale.
- 8 **Joignez** la surface inférieure et la surface supérieure.



Profilier des courbes pour contrôler la qualité des surfaces

Dans Rhino, les courbes peuvent provenir de nombreuses sources différentes, elles peuvent être :

- Créées directement dans Rhino
- Importées à partir de données numérisées
- Importées à partir d'une autre application
- Des courbes de section générées à partir d'un maillage

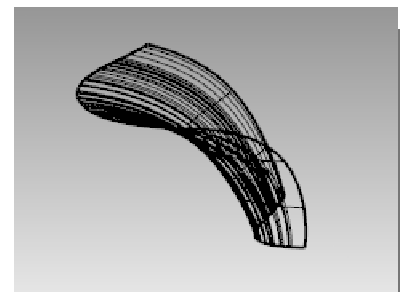
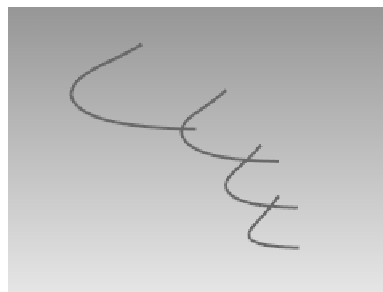
Il est important de comprendre qu'un grand nombre de ces courbes doivent être optimisées afin d'améliorer leur qualité.

Le profilage consiste à simplifier des courbes tout en améliorant leur diagramme de courbure et en conservant leur forme dans les limites de la tolérance. Il est particulièrement important de profiler des courbes générées à partir de données numérisées, d'intersections, de l'extraction de courbes isoparamétriques ou de deux vues.

Normalement ce processus donne de meilleurs résultats sur des courbes d'une seule portée. Une courbe d'une seule portée est une courbe dont le nombre de points est égal à son degré plus un. Par exemple, une courbe de degré 3 avec 4 points, une courbe de degré 5 avec 6 points ou une courbe de degré 7 avec 8 points.

Pour analyser une surface par sections avec une analyse de courbure

- 1 **Ouvrez** le fichier **Profilier des courbes.3dm**.
- 2 Sélectionnez les courbes et utilisez la commande **SurfaceParSections** (*Menu Surface : Surface par sections*) avec le **Style Normal** et comme **Options des courbes de section transversale Ne pas simplifier** pour créer une surface.



La surface est très complexe. Elle présente plus de courbes isoparamétriques que celles nécessaires à la définition de sa forme car les structures des nœuds des courbes sont très différentes les unes des autres.

La surface présente également une courbure composée.

- 3 Sélectionnez la surface par sections et lancez la commande **AnalyseCourbure** (Menu *Analyse > Surface > Analyser la courbure*).

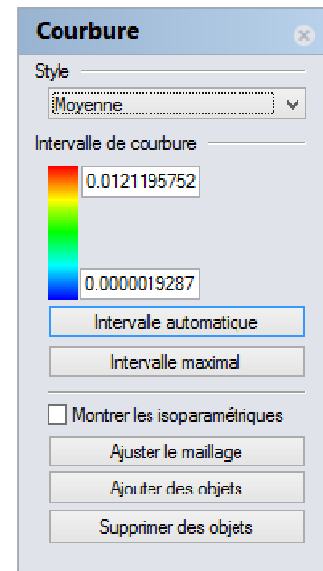
Vous obtenez ainsi un affichage en « fausses couleurs » en utilisant le même type de maillage d'analyse que pour la commande **Rayures**.

L'importance de la courbure est reproduite sur une gamme de couleurs et vous pouvez ainsi voir les zones où la courbure change brusquement et les zones plates.

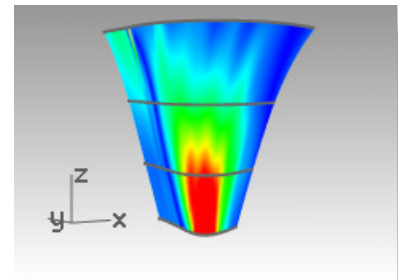
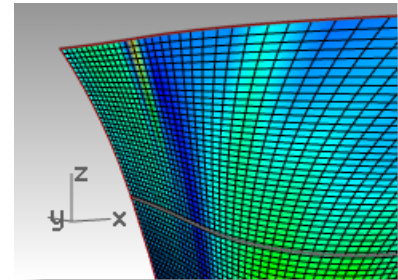
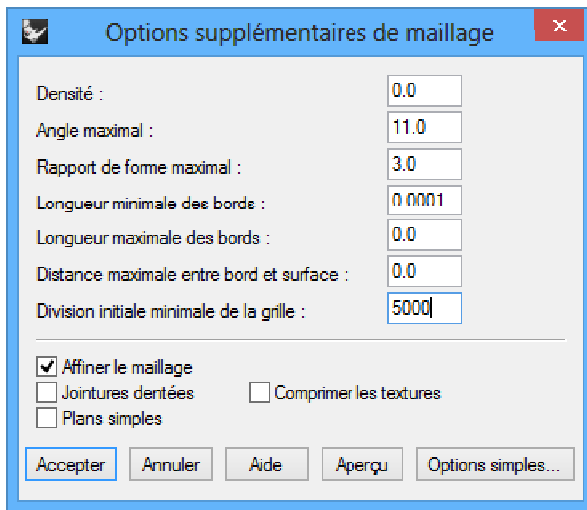
Choisissez **Moyenne** dans la liste déroulante **Style**.

Ce style est utile pour montrer des discontinuités dans la courbure, des zones plates et des creux. La moyenne est calculée entre les deux valeurs du cercle de courbure sur chaque point, convertie en valeur de couleur.

- 4 Cliquez sur le bouton **IntervalleAutomatique**.



- 5 Cliquez sur le bouton **Ajuster le maillage** et ajustez le maillage d'analyse pour avoir au moins **5000 divisions minimales de la grille** et obtenir un affichage uniforme de la gamme de couleur.

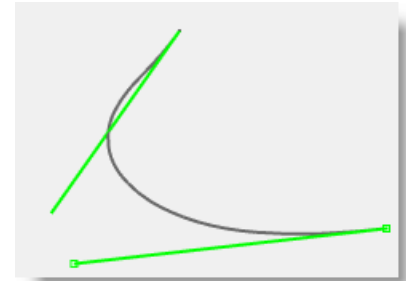
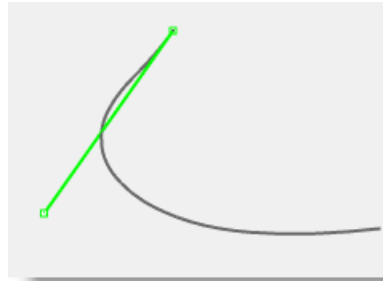


Vous pouvez remarquer que les couleurs sont très variées sur la surface. Ceci indique que la surface présente des changements brusques.

- 6 **Annulez** la surface par sections.

Pour reconstruire les courbes

- 1 Choisissez **Direction tangente** comme calque actuel.
- 2 Utilisez la commande **Ligne** (*Menu Courbe : Ligne > Ligne simple*), avec l'option **Prolonger** pour créer, sur chaque extrémité, une ligne qui conserve la direction de tangence de la courbe originale et revient vers la courbe.

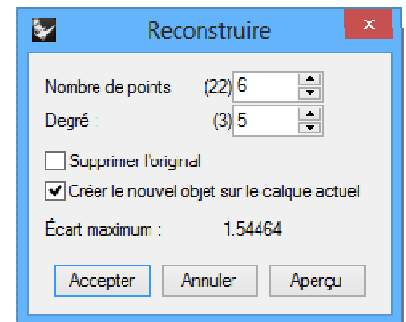


La longueur est arbitraire mais les lignes doivent être assez longues pour se croiser.

- 3 Choisissez **Courbes reconstruites** comme calque actuel et **verrouillez** le calque **Direction de tangence**.
- 4 Utilisez la commande **Reconstruire** (*Menu Édition : Reconstruire*) pour reconstruire la courbe.

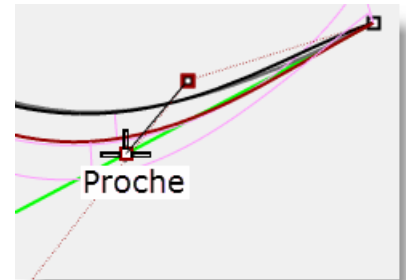
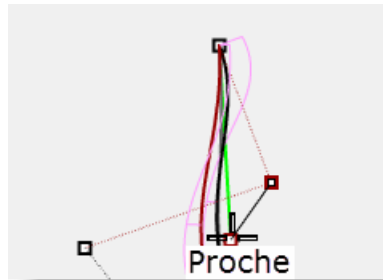
Même si la commande **SurfaceParSections** dispose de l'option **Reconstruire**, si vous reconstruisez les courbes avant de créer la surface par sections, vous pourrez mieux contrôler leur degré et le nombre de points.

- 5 Dans la boîte de dialogue **Reconstruire une courbe**, choisissez un **Degré** de **5** et un **Nombre de points** égal à **6**. Désactivez la case **Supprimer l'original** et cochez **Créer le nouvel objet sur le calque actuel**. Cliquez sur le bouton **Aperçu**. Remarquez comment les courbes se dévient des courbes originales.



Les courbes sont maintenant des courbes d'une seule portée. Les courbes d'une seule portée sont des courbes de Bézier. Une courbe d'une seule portée est une courbe dont le nombre de points est égal à son degré plus 1. Même si cette étape n'est pas nécessaire pour obtenir des surfaces d'une grande qualité, elle permet d'obtenir des résultats prévisibles.

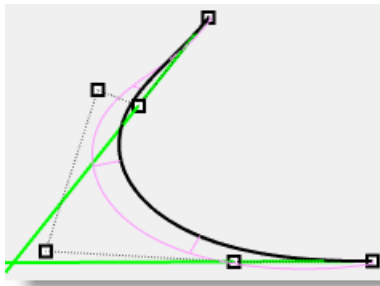
- 6 Verrouillez le calque **Courbes originales**. Nous avons besoin de voir ces courbes mais ne voulons pas qu'elles puissent être sélectionnées.
- 7 Sélectionnez une des courbes reconstruites, activez les **points de contrôle** et le **diagramme de courbure**.
- 8 Profilez la courbe en déplaçant les points de contrôle jusqu'à ce qu'ils coïncident plus ou moins avec la courbe originale.



Commencez par déplacer le deuxième point de la courbe reconstruite sur la ligne tangente. Utilisez l'accrochage Proche pour vous déplacer le long de la ligne tangente.

- 9** Observez le diagramme de courbure afin de vérifier que les transitions de la courbe sont lisses.

Les courbes sont profilées lorsque les points sont ajustés de telle façon que les courbes reconstruites coïncident avec les courbes verrouillées et lorsque les diagrammes sont corrects.



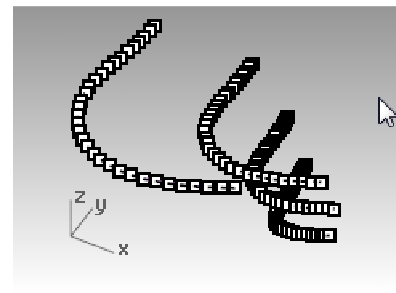
- 10** Profilez les autres courbes de la même façon.

Quelques trucs à ne pas oublier lors de l'ajustement des courbes :

- Si vous voulez conserver la direction de la courbe cohérente par rapport aux courbes originales, assurez-vous que le deuxième point de chaque courbe reste sur la ligne de direction tangente verte - ne déplacez ces points qu'avec l'accrochage Proche et en tirant le point sur la ligne.
- La commande **ModeGlisser**, avec l'option **PolygoneContrôle** contraindra le point sur le polygone de contrôle de la courbe - vous pouvez utiliser cet outil pour conserver les directions tangentes.
- Si possible, lorsque vous profilez un ensemble de courbes afin de les utiliser pour créer une surface par sections, essayez d'avoir la même disposition au niveau des points de contrôle des courbes voisines. La surface sera ainsi bien alignée.
- Lorsque l'ajustement des points de contrôle devient difficile parce que les mouvements doivent être très réduits, essayez d'utiliser les touches de **déplacement par intervalles** afin de déplacer les points sur de petites distances. Voir l'**Aide** pour plus d'informations sur le **déplacement par intervalles**.
- Vous pouvez aussi utiliser le **Manipulateur** pour déplacer des points. Lorsque vous devez appliquer des mouvements très petits, vous pouvez définir l'option **RésistanceDéplacementManipulateur** sur une valeur inférieure à 100 % afin de permettre des plus grands mouvements de souris pour réaliser de petites modifications sur la position des points.

Pour utiliser ÉcartPoints afin de voir l'écart pendant la modification des courbes

- 1** Créez un calque **Points** et choisissez-le comme calque **actuel**.
- 2** Sélectionnez toutes les courbes originales et lancez la commande **Fractionner** (*Menu Courbe : Objet ponctuel > Fractionner une courbe > Nombre de points*). Définir le **nombre de segments** sur **32** et choisissez **GrouperRésultat=Oui**.
- 3** Désélectionnez tous les objets et sélectionnez les points groupés.
- 4** Lancez la commande **ÉcartPoints** (*Menu Analyse : Surface > Écart de points*) et à l'invite **Sélectionner les courbes, les surfaces et les polysurfaces à tester**, sélectionnez les courbes reconstruites et légèrement profilées.



- 5 Lorsque la boîte de dialogue **Écart entre point et surface** s'ouvre, définissez les options comme indiqué ici :

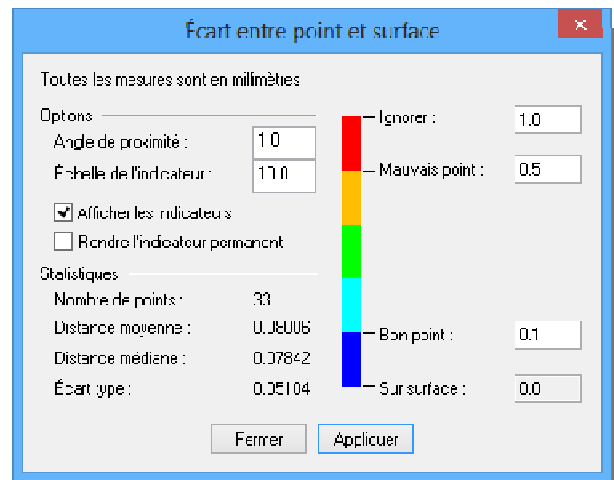
Bon point = 0.1

Mauvais point = 0.5

Ignorer = 1.0

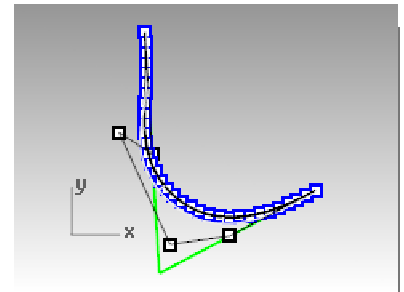
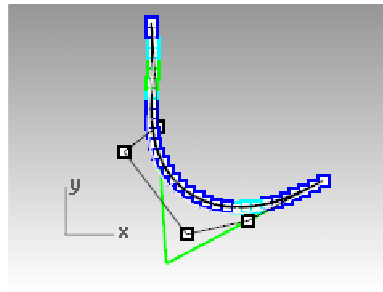
L'affichage montre l'écart entre les points affichés sur les courbes originales et les positions les plus proches sur les courbes reconstruites.

- 6 Verrouillez les calques **Points** et **Courbes originales**.



- 7 Continuez à modifier les courbes reconstruites en vue de n'obtenir que des points bleus c'est-à-dire de bons points.

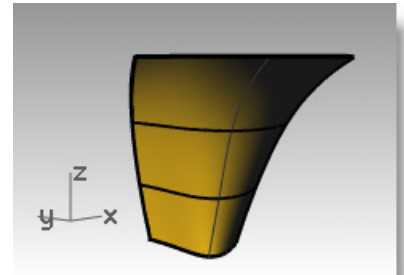
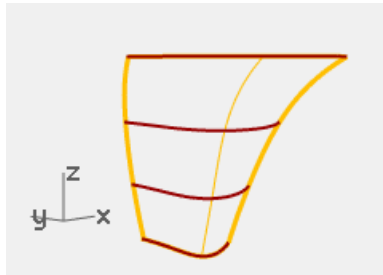
Remarque : Si vous fermez la boîte de dialogue, vous perdez l'affichage et vous devez relancer la commande **ÉcartPoints**.



Pour créer une surface avec des courbes profilées

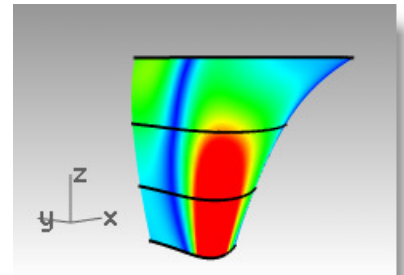
- 1 Créez une surface par sections à partir des nouvelles courbes.

La surface a très peu de courbes isoparamétriques mais sa forme est très proche de celle de la première surface.



- 2 Analysez la surface avec la commande **AnalyseCourbure**.

Remarquez les transitions lisses dans l'affichage en mode fausses couleurs, elles indiquent que les transitions de courbure de la surface sont lisses.



8 Utiliser des images en arrière-plan

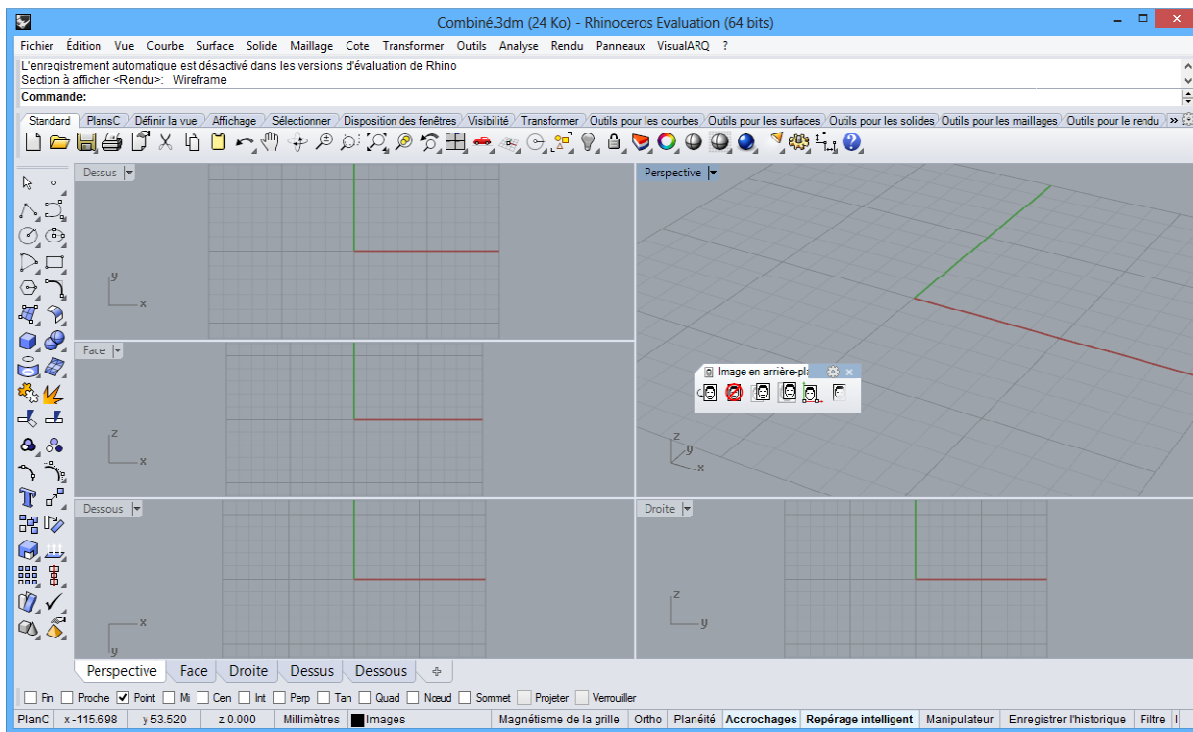
Cet exercice décrit les étapes à suivre pour créer un petit produit tenant dans la main en utilisant des images comme modèles. Dans cet exercice nous nous centrerons sur la création de courbes à partir d'images en arrière-plan et sur l'utilisation des techniques de profilage sur les courbes avant de créer les surfaces.

Nous commencerons par prendre des esquisses scannées et par les placer dans trois fenêtres différentes. Les trois images du combiné doivent être placées dans leur fenêtre respective et redimensionnées afin qu'elles aient toutes la même taille.

L'alignement des images sera plus facile si elles ont été alignées et découpées lorsque vous avez scanné le rendu du produit afin qu'elles aient la même longueur en pixels. Vous devrez rendre les images plus obscures et réduire légèrement leur contraste si elles présentent beaucoup de blanc. Ceci permet d'avoir un plus grand contraste lorsque vous les calquez dans Rhino.

Exercice 23—Combiné

- 1 Ouvrez le fichier **Combiné.3dm**.
- 2 Dans le menu **Outils**, cliquez sur **Configuration des barres d'outils**.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Options de Rhino**, section **Barres d'outils**, cochez **Image en arrière-plan** pour ouvrir cette barre d'outils puis fermez la boîte de dialogue.
Utilisez les boutons de cette barre d'outils dans le reste de l'exercice.
On peut aussi accéder à cette barre d'outils en déployant la barre **Image en arrière-plan** de l'onglet **Disposition des fenêtres** situé en haut.
- 4 Cet exercice sera plus facile si vous **divisez la fenêtre Face horizontalement** et affichez la vue de **dessus** dans la fenêtre inférieure. Vous pouvez réaligner les vues comme sur l'image suivante.



- 5 Dans la boîte de dialogue **Options de Rhino**, section **Vue**, sous **Propriétés de la fenêtre**, cochez **Fenêtres liées**.

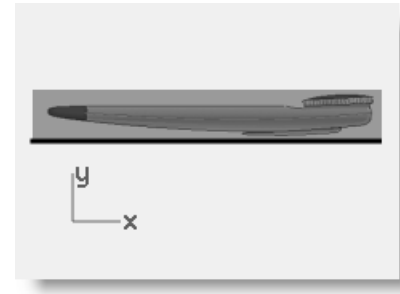
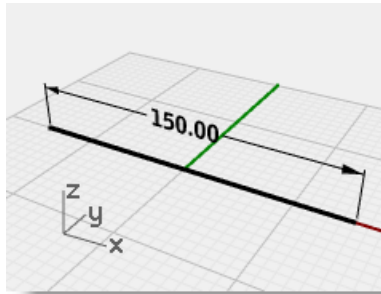
Les fenêtres resteront ainsi alignées les unes avec les autres lorsque vous zoomerez ou réaliserez une panoramique.

Pour placer les images en arrière-plan

Nous commencerons par créer une géométrie de référence pour faciliter le placement des images.

- 1 Dessinez une **ligne** horizontale de **150 mm** de long, des deux côtés de l'origine dans la fenêtre **Dessus**.
- 2 Désactivez la grille dans les fenêtres que vous utiliserez pour placer les images, en appuyant sur la touche **F7**.

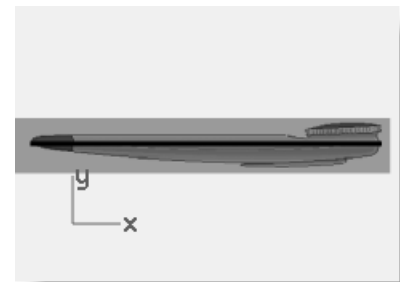
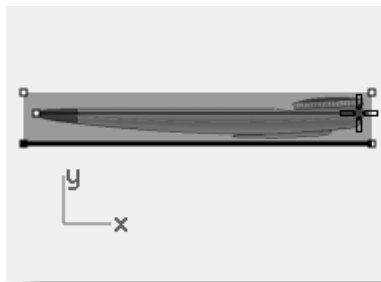
Vous verrez mieux l'image.



- 3 Dans la fenêtre **Face**, utilisez la commande **ImageArrièrePlan** avec l'option **Positionner** (*Menu Vue : Image en arrière-plan > Positionner*) pour placer l'image **CombinéÉlévation**.

- 4 Utilisez la commande **ImageArrièrePlan** avec l'option **Aligner** (*Menu Vue : Image en arrière-plan > Aligner*) pour aligner les extrémités du combiné avec la ligne. La ligne de commandes vous indiquera les étapes à suivre.

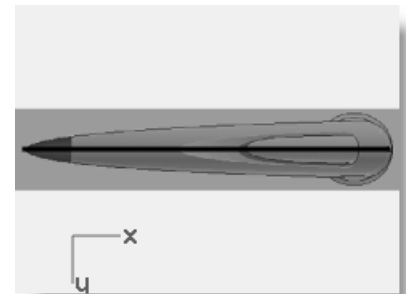
L'option **Aligner** affiche de petits carrés aux sommets de l'image afin de pouvoir utiliser l'accrochage **Point** et d'être précis lors de leur sélection.



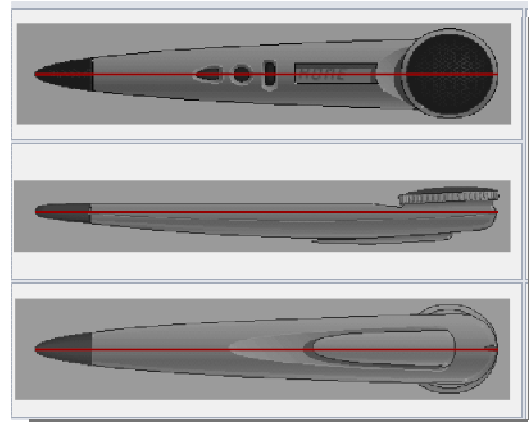
Choisissez deux points sur l'image - vous pouvez zoomer pour sélectionner un point très précisément.

Sélectionnez les points sur chaque extrémité de la longueur. Choisissez ensuite deux points dans l'espace avec lesquels vous voulez faire correspondre les points de l'image que vous venez de sélectionner - accrochez-vous sur les extrémités de la ligne de 150 mm.

- 5 Activez la vue de **Dessous**.
- 6 Utilisez la même technique pour placer et aligner l'image **CombinéDessous.bmp** dans la vue de dessous.



7 Répétez cette opération pour la fenêtre **Dessus**.



Pour construire le boîtier

L'outil le plus utile pour calquer des courbes de forme libre est la courbe par points de contrôle.

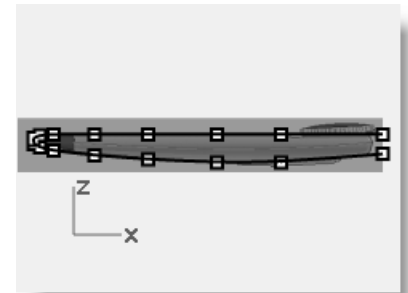
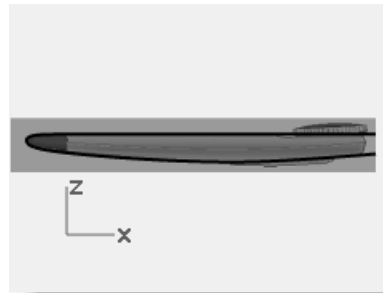
Placez le moins de points possibles pour décrire précisément la courbe. N'essayez pas d'obtenir une précision parfaite en plaçant tous les points de la courbe. Avec un peu d'expérience vous pourrez placer le bon nombre de points au bon endroit et modifier ensuite la courbe avec les points pour lui donner sa forme finale.

Dans cet exemple, les courbes 2D peuvent toutes être dessinées assez précisément avec des courbes de degré 3 en utilisant 5 ou tout au plus 6 points de contrôle.

N'oubliez pas de faire attention au placement des points en deuxième position sur les courbes afin de garder la tangence sur le bout effilé de l'objet.

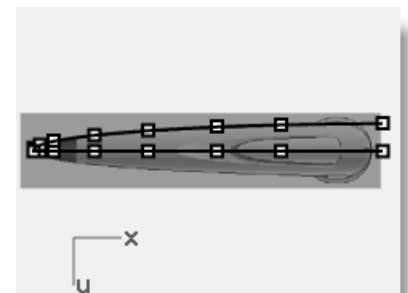
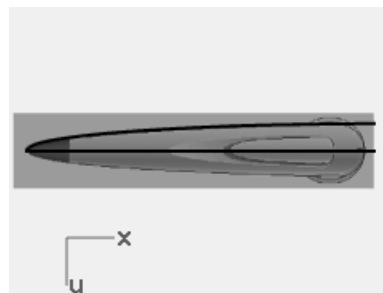
- 1** Dans la fenêtre **Face**, calquez les courbes pour définir la forme du boîtier.

Les courbes de la vue de face décrivant les bords du dessus et du dessous du combiné devront être prolongées au-delà de la forme de l'image en arrière-plan.



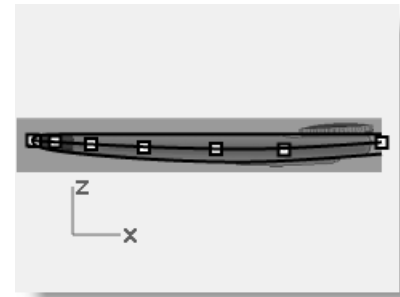
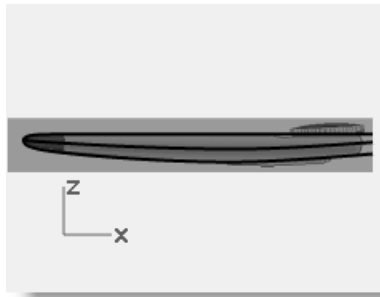
- 2** Dans la fenêtre **Dessous**, calquez une courbe pour définir la forme du boîtier.

Étant donné que la vue de dessous est symétrique, vous pouvez dessiner une seule courbe. Prolongez la courbe au-delà de l'image en arrière-plan sur la même distance environ que les courbes de la vue de face.



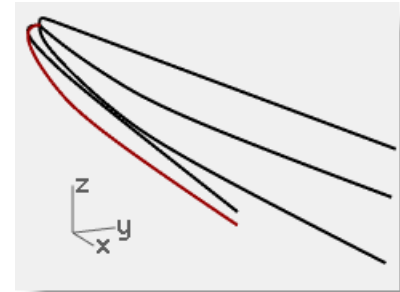
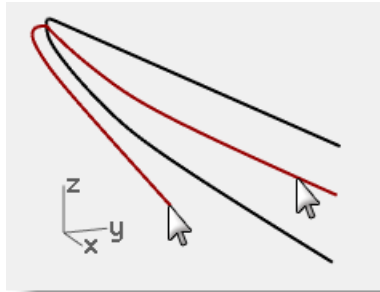
- 3** Dessinez maintenant dans la fenêtre **Face** la courbe définissant la ligne de séparation entre la moitié supérieure et la moitié inférieure du boîtier.

Cette courbe est la vue de face des bords de la vue de dessus. Elle devrait dépasser vers la droite d'autant que les autres bords.



- 4** **Limitez** les courbes de forme de la vue de dessous et de face avec un plan de coupe ou utilisez la commande **DéfinirPt** pour définir les points sur le même plan.

- 5** Dans la fenêtre **Perspective**, sélectionnez la ligne de séparation et la courbe de contour que vous avez créée dans la fenêtre Dessous.



- 6** Utilisez la commande **Courbe2Vues** (*Menu Courbe : À partir de deux vues*) pour créer une courbe à partir des courbes sélectionnées.

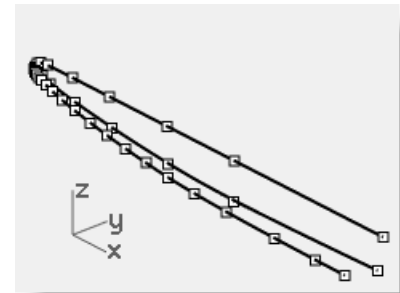
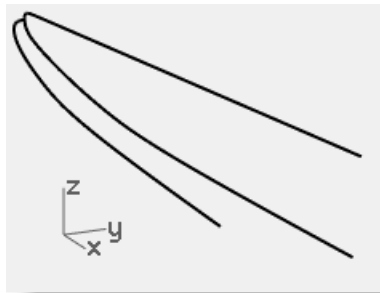
Une courbe en 3 dimensions est créée.

- 7** **Cachez** ou **verrouillez** les courbes originales.

Vous avez maintenant trois courbes.

- 8** Activez les points de contrôle sur ces courbes.

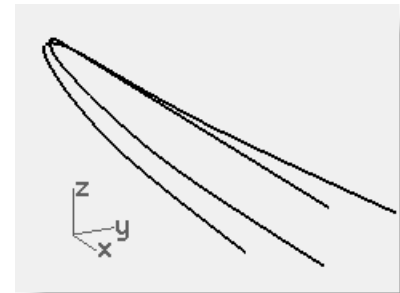
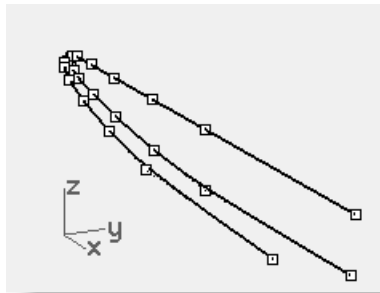
Remarquez le nombre de points de contrôle et l'espacement. Ces courbes sont un exemple de courbes devant être profilées avant de pouvoir être utilisées pour créer une bonne surface.



- 9** Profilez les courbes en utilisant la même technique que dans l'exercice précédent.

- 10** Faites une symétrie de la courbe 3D sur l'autre côté.

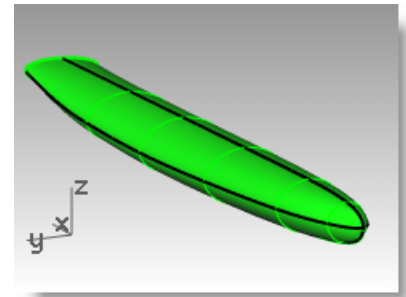
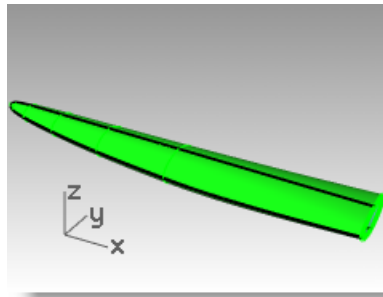
Les macros ! Symétrie 0 1,0,0 et ! Symétrie 0 0,1,0 sont très utiles pour faire cette symétrie rapidement si elles ont un alias et si la géométrie est symétrique par rapport à l'axe des x ou des y.



- 11** Créez une **surface par sections** à partir des courbes profilées en cochant l'option **Surface par sections fermée**.

Remarquez la qualité de la surface et le petit nombre de courbes isoparamétriques.

Une surface par sections fermée présentera une jointure.

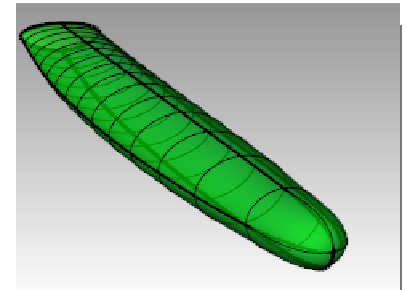
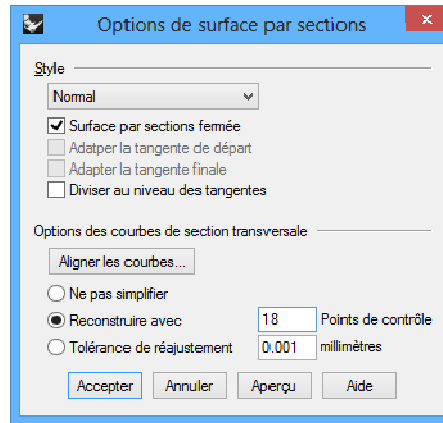


Pour construire le boîtier (technique alternative 1)

- 1** Annulez jusqu'à l'étape 7 de la partie précédente de l'exercice.
- 2** Faites une **symétrie** de la courbe 3D sur l'autre côté.
- 3** Créez une **surface par sections** avec les courbes en utilisant l'option **Reconstruire** sur **18** points.

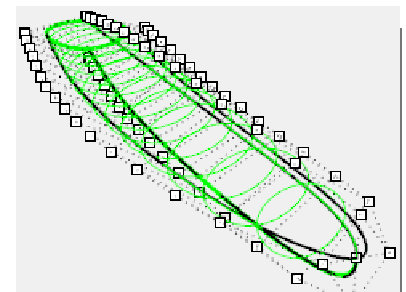
Les courbes isoparamétriques sont toutes rectifiées et tout semble parfait, mais si vous regardez la pointe, elle tombe en dehors des courbes de départ.

L'option **Reconstruire** ne rééchantillonne pas plus dans les zones de courbure importante mais divise simplement les courbes régulièrement.



Pour profiler la surface

- 1** Cachez les **images en arrière-plan** et définissez un affichage filaire dans la fenêtre.
- 2** Activez les points de la surface.



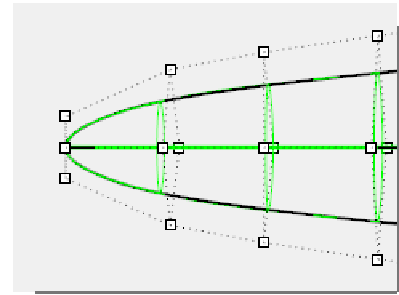
- 3** Dans la vue de dessus ou de dessous, déplacez les points sur un côté de la surface dans la direction Y pour que la surface s'adapte.

Quelques déplacements devraient suffire.

Comment obtenir maintenant l'autre côté exactement pareil ?

- 4 Annulez** tous les déplacements et au lieu de déplacer les points, sélectionnez les paires opposées de points et appliquez la commande **Échelle1D** sur Y pour les déplacer symétriquement.

La base de l'échelle devrait être un point médian, utilisez Ortho pour que l'axe de l'échelle reste exactement sur Y.



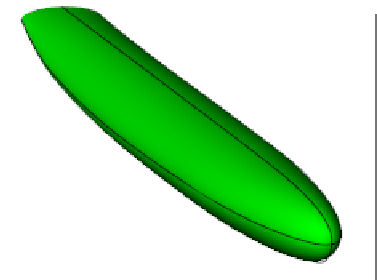
- 5** Affichez la **Barre d'outils Organique** et utilisez les contrôles de déplacement par intervalles **Étirer sur Y** et **Comprimer sur Y** pour effectuer la même opération sur de petits incréments.

Ces boutons sont des macros de la commande Échelle1D utilisant l'origine du modèle comme origine de l'échelle.



- 6** Utilisez des techniques similaires pour ajuster les points dans la vue en élévation. Puisque les points de cette vue ne sont pas symétriques sur l'axe des z, ne faites qu'un côté à la fois, en réalisant un déplacement au lieu de changer l'échelle des points.

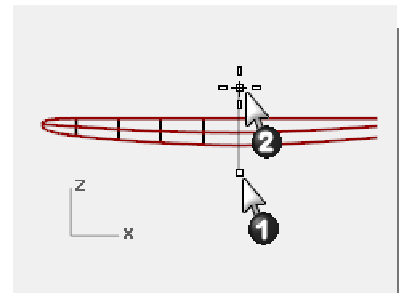
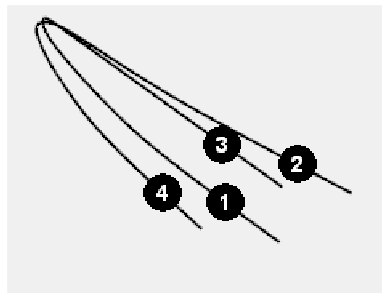
Les touches de déplacement par intervalles ou le bouton Déplacer sur Z de la barre d'outils Organique fonctionnent aussi.



Pour construire le boîtier en utilisant la commande CourbeSecTransv (technique alternative 2)

La commande **CourbeSecTransv** crée des courbes de section transversale sur des courbes de profil.

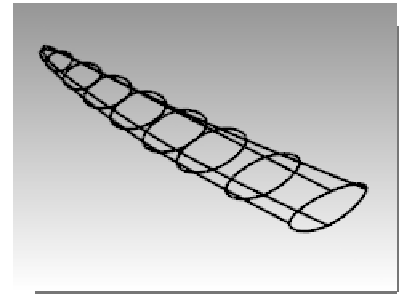
- 1 Annulez** jusqu'à revenir aux quatre courbes de départ.
- 2** Lancez la commande **CourbeSecTransv** (*Menu Courbe > Profils de section transversale*).
- 3** Sélectionnez les courbes dans l'ordre comme si vous vouliez créer une surface par sections, l'option **Fermé** doit être définie sur **Oui**, puis appuyez sur **Entrée** une fois terminé.
- 4** Pour définir le **Point de départ de la ligne de section transversale**, dans la fenêtre **Face**, cliquez sur un des côté des 4 courbes.



- 5** Pour définir la **Fin de la ligne de section transversale**, utilisez le mode **Ortho** et cliquez de l'autre côté des 4 courbes.

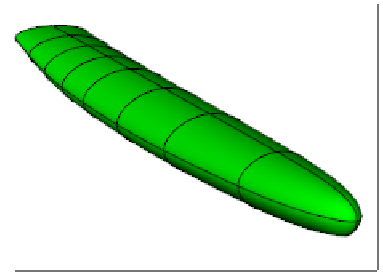
- 6 Continuez ainsi jusqu'à avoir 6 à 10 courbes de section, espacées régulièrement le long des quatre courbes.

Assurez-vous qu'une des sections passe sur les extrémités, du côté ouvert de l'ensemble des courbes.



- 7 Sélectionnez les courbes de section et les courbes originales longues avec une fenêtre.

- 8 Utilisez la commande **SurfaceRéseau** (Menu Surface > Réseau de courbes) pour créer la surface.



9 Approche de la modélisation

Une des questions survenant lors de la modélisation est « Par où vais-je commencer ? ». Dans cette section nous parlerons des différentes approches du processus de modélisation.

Deux choses doivent être prises en compte avant de commencer à modéliser : si les reflets, l'écoulement des fluides, la circulation de l'air ou l'habileté à éditer en utilisant les points de contrôle sont importants pour le modèle, vous commencerez vos modèles avec une géométrie constituée de courbes cubiques (degré 3) ou quintiques (degré 5). Si ces points ne sont pas importants, vous pouvez utiliser une combinaison de courbes linéaires (degré 1), quadratiques (degré 2), cubiques ou quintiques.

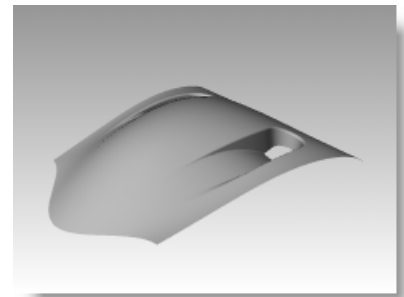
Commencez avec des formes simples, les détails seront ajoutés par la suite. Créez tout d'abord des calques pour les différentes parties. Ceci vous aidera à différencier les parties et à les faire coïncider au fur et à mesure.

Nous verrons différents produits pour essayer de déterminer les types de surfaces les plus importants et les approches pour modéliser le produit.

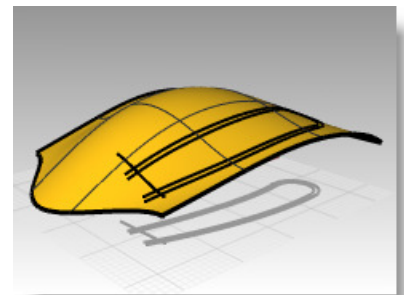
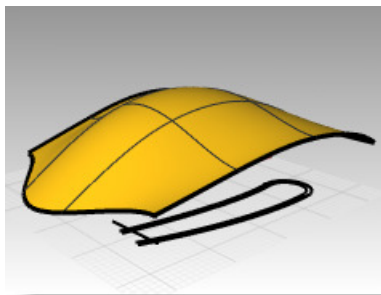
Exercice 24—Découpe

Cet exercice vous montre comment créer une découpe se raccordant sans cassure ni jointure avec une surface courbée existante. La relation entre la nouvelle surface et la surface existante est arbitraire et la stratégie générale peut donc être utilisée dans d'autres cas.

Pour cet exercice, nous avons créé des modèles supplémentaires pour chaque étape. Les modèles serviront de référence, ils contiennent des notes pour expliquer la procédure à suivre à chaque étape de l'exercice. Chaque étape possèdera une note pour indiquer le modèle à ouvrir si nécessaire.



- 1 **Ouvrez** le fichier **Prise d'air.3dm**.
- 2 Choisissez **Courbes de découpe** comme calque actuel, activez le calque **Surface de départ** et désactivez le calque **Prise d'air terminée**.
- 3 Sélectionnez les courbes dans la fenêtre **Dessus**.
- 4 Lancez la commande **Projeter** (*Menu Courbe : Courbe à partir d'objets > Projeter*).



- 5 Sélectionnez la surface et appuyez sur **Entrée**.

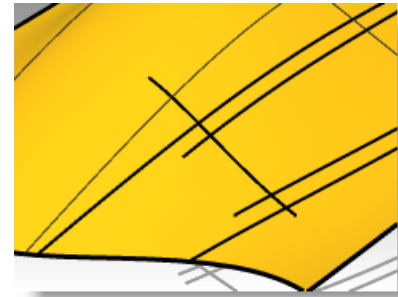
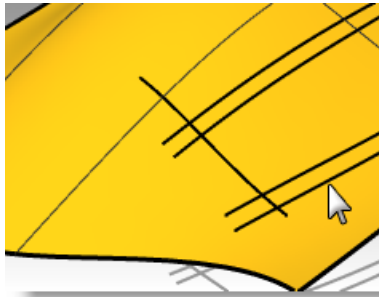
Les courbes seront projetées sur la surface.

- 6 Lancez la commande **ProlongerCourbeSurSurface** (Menu *Courbe : Prolonger une courbe > Courbe sur surface*).

- 7 Pour définir la **courbe à prolonger**, sélectionnez la courbe extérieure sur la surface.

- 8 Sélectionnez la surface.

Les extrémités de la courbe sont prolongées jusqu'au bord de la surface.

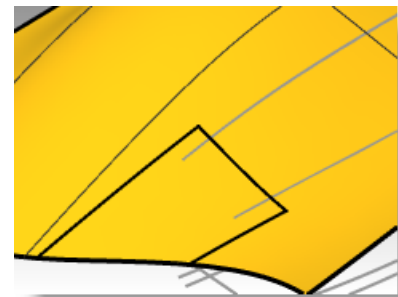
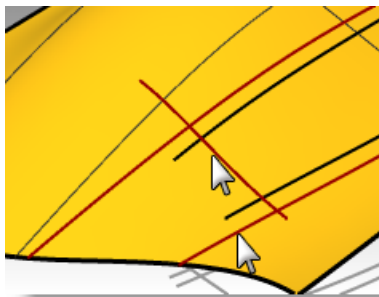


- 9 Utilisez la commande **Limiter** (Menu *Édition : Limiter*) pour limiter les courbes entre elles.

- 10 **Joignez** les trois petites courbes en une seule.

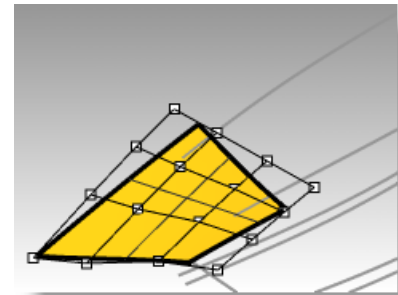
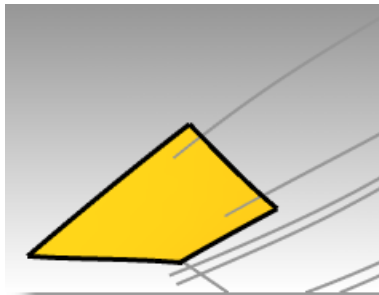
- 11 **Copiez SurPlace** la surface et cachez la copie.

- 12 Utilisez la courbe jointe pour limiter la partie de la surface se trouvant en dehors de la courbe.



Vous obtenez une petite surface trapézoïdale. Cette surface est une référence qui sera utilisée pour adapter une nouvelle surface.

- 13 Utilisez la commande **RétrécirSurfaceLimitée** (Menu *Surface : Outils de modification de surfaces > Rétrécir une surface limitée*) pour voir plus facilement cette surface puisque les courbes isoparamétriques seront limitées à la taille de la nouvelle surface.



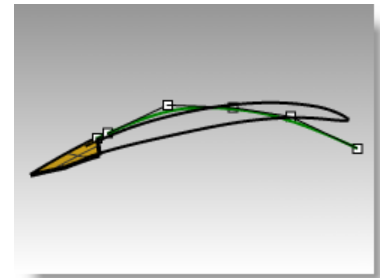
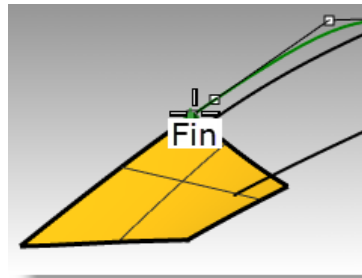
Pour créer les courbes du fond de la prise d'air (Ouvrez **Prise d'air 001.3dm** si nécessaire)

Nous allons maintenant créer une surface pour la partie inférieure de la découpe. La découpe est arrondie sur une de ses extrémités mais nous construirons une surface rectangulaire et la découperons pour créer l'arrondi. Cette approche permet d'avoir une surface plus légère et plus facile à contrôler que si nous essayions de faire coïncider les bords directement lors de la construction.

Dans cette partie, nous créerons une courbe avec le moins de points possible pour représenter la forme de la partie qui sera le fond de la prise d'air. Lors de la création de la courbe essayez de la regarder dans les différentes vues. Utilisez une courbe de degré 5 avec six points pour obtenir une courbe très lisse. Vérifiez la courbe avec le diagramme de courbure pour qu'elle soit bien profilée.

- 1** Utilisez la commande **Courbe** pour dessiner une courbe à partir de ses points de contrôle dans la vue de Face. Dans la **barre d'état**, activez le mode **Planéité**. La courbe restera ainsi sur un seul plan pour le moment.

Pour le premier point, accrochez-vous sur le sommet de la petite surface de référence dans une des vues. Passez ensuite dans la vue de Face pour continuer à dessiner.

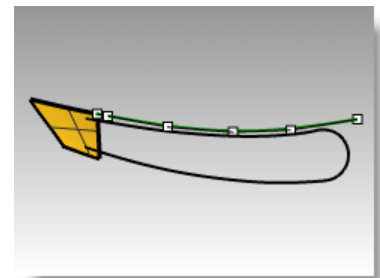
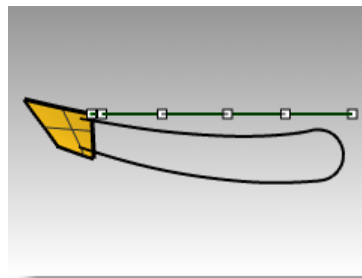


Dessinez la courbe plus ou moins tangente au bord de la surface de référence et finissez-la plus bas, en définissant la forme du fond de la prise d'air.

- 2** Ajustez la courbe avec les points de contrôle pour obtenir la bonne forme dans la vue de Dessus.

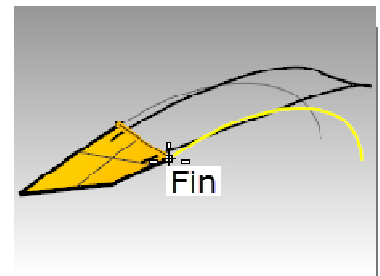
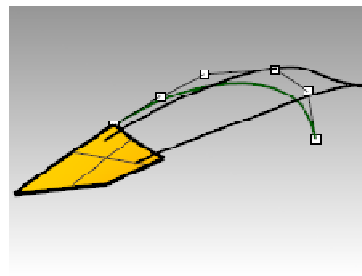
Attention à ne déplacer les points que dans la direction Y (le mode Ortho sera utile ici) pour que la forme dans la vue de Face ne soit pas modifiée.

Faites coïncider autant que possible la courbe avec la plus à l'extérieur des courbes originales et prolongez-la un peu au-delà de l'extrémité arrondie.



- 3** Utilisez la commande **Adapter** (*Menu Courbe : Outils de modification de courbes > Adapter*) pour adapter la courbe avec le bord de la surface de référence en utilisant une continuité de **courbure**.

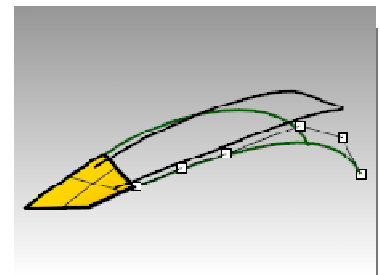
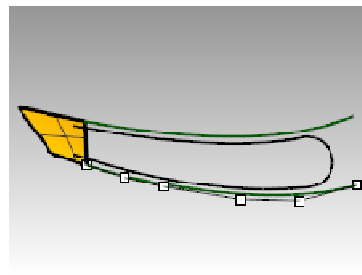
Modifiez la courbe un peu plus si nécessaire mais n'oubliez pas d'utiliser à nouveau la commande Adapter si vous avez déplacé un des trois premiers points de la courbe.



- 4 Copiez** la courbe sur l'autre bord.

- 5** Ajustez les courbes en déplaçant les points de contrôle jusqu'à ce qu'elles aient la forme voulue et **adaptez** ensuite la courbe avec le bord de la surface de référence.

Si l'adaptation déforme trop la courbe, ajoutez un nœud et réessayez. La commande **RenflementFinal** et la modification des points seront peut-être nécessaires.



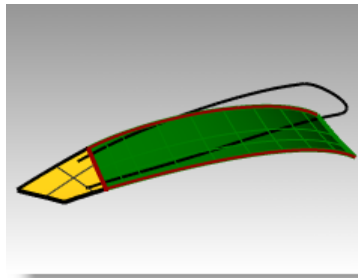
Pour créer la surface du fond de la prise d'air (Ouvrez Prise d'air 002.3dm si nécessaire)

Vous disposez de plusieurs techniques pour créer la surface.

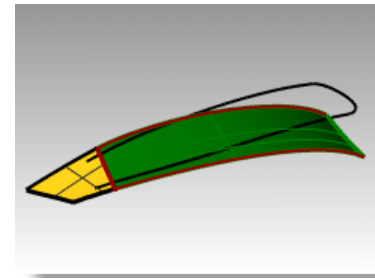
Un **balayage sur 2 rails** serait un des choix les plus évidents, en utilisant les nouvelles courbes en tant que rails et le bord de la surface de référence en tant que section transversale. L'avantage de cette technique est que d'autres sections transversales peuvent être utilisées pour définir la forme du fond si nécessaire.

Puisque les rails ont une continuité G2 avec la surface de référence (adaptation précédente), la continuité entre la surface créée et la surface de référence sera très proche de G2.

La commande **AdapterSurf** peut réparer toute discontinuité si nécessaire. Cette option est une bonne idée et vous pouvez l'essayer maintenant.



Balayage sur 2 rails en utilisant les nouvelles courbes comme rails et le bord de la surface comme section transversale.

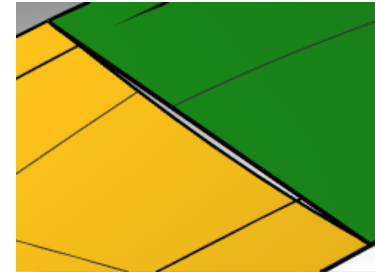
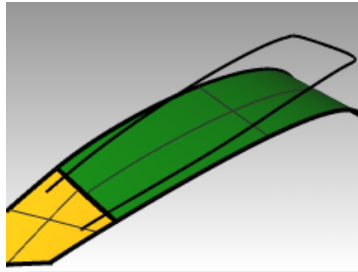


Balayage sur 2 rails en utilisant les nouvelles courbes comme rails et le bord de la surface comme section transversale avec l'option balayage simple cochée.

Une autre approche serait de créer une surface par sections entre les deux courbes. La surface devra être ajustée pour s'adapter à la surface de référence et cette méthode permettra d'étudier certaines options de la commande **AdapterSurf**. Nous allons donc l'expliquer plus en détails ici.

- 1 Utilisez la commande **SurfaceParSections** (Menu *Surface : Surface par sections*) pour créer la surface entre les deux courbes.

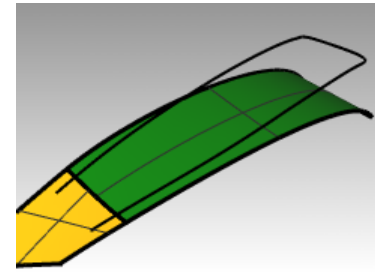
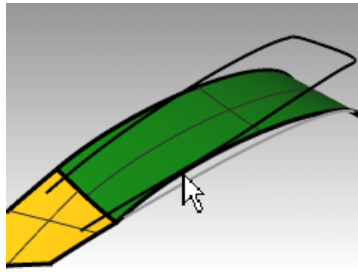
La surface par sections étant plate, il y aura un petit vide au niveau du bord de la surface de référence.



- 2 Utilisez la commande **AdapterSurf** (Menu *Surface : Outils de modification de surfaces > Adapter*) pour adapter la surface par sections au bord de la surface de référence.

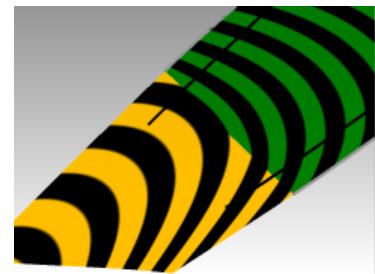
Utilisez le bouton **Aperçu** pour voir le résultat de l'adaptation.

Vous remarquerez peut-être que la surface adaptée tourne assez brusquement pour être perpendiculaire au bord cible.



Si c'est le cas, utilisez **Conserver la direction isoparamétrique** au lieu de **Automatique** pour l'option **Direction isoparamétrique** et essayez à nouveau l'**aperçu**. La surface devrait maintenant être adaptée avec une déformation bien moins importante.

- 3 Utilisez la commande **Rayures** (Menu *Analyse : Surface > Rayures*) pour vérifier la continuité des deux surfaces.



Pour créer les côtés de la découpe (Ouvrez Prise d'air 003.3dm si nécessaire)

Pour créer les côtés de la découpe, nous extruderons la ligne extérieure projetée avec un angle de dépouille de 10 degrés et nous la limiterons avec la surface par sections.

- 1 Sélectionnez la courbe projetée extérieure.
- 2 Utilisez la commande **ExtruderCourbeDépouille** (*Menu Surface : Extruder une courbe > Dépouille*) pour extruder la courbe projetée extérieure. Pour l'option **AngleDépouille**, choisissez **10**. Tirez la surface jusqu'à ce qu'elle coupe entièrement la surface inférieure, mais sans plus, et cliquez.

Si vous extrudez la surface trop loin, il se peut que vous obteniez une polysurface au lieu d'une surface simple.

Si c'est le cas, essayez d'extruder à nouveau mais n'allez pas aussi loin.

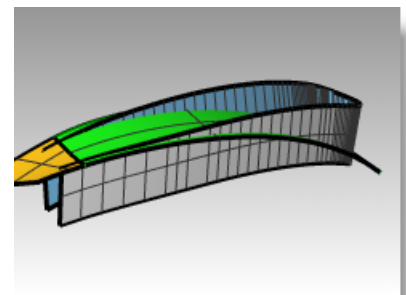
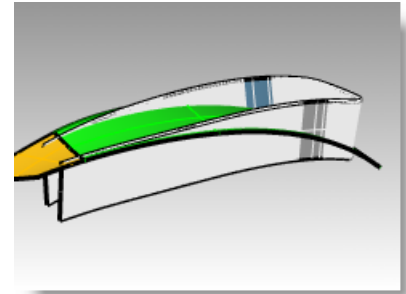
Si vous ne pouvez pas assez l'attirer afin qu'elle pénètre dans le sol sans créer de polysurface, extrudez-la sur une petite distance.

- 3 Utilisez la commande **ProlongerSurf** (*Menu Surface : Prolonger une surface*) pour la prolonger à travers la surface du fond.

La surface extrudée est une surface très dense.

- 4 Utilisez la commande **AjusterSurf** (*Menu Surface : Outils de modification de surfaces > Réajuster selon la tolérance*) pour simplifier la surface.

Vous devriez obtenir un bon résultat avec **Tolérance d'ajustement=0.001**, **EffacerOriginal=Oui**, **Relimiter=Oui**, **DegréU=3** et **DegréV=3**.

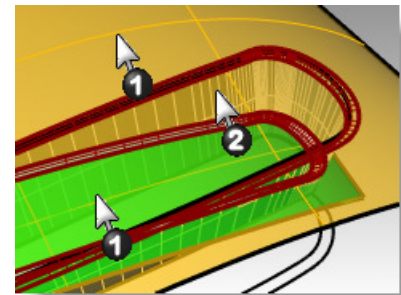


Pour créer les congés

Vous pouvez maintenant créer les congés sur les surfaces.

- 1 **Montrez** la surface principale et **cachez** la surface de référence.
- 2 Utilisez la commande **CongéSurf** (*Menu Surface : Congé entre surfaces*) avec les options **Rayon=5**, **Prolonger=Non** et **Limiter=Non** pour créer les congés entre la surface inférieure et les côtés.
- 3 Pour la première surface du congé, cliquez sur la surface inférieure.
- 4 Cliquez sur la surface latérale près du même point.
- 5 Répétez cette opération pour la surface latérale et la surface originale.

Les deux congés se croisent. Nous les limiterons au niveau de leur point d'intersection.



L'endroit où vous cliquez est important.

Limiter les surfaces du congé (Ouvrez le fichier Prise d'air 004.3dm si nécessaire)

Les deux surfaces de congé sont tangentes au bord effilé de la prise d'air et elles sont tangentes entre elles, là où les congés se croisent.

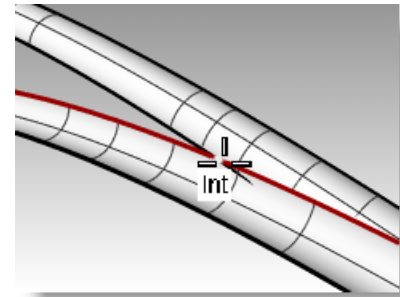
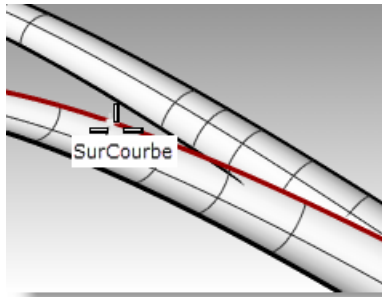
Si nous limitons les extrémités des congés avec un plan, les bords limités seront alors tangents entre eux. La limite de ces surfaces sera utile lors de la création des surfaces finales qui raccordent les congés entre la prise d'air et les surfaces principales.

Pour créer le plan, dessinez tout d'abord des cercles avec l'option **AutourCourbe** autour d'un bord des surfaces de congé et construisez ensuite des surfaces planes à partir des cercles.

1 Sélectionnez les congés et utilisez le bouton **InverserSél Cacher** dans la barre d'outils Visibilité pour les isoler.

2 Lancez la commande **Cercle** et utilisez l'option **AutourCourbe**. Activez uniquement l'accrochage aux objets **Int**.

L'option **AutourCourbe** force la commande Cercle à chercher des courbes, y compris parmi les bords, pour dessiner le cercle autour.

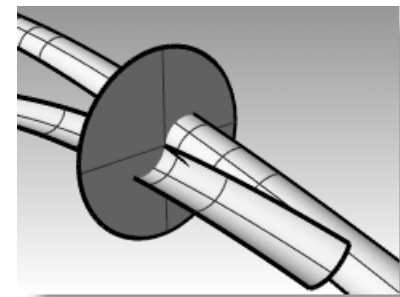
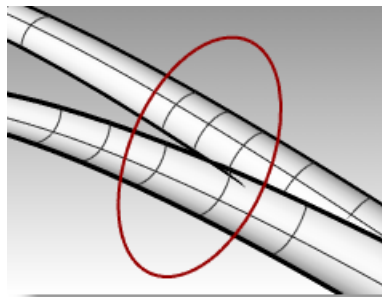


3 Cliquez sur le bord supérieur de la surface inférieure et accrochez-vous sur le point d'intersection.

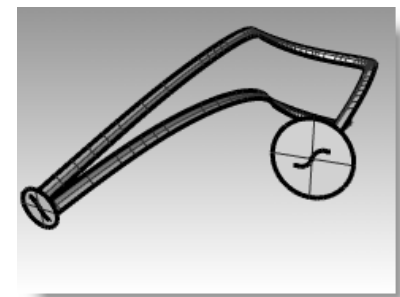
4 Dessinez le cercle plus grand que la largeur des surfaces de congés.

5 Utilisez la commande **SurfacePlane** (*Menu Surface : Courbes planes*) pour créer une surface circulaire au point d'intersection.

6 Répétez ces étapes pour les autres intersections.



7 Limitez les congés au niveau des surfaces.



Limiter les bords de la prise d'air

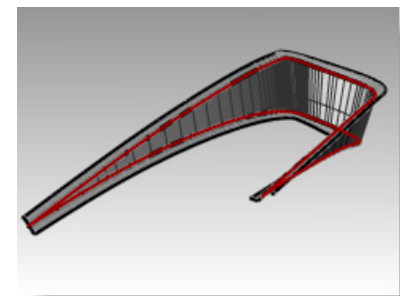
Vous pouvez utiliser les congés limités pour limiter la surface latérale de la prise d'air.

1 Utilisez **MontrerObjetsSélectionnés** pour montrer la surface latérale effilée.

2 Utilisez les surfaces des congés comme objets de limite pour limiter la partie inutile de la surface latérale.

Il est souvent plus rapide de limiter avec des courbes que d'utiliser des surfaces, surtout si les surfaces sont tangentes avec l'objet à limiter, comme c'est le cas des congés.

Dupliquez les deux bords qui sont en contact avec la surface latérale pour les utiliser en tant qu'objets de limite si vous avez des problèmes.

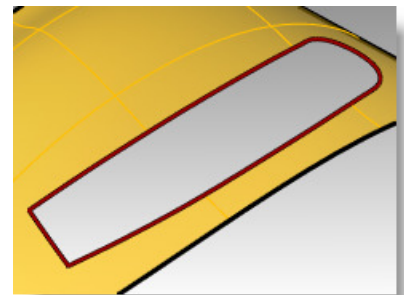
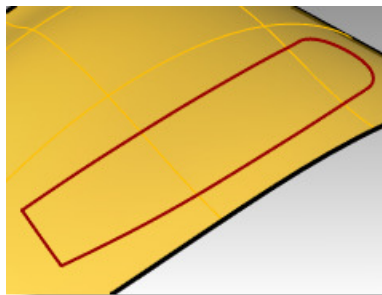
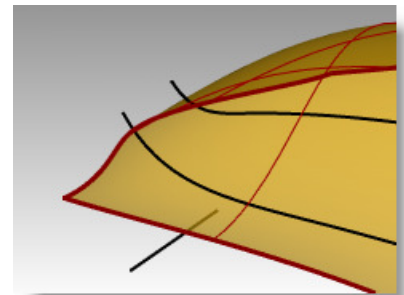
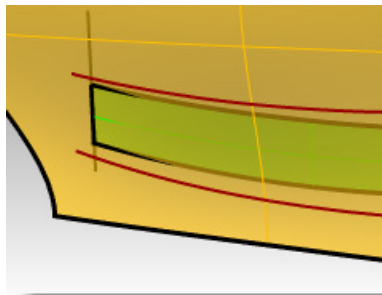
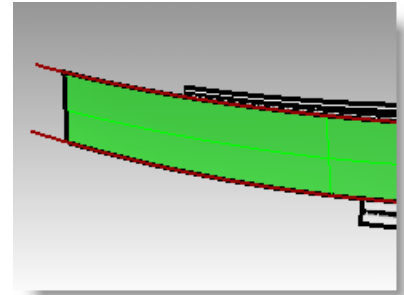
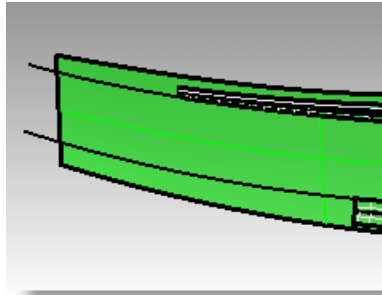


Limiter les surfaces principale et du fond (Ouvrez le fichier Prise d'air 005.3dm si nécessaire)

L'étape suivante consiste à prolonger les bords des congés pour que la surface principale et la surface du fond puissent être limitées. Le bord intérieur, ou inférieur, du congé inférieur sera prolongé au-delà de la fin de la surface du fond et le bord extérieur, ou supérieur, du congé supérieur sera prolongé au-delà de la fin de l'ouverture de la prise d'air. Les courbes prolongées seront projetées sur les surfaces respectives et utilisées pour les limiter.

- 1 Dans la vue de **Dessus**, utilisez la commande **Prolonger** avec l'option **Type=Lisse** pour prolonger les deux extrémités inférieures du bord de congé inférieur au-delà de l'avant de la surface du fond.
- 2 Utilisez ces courbes, toujours dans la vue de **Dessus** pour **Limiter** les bords extérieurs de la surface du fond.
- 3 Utilisez la commande **Prolonger** pour prolonger les bords extérieurs du congé supérieur au-delà de la fin de la surface du fond.

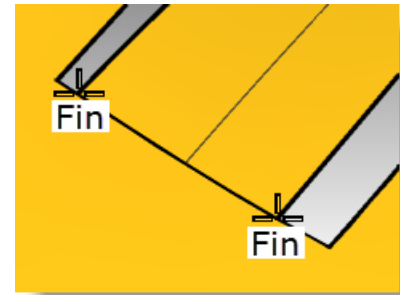
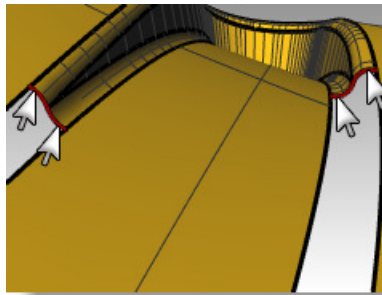
Remarquez comment, dans la vue en Perspective, ces courbes prolongées sont en dehors de l'espace au niveau de leurs extrémités extérieures.
- 4 Utilisez la commande **MontrerObjetsSélectionnés** avec la surface principale si elle est cachée.
- 5 **Projetez** les courbes sur la surface principale à partir de la vue de **Dessus**.
- 6 Utilisez **MontrerObjetsSélectionnés** ou activez le calque pour les courbes originales et **Projetez** le segment de ligne sur la surface principale.
- 7 **Limitez** les courbes projetées les unes avec les autres pour qu'elles forment une boucle fermée.
- 8 Utilisez les courbes fermées pour **Limiter** un trou dans la surface principale.



Définir les courbes pour créer les surfaces (Ouvrez Prise d'air 006.3dm si nécessaire).

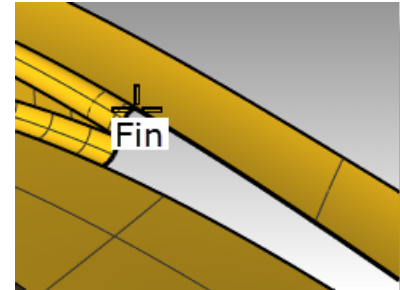
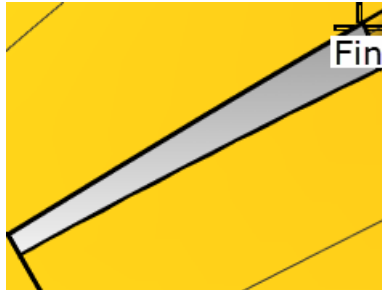
Nous sommes maintenant presque prêts à créer les surfaces. Comme vous pouvez le voir, les surfaces présentent des vides rectangulaires, nous devons ajuster les courbes et les bords autour des vides pour créer un balayage sur 2 rails ou une surface de réseau. Étant donné qu'une des extrémités de chaque rectangle ouvert est délimitée par les deux bords de congé tangents, nous devons créer une courbe à cet endroit pour l'utiliser comme base. Nous dupliquerons les quatre bords et les joindrons en deux courbes en forme de S. L'autre extrémité de chaque rectangle est délimitée par une portion du bout du trou dans la surface principale. Nous diviserons ce bord en plusieurs segments correspondant exactement aux extrémités des ouvertures rectangulaires.

- 1 Utilisez **DupBord** pour créer des courbes au niveau des bords limités des congés.
- 2 **Joignez** ces quatre bords en deux courbes.
- 3 Utilisez la commande *DiviserBord* (Menu Analyse : Outils pour les bords > Diviser un bord) et l'accrochage aux objets **Fin** pour diviser le bord droit sur le trou limité dans la surface principale avec les points finaux du bord de la surface du fond.

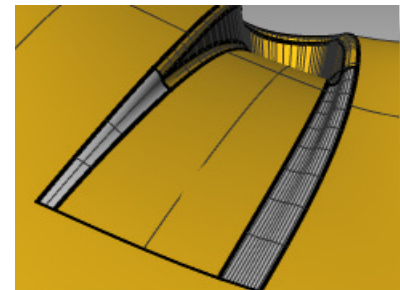


- 4 Utilisez la commande **DiviserBord** pour diviser les bords les plus longs au niveau des extrémités des bords des congés.

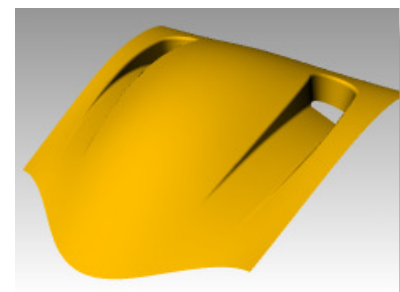
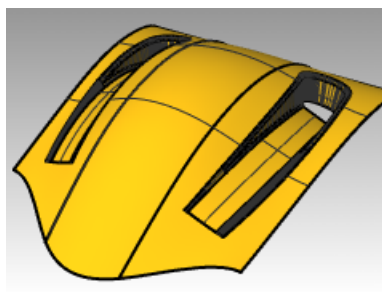
La commande **SurfaceRéseau** trouvera alors une solution plus rapidement.



- 5 Utilisez la commande **Balayage2** avec l'option **Tangence** ou la commande **SurfaceRéseau** pour créer les deux dernières surfaces. Les surfaces commencent avec les courbes en forme de s que vous avez dupliquées et se terminent par une ligne droite au niveau des bords divisés.



- 6 (Ouvrez **Prise d'air 006.3dm** si nécessaire) **Joignez** les surfaces de la découpe et découpez un trou à l'extrémité.
- 7 **Faites une symétrie** et limitez pour obtenir l'autre prise d'air.



Courbes de sections transversales supplémentaires

Ouvrez le fichier **Prise d'air 007.3dm** si nécessaire.

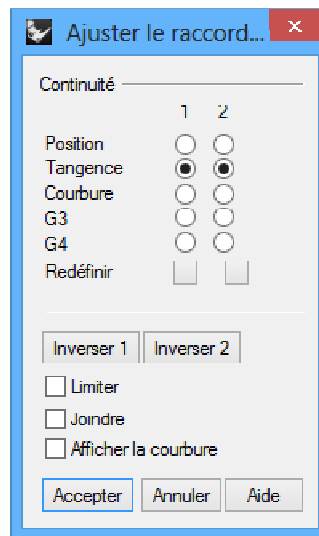
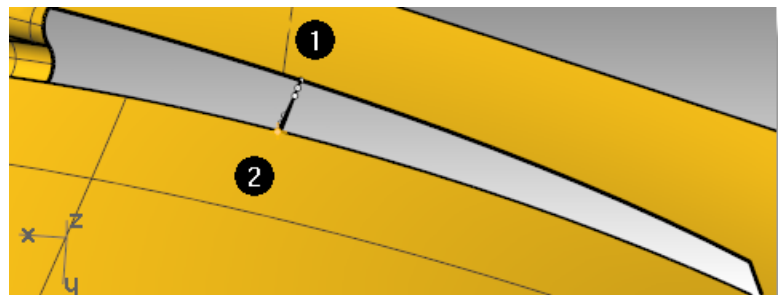
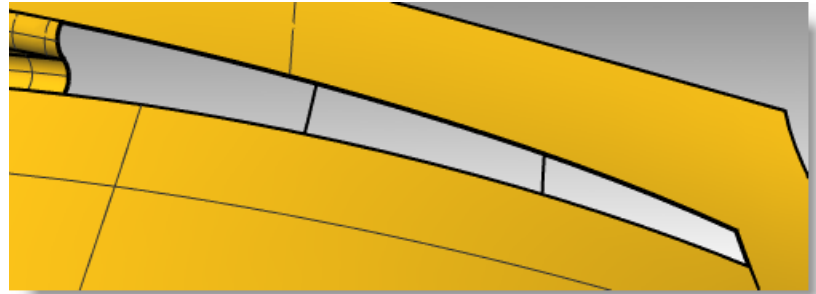
Utilisez les commandes **Balayage2** ou **SurfaceRéseau** pour fermer les trous. Le plus grand des deux trous peut être amélioré en ajoutant des courbes de section transversale. Pour ajouter des sections, utilisez la commande **Raccorder** et créez des courbes tangentes à environ un tiers et deux tiers le long des bords de l'ouverture. Utilisez ces courbes avec les autres pour la surface de réseau.

- 1 Lancez la commande **RaccorderCourbe** (Menu *Courbe : Raccorder des courbes > Raccordement ajustable de courbe*).
- 2 Dans la ligne de commandes, sélectionnez l'option **Bords** et choisissez **Continuité=Tangence**.
- 3 Pour **Sélectionner le bord de surface à raccorder**, cliquez à environ un tiers d'un des bords longs de l'ouverture rectangulaire.

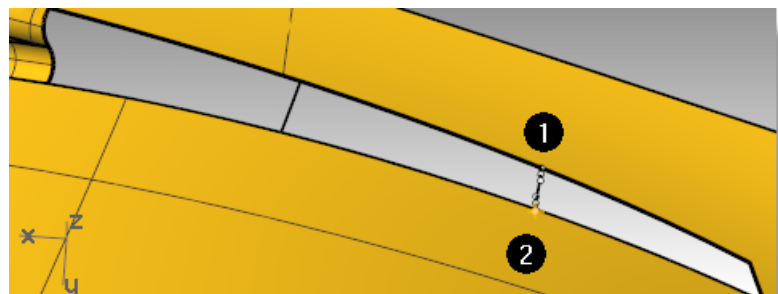
- 4 Pour **Sélectionner l'autre bord de surface à raccorder**, cliquez sur le bord opposé au premier.

La courbe de raccordement sera placée de l'autre côté de l'ouverture et une boîte de dialogue s'ouvrira.

- 5 Dans la boîte de dialogue **Ajuster le raccord de courbe**, choisissez une **Continuité de Tangence** sur les deux extrémités.

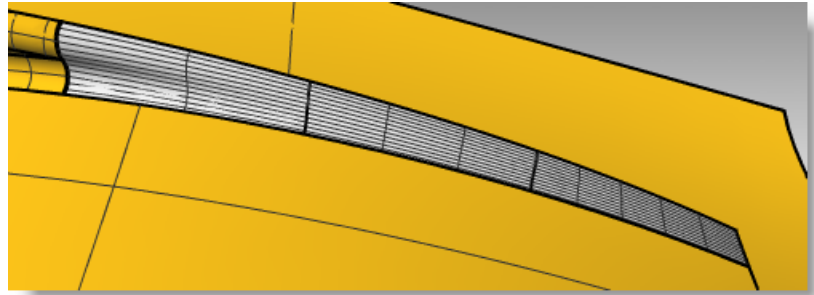


- 6 Créez une deuxième courbe de la même façon à environ deux tiers le long des mêmes bords.



- 7 Utilisez la commande **SurfaceRéseau** pour créer la surface.

Pensez à inclure les nouvelles courbes dans la sélection.



10 Appliquer des graphiques 2D

On vous demandera parfois d'utiliser un fichier de dessin en 2D pour l'inclure dans votre modèle de Rhino. Dans les deux exercices suivants nous déplacerons le graphique et nous le positionnerons sur le modèle.

Exercice 25—Importer un fichier d'Adobe Illustrator

Dans cet exercice nous créerons un plan de construction personnalisé, nous importerons un fichier Illustrator et nous placerons un logo sur des surfaces.

- 1 Ouvrez le fichier **Épurateur d'air.3dm**.
- 2 Dans les **options de Rhino**, section **Aides à la modélisation**, sous **Plans de construction** sélectionnez **Plans de construction standards**.

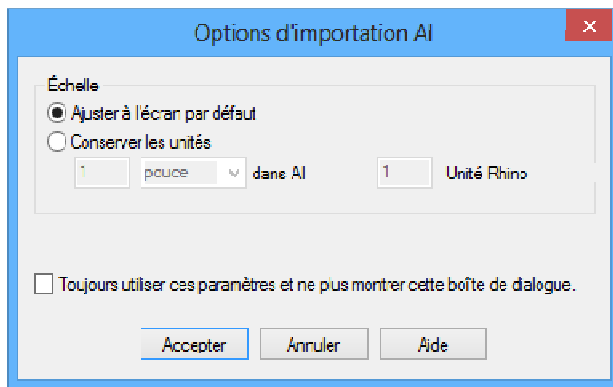
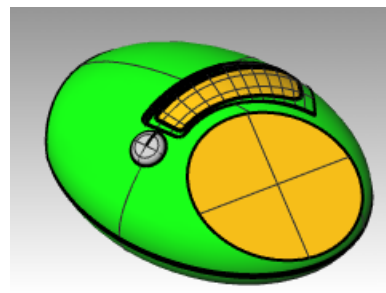
Les techniques suivantes ne fonctionneront pas si les plans de construction universels sont utilisés.

Pour importer un fichier

- 1 Lancez la commande **Importer** (*Menu Fichier : Importer*).
- 2 Choisissez comme **Type de fichiers Adobe Illustrator (*.ai)**, et sélectionnez **AirOne_Logo.ai** pour l'importer.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Options d'importation AI**, cliquez sur **Accepter**.

Les courbes du logo apparaissent à l'origine du plan de construction Dessus, sont sélectionnées et se trouvent sur le calque Défaut.

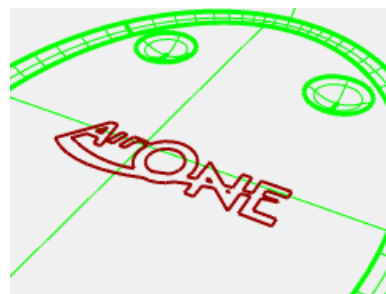
Conseil : Si les courbes ne sont pas planes, utilisez la commande **ProjeterSurPlanC** (*Menu Transformer > Projeter sur le plan de construction*).



- 4 Alors que la géométrie importée est toujours sélectionnée, utilisez la commande **Grouper** pour grouper les différentes courbes ensemble. Il sera alors beaucoup plus facile de sélectionner toutes les courbes en même temps dans les étapes de transformation suivantes.
- 5 Lancez la commande **Calque**.
- 6 Désactivez le calque **Logo** dans le panneau Calques.
- 7 Cliquez avec le bouton de droite sur le calque **Logo** et cliquez sur **Copier les objets sur un calque** pour créer une copie du logo sur le calque Logo.

Nous utiliserons cette copie plus tard pour une autre partie de l'exercice.

- 8 Désactivez tous les calques sauf **Défaut** et **Surface supérieure**.

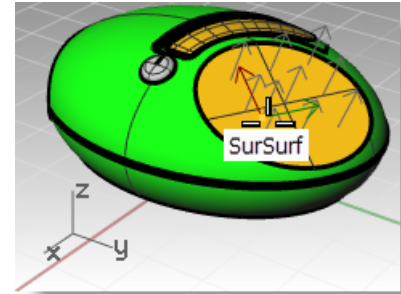
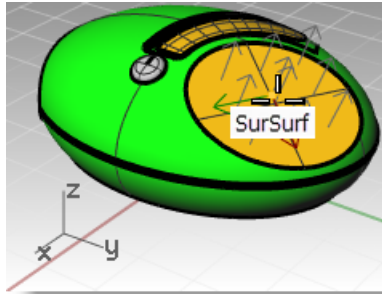


Pour créer le plan de construction personnalisé

Nous devons définir un plan de construction sur la surface plane. La commande **PlanC** nous permettra de le faire mais les directions X et Y du nouveau plan de construction seront calquées sur les directions U et V de la surface cible respectivement. La commande **Direction** nous dira comment sont dirigées les directions U et V de la surface et nous permettra de les changer si nécessaire.

- 1 Sélectionnez la surface en forme de disque plat, puis dans le menu **Analyse**, sélectionnez **Direction** (Menu Analyse : Direction).

La direction normale et les directions U et V de la surface sont alors affichées. Il est important de connaître les directions U et V de la surface.



Les flèches blanches montrent les normales de la surface. Un curseur avec deux flèches, rouge et verte, apparaît quand vous vous déplacez sur la surface sélectionnée.

La flèche rouge indique la direction U et la flèche verte la direction V.

- 2 Regardez les options permettant de changer les directions de la surface dans la ligne de commandes. Vous pouvez cliquer sur ces options pour changer les directions de la surface. Le curseur et les normales de la surface seront actualisés en conséquence.

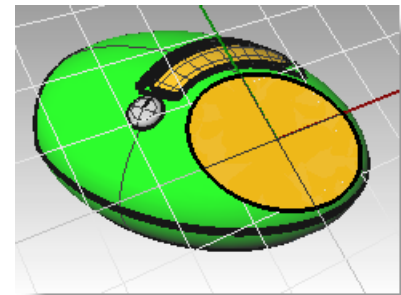
Quand tous les changements sont faits, appuyez sur **Entrée** pour accepter.

Le but est d'obtenir des flèches U et V comme sur la deuxième image.

De cette façon, le nouveau plan de construction sera appliqué sur la surface en conséquence et la géométrie peut être appliquée sur le plan de construction comme prévu.

- 3 Dans la fenêtre **Perspective**, utilisez la commande **PlanC** avec l'option **Objet** (Menu Vue : Définir PlanC > À partir d'un objet) ou (Cliquer avec le bouton de droite sur le titre de la fenêtre : Définir le plan de construction > À partir d'un objet) pour définir le plan de construction sur la surface.

Les axes X et Y sont parallèles aux directions U et V de la surface que vous avez définies dans l'étape précédente.



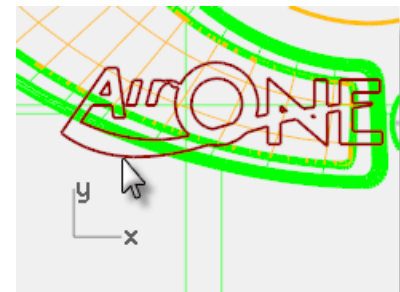
- 4 Vous pouvez enregistrer le nouveau plan de construction avec la commande **PlanC Nommé** (Menu contextuel du titre de la fenêtre : Définir le PlanC > PlanC nommés) afin de pouvoir le retrouver facilement par la suite.

Pour déplacer les courbes du logo sur le nouveau plan de construction

La commande que nous utiliserons pour déplacer le logo sur la surface en forme de disque tient compte de la position de l'objet par rapport à un plan de construction.

- 1 Sélectionnez les courbes dans la fenêtre **Dessus**. Vérifiez que la fenêtre **Dessus** est active, puis lancez la commande **DéplacerSurPlanC** (Menu Transformer : Orienter > Déplacer sur un PlanC).

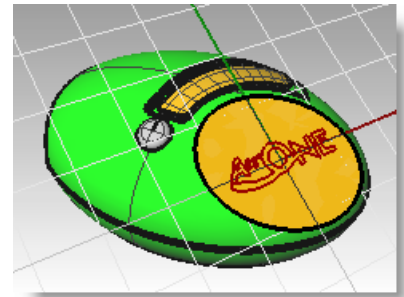
Cette commande dépend du plan de construction actif à chaque étape, il est donc important de cliquer dans les bonnes fenêtres.



- 2 Cliquez dans la fenêtre **Perspective** contenant le **plan de construction** personnalisé.

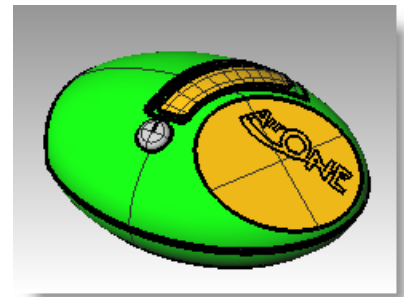
Vous pouvez utiliser aussi l'option **Copier=Oui** dans cette commande pour qu'une copie soit déplacée au lieu de l'original.

Le logo est placé dans la même position relative sur le plan de construction personnalisé comme il l'était dans la fenêtre active.

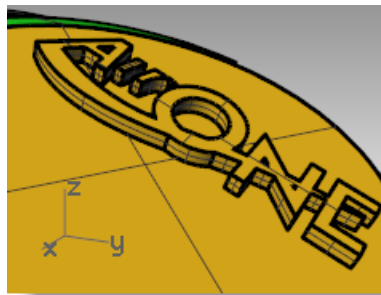


- 3 **Faites tourner, déplacez** ou changez l'**échelle** du logo.

Pour voir précisément la surface et les courbes vous pouvez utiliser la commande **VueEnPlan** dans la fenêtre Perspective. La vue est alors en projection parallèle et regarde directement le plan.



- 4 Utilisez la commande **ExtruderCourbe** (*Menu Solide : Extruder une courbe plane > Droit*) avec l'option **DeuxCôtés** pour que le texte soit en 3 dimensions. La distance d'extrusion devrait être de **1 mm**.



- 5 Utilisez la commande **DifférenceBooléenne** (*Menu Solide : Différence*) pour transformer le texte en surface.

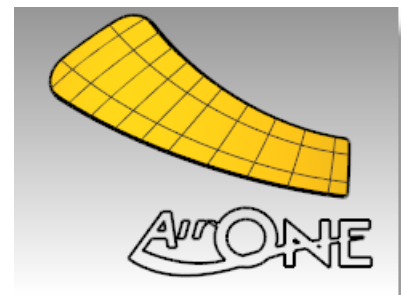


Exercice 26—Faire glisser le logo sur une surface de forme libre avec l'historique

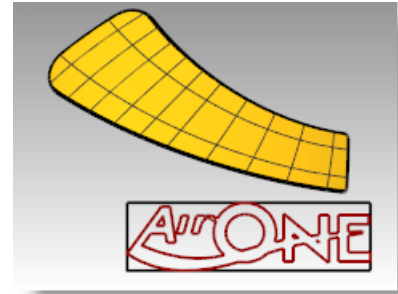
Dans cette partie de l'exercice, nous utiliserons la copie du logo qui se trouve sur le calque Logo et nous la placerons sur la surface de découpe. Cette surface n'est pas plate, nous utiliserons donc un outil de transformation différent (**Glisser le long d'une surface**) pour déplacer le logo et le courber le long de la surface. La fonction **Glisser le long d'une surface** transforme des objets à partir d'une surface source vers une surface cible. Elle utilise les directions UV des surfaces pour définir la position. Il est important que les surfaces source et cible aient la même direction UV relative.

Pour créer la surface de base

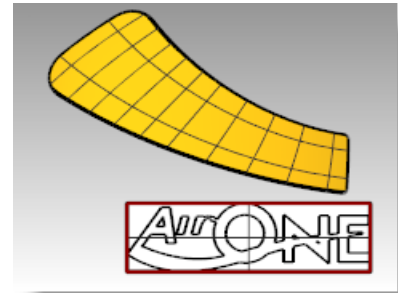
- 1 Lancez la commande **Calque** et choisissez **Découpe** comme calque actuel. Désactivez ensuite tous les calques sauf **Découpe** et **Logo**.



- 2 Utilisez la commande **BoîteDeContour** (*Menu Analyse : Boîte de contour*) pour créer un rectangle autour du logo.



- 3 Utilisez la commande **SurfacePlane** (*Menu Surface : Courbes planes*) pour créer une surface à partir de la boîte de contour.



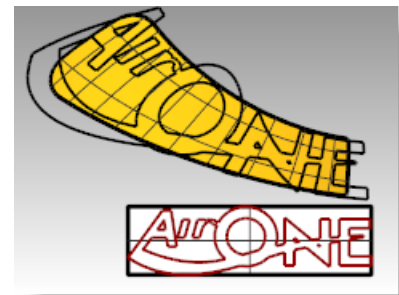
Pour faire glisser les courbes du logo sur la surface de découpe

- 1 Utilisez la commande **Direction** pour voir les directions UV de la surface de découpe.
- 2 Utilisez la commande **Direction** pour que les directions UV de la surface de base soient les mêmes que la surface de découpe.
- 3 Dans la barre d'état, vérifiez que l'option **Enregistrer l'historique** est activée.
Si le texte n'est pas en gras, cliquez pour activer l'enregistrement de l'historique.
- 4 Utilisez la commande **GlisserSurSurface** (*Menu Transformer : Glisser le long d'une surface*) pour déplacer le logo sur la surface de découpe.

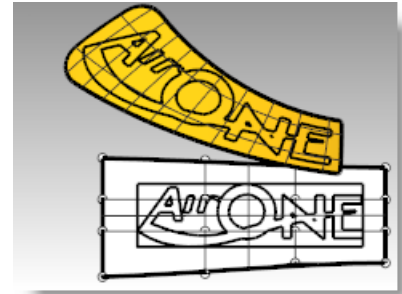
Vous remarquerez que la courbe ne s'adapte pas à la surface.

- 5 Activez les points de contrôle sur la surface de base et déplacez-les pour que la surface soit un peu plus grande dans toutes les directions.

Étant donné que l'historique était activé quand la courbe a été déplacée, toute modification sur la surface de base est reportée sur la courbe placée sur la surface de découpe.



- 6 Utilisez la commande **ChangerDegré** (*Menu Édition : Changer Degré*) pour que le degré de la surface de base soit de **3** dans les deux directions **U** et **V**.
- 7 Ajustez les points de contrôle pour que la courbe s'adapte bien à la surface de découpe.



Pour faire ressortir les lettres du logo et le faire glisser sur la surface de découpe

- 1 Utilisez la commande **ExtruderCourbe** avec l'option **DeuxCôtés** pour que le texte soit en 3 dimensions. La distance d'extrusion devrait être de **1 mm**.

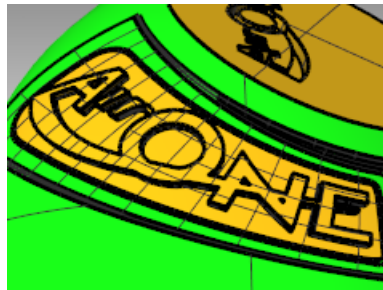


- 2 Utilisez la commande **GlisserSurSurface** pour déplacer le logo solide sur la surface de découpe. Utilisez la nouvelle surface de base.

L'historique n'est pas nécessaire maintenant puisque tous les ajustements ont déjà été réalisés sur la surface de base.



- 3 Utilisez la commande **UnionBooléenne** pour joindre le logo et la surface de découpe.



Créer un modèle à partir d'un dessin 2D

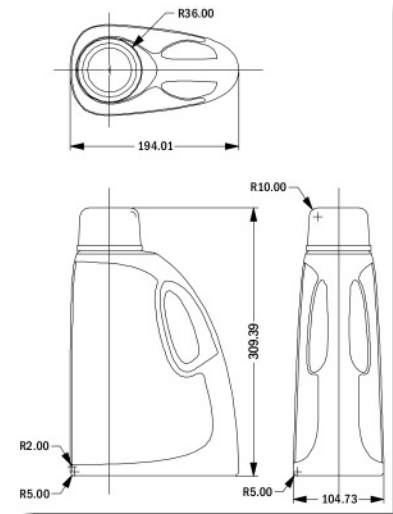
L'une des tâches les plus difficiles lors de la modélisation est l'interprétation d'un groupe de vues en 2D dans un modèle en 3D. Le plus souvent, les dessins sont précis dans certaines zones et inexacts dans les zones où des transitions de surface compliquées doivent avoir lieu en trois dimensions.

Dans ce cas vous devriez consulter directement le dessinateur pour clarifier les zones compliquées mais ceci n'est pas toujours possible. Il y a normalement des écarts entre les différentes vues.

Si aucun modèle physique n'est disponible, des décisions doivent être prises au fur et à mesure sur la meilleure interprétation du dessin de contrôle. Par exemple, vous devrez choisir la vue la plus précise pour une caractéristique donnée.

Dans l'exercice suivant nous étudierons certaines stratégies pour créer une bouteille en plastique soufflé à partir d'un ensemble de dessins 2D. Dans cet exercice nous disposons d'un dessin technique montrant trois vues de la bouteille. Les dimensions sont approximatives mais nous devons essayer de suivre les courbes du dessinateur autant que possible.

Nous n'aurons le temps de terminer que la première étape de ce modèle dans ce cours. Nous terminerons les surfaces de la bouteille mais les détails seront omis. Vous trouverez la bouteille terminée dans le répertoire des modèles.



Dessin technique

Exercice 27—Créer une bouteille de détergent

Pour regrouper les parties

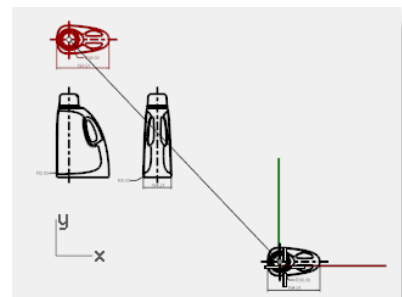
- 1 Ouvrez le fichier **Bouteille en plastique.3dm**.
- 2 Dans la fenêtre **Dessus**, sélectionnez à l'aide d'une fenêtre les objets formant la vue de dessus (en bas à gauche) y compris les cotes du dessin 2D.
- 3 Utilisez la commande **Grouper** pour grouper les objets sélectionnés (*Menu Édition : Groupes > Grouper*).
- 4 Répétez cette action pour grouper les objets de la vue de face (en haut à gauche) et de la vue de droite (en haut à droite).

Chaque vue contient maintenant un groupe d'objets.



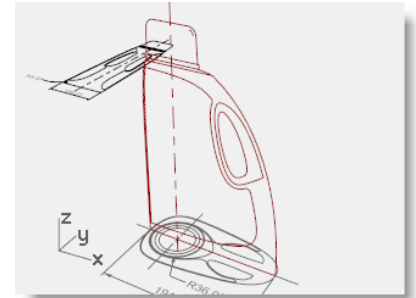
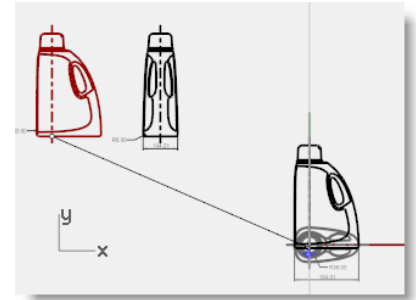
Pour orienter la vue de Dessus

- 1 Sélectionnez le groupe de la vue de dessus.
- 2 Utilisez la commande **ChangerCalque** (*Menu Édition : Calques > Changer la calque d'un objet*) pour placer les objets sur le calque **Modèle 2D Dessus**.
- 3 Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Déplacer** pour déplacer le centre des cercles vers le point **0,0**.



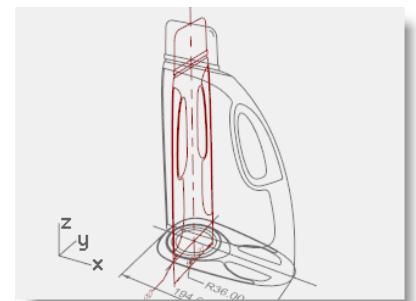
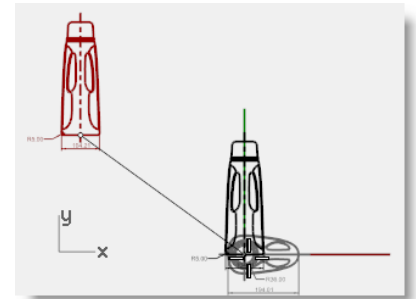
Pour orienter la vue de Face

- 1 Sélectionnez le groupe de la vue de face.
- 2 Utilisez la commande **ChangerCalque** pour placer les objets sur le calque **Modèle 2D Face**.
- 3 Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Déplacer** pour déplacer l'intersection de la ligne centrale et de la ligne horizontale inférieure vers le point **0,0**.
- 4 Alors que le groupe de la vue de face est sélectionné, lancez la commande **DéplacerSurPlanC** (*Menu Transformer : Orienter > Déplacer sur un PlanC*) dans la fenêtre Dessus.
- 5 Cliquez dans la fenêtre **Face**.
La vue est orientée dans l'espace 3D.



Pour orienter la vue de Droite

- 1 Sélectionnez le groupe de la vue de droite dans la fenêtre **Dessus** ou **Perspective**.
- 2 Utilisez la commande **ChangerCalque** pour placer les objets sur le calque **Modèle 2D Droite**.
- 3 Dans la fenêtre **Dessus**, utilisez la commande **Déplacer** pour déplacer l'intersection de la ligne centrale et de la ligne horizontale inférieure vers le point **0,0**.
- 4 Utilisez la commande **DéplacerSurPlanC** pour plaquer les courbes de la vue de droite sur le plan de construction Droit.
La vue est orientée dans l'espace 3D.



Les courbes 2D pour les dessins de contrôle de conception ne sont souvent pas aussi précises que ce que vous aimeriez avoir pour construire une géométrie précise. Avant de construire une géométrie 3D à partir de courbes 2D, vérifiez les courbes et corrigez toutes les erreurs que vous trouvez.

Pour créer les courbes 3D

La partie renfoncée de la bouteille sera découpée dans la surface plus tard. Pour le moment nous avons juste besoin de construire les surfaces extérieures. Les congés en haut et en bas, indiqués dans les courbes, peuvent être laissés lors de la construction initiale de la surface et ajoutés dans une phase séparée. Nous aurons besoin de prolonger ou de redessiner les courbes des bords pour contourner les congés et créer des coins pointus avant de créer les surfaces.

Plusieurs outils peuvent être utilisés pour créer les surfaces de départ : un **balayage sur 2 rails** ou une **surface à partir d'un réseau de courbes** sont les choix les plus évidents.

Les surfaces de réseau ne tiennent pas compte de la structure des courbes, mais uniquement de leur forme. Toutes les courbes sont réajustées et la surface obtenue possède sa propre structure de points.

D'autres commandes telles que les outils de balayage, de surfaces par sections et de surfaces par bords tiennent compte de la structure des courbes dans au moins une direction. Dans ces cas il est souvent très utile d'utiliser des courbes adaptées comme sections transversales. Le choix des outils de création de surfaces peut déterminer comment les courbes de départ sont créées.

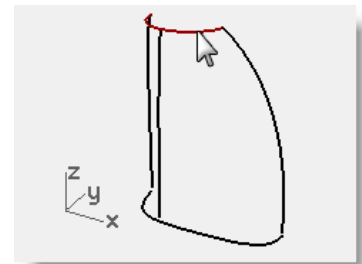
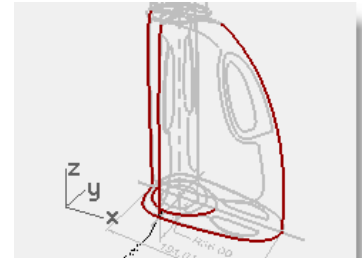
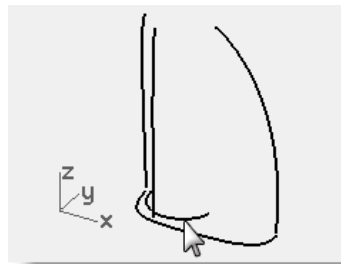
- 1 Sélectionnez les groupes que vous avez créés dans l'étape précédente, utilisez la commande **DissocierGroupe** (Menu *Édition : Groupes > Dissocier un groupe*) pour séparer les objets.
- 2 Sélectionnez les courbes de chaque vue 2D qui définissent la surface extérieure et **Copiez**-les sur le calque **Courbes 3D**.

Puisque la bouteille est symétrique par rapport à l'axe des X, vous ne devrez copier les courbes que sur un des côtés. Elles seront copiées par symétrie par la suite.

- 3 Utilisez la commande **UnCalqueActif** (Menu *Édition : Calques > Un calque actif*) pour activer le calque **Courbes 3D**.

- 4 **Déplacez** la courbe définissant la surface supérieure de la bouteille à la même hauteur que le haut des courbes verticales.

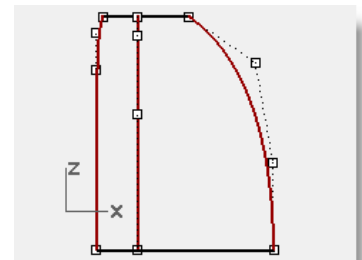
Utilisez la commande **DéfinirPt** ou **Déplacer** avec l'option **Vertical** dans la vue en Perspective.



- 5 Les courbes verticales peuvent maintenant être prolongées au-delà des courbes du congé pour qu'elles rejoignent les courbes du haut et du bas exactement au niveau de leurs extrémités.

Une façon de procéder est de prolonger les courbes verticales en utilisant la commande **Prolonger** avec l'option **Type=Lisse**. Utilisez les accrochages **Fin** et **Quad** sur la courbe supérieure et la courbe de base au fond.

Le prolongement des courbes avec cette méthode rendra les courbes plus complexes. S'il est important de garder les courbes simples et bien adaptées, il peut être mieux d'ajuster les points sur les courbes existantes pour les prolonger.



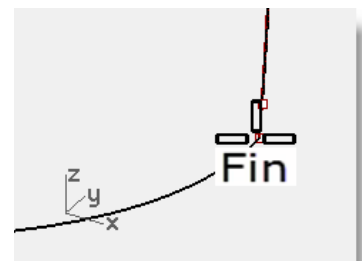
- 6 **Annulez** le **prolongement** et modifiez directement les points sur les courbes.

Vous pouvez créer un double de l'ensemble des courbes et l'éditer en laissant l'original en place comme modèle.

- 7 **Copiez par symétrie** les courbes de la base, du dessus et du côté visibles dans la vue de droite sur l'autre côté.

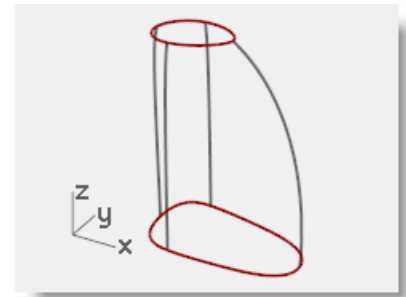
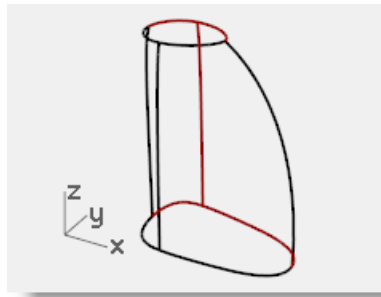
Le résultat devrait être un groupe de 8 courbes qui définissent la surface.

La plupart de ces courbes sont les courbes originales des dessins 2D, remaniées en 3D.



- 8 Joignez** les courbes de la base et les courbes du dessus pour former une boucle fermée.

Les courbes sont disposées pour une surface à partir d'un réseau ou un balayage sur deux rails.

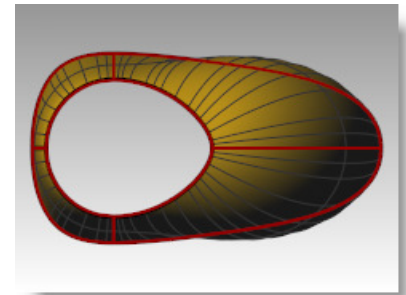
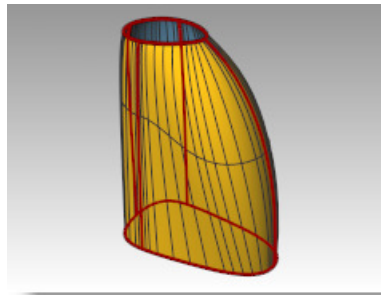


Pour créer la surface de la bouteille avec un balayage

Nous utiliserons les courbes précédentes pour créer la surface car ce sont les seules qui définissent la forme.

- 1 Choisissez **Surfaces** comme calque actuel.
- 2 Sélectionnez les courbes avec une fenêtre et essayez tout d'abord la commande **Balayage2** pour créer une surface puis **ombrez** la fenêtre.

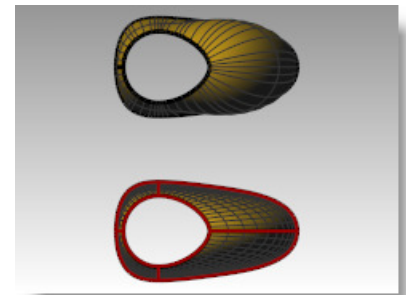
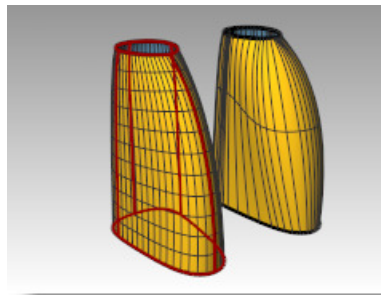
Vous remarquerez que la forme est très difficile à contrôler sur le côté arrondi de la bouteille.



- 3 **Déplacez** cette surface sur le côté pour le moment.

Même s'il est possible de réarranger ou d'ajouter des courbes pour que le balayage fonctionne mieux, il peut être intéressant de voir ce que donnera une surface de réseau avec les mêmes courbes.

- 4 Sélectionnez toutes les courbes et utilisez la commande **SurfaceRéseau** pour créer la surface.



La commande **SurfaceRéseau** traite l'ensemble des courbes avec plus d'élégance.

À votre tour

Créez la surface renforcée et la poignée.

Créez des congés au niveau des bords comme indiqué sur le dessin 2D.

Vous trouverez la bouteille terminée dans le répertoire des modèles, ouvrez le modèle **Bouteille terminée.3dm** pour voir le modèle final.



11 Analyse de surface

Rhino dispose de plusieurs outils pour vous aider à évaluer la qualité des surfaces. Dans cet exercice, nous utiliserons les outils d'analyse de courbe et de surface pour vous aider à créer des surfaces propres et simples avec une bonne continuité.

Certains modèles demandent plus d'attention niveau de la continuité, principalement parce qu'elle se verra lors de la fabrication. Par exemple, de légères incohérences ne se verront pas sur la surface d'une bouteille en plastique soufflé mais se verront sur la carrosserie d'une voiture.

Exercice 28—Analyse de surface

Le fichier **Analyse de surface.3dm** contient un groupe de courbes comme celui de l'exercice précédent. Notre but dans cet exercice est de dessiner des courbes permettant de créer des surfaces plus propres et plus simples présentant une bonne continuité. Nous utiliserons les commandes **DiagrammeCourbure**, **Rayures** et **AnalyseCourbure** afin de vérifier que tout est bien défini pour de meilleurs résultats. Enfin, nous comparerons les résultats de l'analyse de surface de ce fichier avec les résultats d'analyse de surface de l'exercice précédent.

Pour analyser les courbes

Regardons tout d'abord le diagramme de courbure des courbes supérieure et inférieure. Ces courbes ont déjà une belle forme mais elles peuvent encore être améliorées du point de vue de la continuité.

- 1 Sélectionnez les courbes supérieure et inférieure.
- 2 Lancez la commande **DiagrammeCourbure** (*Menu Analyse : Courbe > Activer le diagramme de courbure*) et choisissez une **Échelle d'affichage** de **120**.

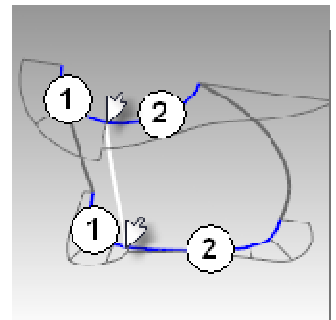
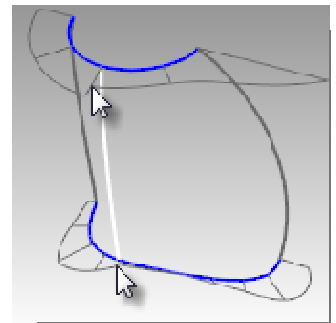
Le diagramme nous indique que les deux courbes présentent une continuité de tangence mais présentent des discontinuités de courbure dans certains endroits.

Supposons que nous voulions que les surfaces construites à partir de ces courbes présentent une continuité de courbure, nous devrions modifier ces courbes avant de créer les surfaces.

Si nous prévoyons à l'avance la disposition finale de la surface, nous comprendrons mieux comment dessiner des courbes propres.

Une bonne pratique de modélisation consiste à construire des surfaces présentant une courbure cohérente. Si nous regardons la courbe inférieure, nous pouvons voir deux zones bien conçues pour créer des surfaces, nous commencerons donc ici. La courbe présente une zone de courbure importante à l'avant (1) ainsi qu'un morceau relativement plat au milieu avec une courbure descendant rapidement sur le côté (2). La courbe supérieure est plus lisse dans son ensemble mais possède des régions de courbure similaires.

En étudiant les courbes actuelles, nous pouvons identifier deux courbes à construire en haut et en bas. La courbe verticale blanche coupe la courbe supérieure, qui est un cercle modifié, au niveau de la discontinuité de courbure et la courbe inférieure sur une modification brusque de la courbure. Cette intersection sera le point de départ et le point final de nos courbes modifiées.



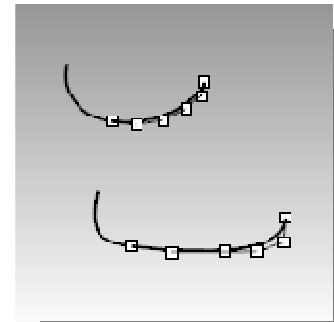
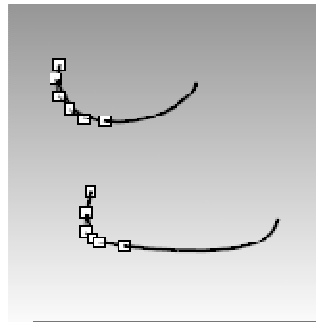
Pour construire les courbes modifiées

- 1 En utilisant les courbes actuelles comme référence, dessinez quatre nouvelles courbes de degré cinq avec six points.

Le but est de redessiner les courbes supérieure et inférieure en deux parties chacune.

N'oubliez pas ce que vous savez sur la continuité, le **diagramme de courbure**, les directions tangentielles et le **renflement final**.

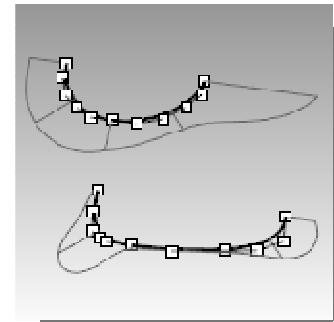
Essayez de garder les positions des points régulières et progressives.



- 2 Analysez vos courbes avec la commande **DiagrammeCourbure**.

Essayez d'obtenir un diagramme propre avec le moins possible de changement brusque, tout en restant aussi proche que possible de la forme des courbes originales.

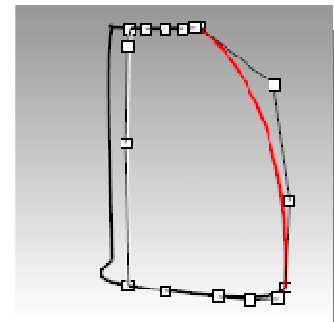
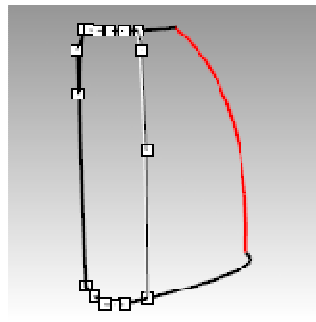
Elles ne peuvent pas être exactement pareilles que les originales si elles doivent avoir une meilleure continuité, mais il doit être possible d'être assez proche.



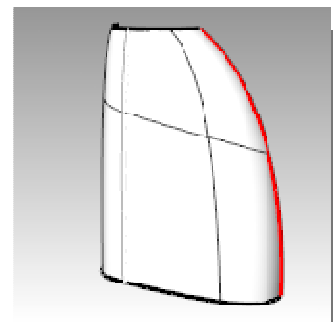
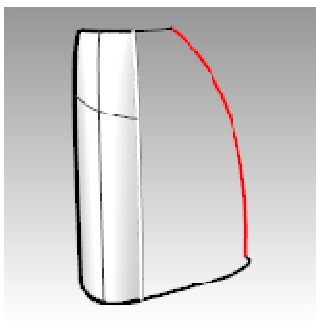
Pour créer les surfaces de la bouteille à partir des bords

Chaque zone des surfaces est définie à l'aide de quatre courbes d'une seule portée. Dans cette partie de l'exercice, nous utiliserons la commande **SurfaceParBords** (Menu Surface > Courbes dues bords) pour créer les surfaces. Cette commande utilise la structure des courbes de départ pour créer la surface. Elle fonctionne mieux si les courbes sur les côtés opposés du rectangle correspondent entre elles. La surface obtenue sera plus simple.

Puisque nous avons fait attention à remplir ce critère, toutes les courbes verticales sont de degré trois avec quatre points, et les courbes que nous venons de créer sont de degré cinq avec six points, les surfaces obtenues partageront cette structure.

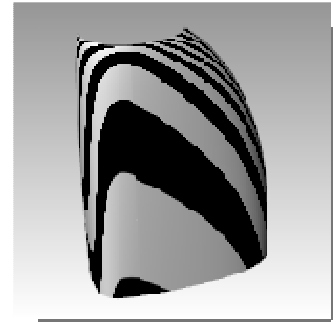


- 1 Sélectionnez quatre courbes qui définissent une des surfaces.
- 2 Lancez la commande **SurfaceParBords** (Menu Surface > Bords).
- 3 Répétez les étapes 1 et 2 pour l'autre surface.



4 Vérifiez les surfaces avec la commande **Rayures**.

Les rayures ont une distribution régulière mais les surfaces ne sont pas tangentes au niveau du bord vertical.

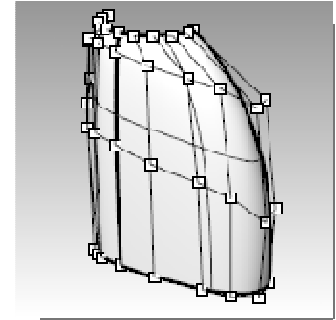


Pour adapter les surfaces de la bouteille avec la commande **AdapterSurf**.

- 1 Utilisez la commande **AdapterSurf** (Menu *Surface : Outils de modification de surfaces > Adapter*) pour adapter les surfaces avec une continuité de **Courbure**. Essayez d'adapter dans les deux directions, une fois avec l'option **Surfaces moyennes**, une fois sans.

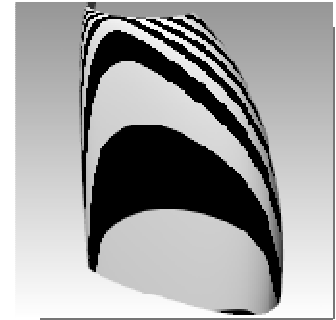
Dans ce cas les résultats sont bons, quelles que soient les options de l'adaptation, mais il est intéressant de regarder les points de contrôle sur les surfaces dans chaque cas.

L'adaptation de la surface la plus grande à la plus petite, sans l'option **Surfaces moyennes**, donne des points de contrôle moins bien répartis sur la surface la plus grande, en particulier la deuxième ligne à partir du haut. Les autres possibilités donnant le même résultat, le meilleur choix est la surface dont les points de contrôle sont répartis de façon plus régulière.



- 2 Vérifiez les surfaces avec la commande **Rayures**.

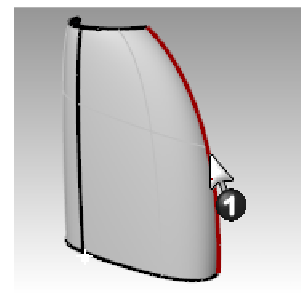
Les rayures ont une distribution régulière sans discontinuité au niveau des bords communs.



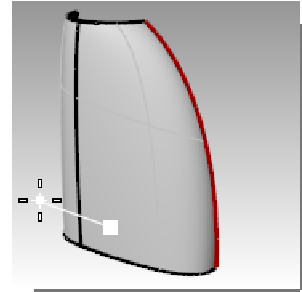
Pour adapter les surfaces de la bouteille avec la commande **RaccordSymétrique**

Dans cette section, nous créerons la deuxième moitié de la bouteille en utilisant la commande **RaccordSymétrique** et en activant l'**enregistrement de l'historique**. La commande **RaccordSymétrique** copie des courbes et des surfaces par symétrie, modifie la moitié copiée pour qu'elle soit tangente à l'original et, avec l'enregistrement de l'historique actif, lie les deux objets de sorte que la copie soit actualisée lorsque l'original est modifié.

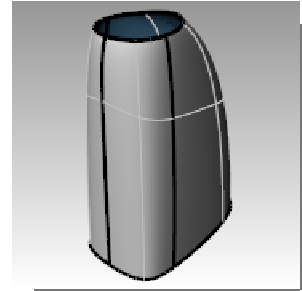
- 1 Sélectionnez la grande surface.
- 2 Utilisez la commande **RaccordSymétrique** (Menu *Transformer : Raccord symétrique*) pour faire une symétrie de la surface par rapport à l'axe des x. Dans la barre d'état, vérifiez que l'option **Enregistrer l'historique** est **activée**.
- 3 À l'invite **Sélectionner l'extrémité d'une courbe ou le bord d'une surface**, sélectionnez le bord de la surface (1).



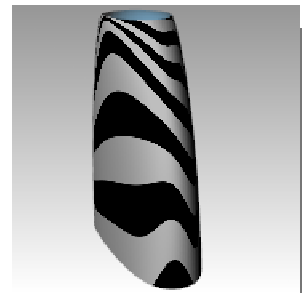
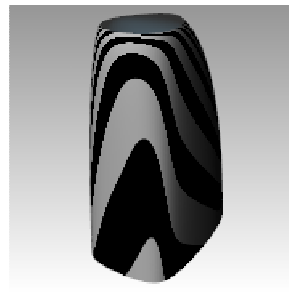
- 4** Pour définir le **Point de départ du plan de RaccordSymétrique**, tapez **0** et appuyez sur **Entrée**.
- 5** À l'invite **Fin du plan de symétrie**, utilisez le mode **Ortho** pour choisir un point situé le long de l'**axe des x**.



- 6** Répétez ce processus pour l'autre surface.
- Si vous modifiez une des surfaces originales, la partie copiée par symétrie sera automatiquement actualisée.



- 7** Vérifiez les surfaces avec la commande **Rayures**.
- Les rayures ont une distribution régulière sans discontinuité au niveau des bords communs.



Pour analyser les surfaces adaptées

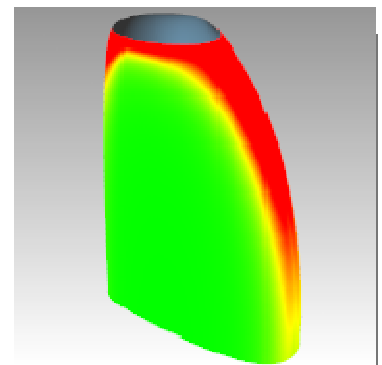
Nous utiliserons l'**analyse de courbure** pour vérifier les surfaces adaptées. Cet outil peut permettre de localiser des zones dont la courbure est très prononcée mais peut forcer l'affichage à omettre des changements plus subtils. Quoi qu'il en soit, l'affichage sur chacune de ces surfaces simples devrait être lisse et net.

- 1** **Cachez** toutes les courbes afin de bien voir les transitions entre les surfaces.
- 2** Sélectionnez toutes les surfaces et activez l'**Analyse de courbure** (*Menu Analyse : Surface > Analyser la courbure*).

Choisissez le style **Gaussienne** et cliquez sur **Intervalle automatique**. Le maillage d'analyse doit être assez fin pour obtenir une bonne évaluation visuelle. Cliquez alternativement sur **Intervalle automatique** et **Intervalle maximal**.

Intervalle automatique essaie de trouver une plage de couleur qui ignorera les extrêmes de courbure, alors que l'option Intervalle maximum affichera la courbure maximale en rouge et la minimale en bleu.

Les valeurs indiquent la Courbure, qui correspond à l'inverse du rayon.



Le but de l'adaptation est de maintenir aussi régulier que possible l'affichage de la courbure tout en satisfaisant aux exigences de continuité.

Vous remarquerez que la transition de couleur est lisse au niveau des bords qui ont été adaptés.

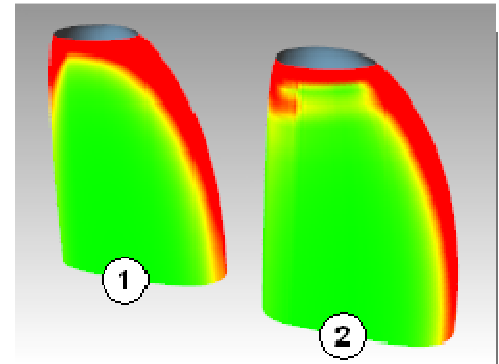
Pour analyser et comparer différentes techniques de création de surface

Nous allons maintenant créer une autre surface pour la comparer.

- 1 **Copiez** les courbes sur un côté.
- 2 Réalisez une **symétrie** des courbes inférieure et supérieure sur l'axe des x et **joignez**-les.
- 3 Réalisez une **symétrie** de la courbe latérale verticale sur l'axe des x pour obtenir un ensemble de courbes adaptées à la création d'une surface à partir d'un réseau de courbes.
- 4 Utilisez la commande **SurfaceRéseau** pour créer une surface avec ces courbes. Sélectionnez la nouvelle surface et **Ajoutez**-la à l'**Analyse de courbure**.

La surface de réseau la plus dense (2) a une apparence moins nette. Les surfaces plus simples (1) semblent toujours plus propres pour le moment.

Puisque le changement de couleur est appliqué sur tout l'intervalle montré, il est important de se rappeler que l'option Intervalle automatique indique un très petit intervalle de courbure et que les différences réelles peuvent être faibles même si le changement de couleur est important.



12 Sculpter

Vous pouvez aussi construire une surface primitive et utiliser ensuite une série d'outils de transformation et d'analyse pour sculpter une surface dans l'espace 3D de façon intuitive et directe.

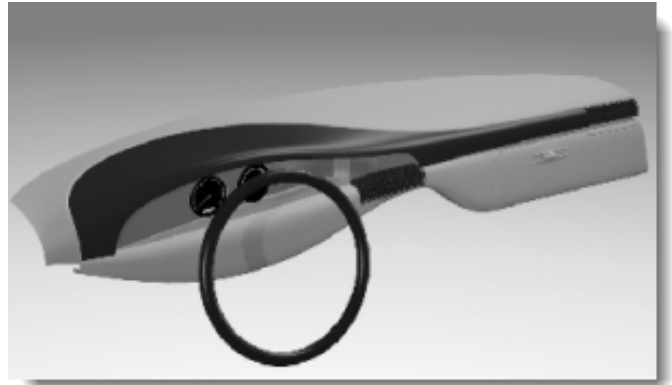
Le placement des courbes est approximatif. Les courbes devraient être des copies modifiées d'une seule courbe originale si possible.

Ceci permet de s'assurer qu'elles seront compatibles lors de la création de la surface par sections et que la surface obtenue sera la plus simple possible et facile à modifier.

Commencez par les modifications les plus importantes pour terminer avec les détails.

Utilisez la commande **EnregistrementIncrémental** pour créer des copies du modèle en cours d'avancement.

Dans l'exercice suivant, quatre courbes ont été créées pour que vous puissiez les utiliser. Elles décrivent un tableau de bord très simple qui servira de point de départ à votre design. Un volant se trouve sur un calque verrouillé pour vous aider à voir l'échelle et à positionner tout élément que vous ajouterez par la suite.



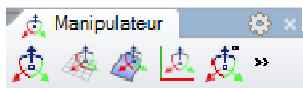
Outils d'aide à l'édition des points de contrôle

Déplacez les **points de contrôle** avec la souris, en utilisant les commandes **Déplacer**, **Rotation** ou **Échelle** ou toute autre commande de **Transformation**.

L'utilisation de la souris est bien sûr la façon la plus fluide et la plus interactive de modifier la forme. Cependant, la contrainte de déplacement sur le plan de construction est parfois assez gênante. Voici quelques outils qui peuvent aider à modifier les points de contrôle :

Manipulateur

Le manipulateur fonctionne très bien avec les points de contrôle. Il est intéressant de pouvoir passer facilement d'un mode d'orientation à un autre. Ouvrez la barre d'outils **Manipulateur** pour mieux utiliser celui-ci.



Lorsque l'orientation du manipulateur est sur **Aligner avec l'objet**, l'axe bleu est orienté sur la normale de la surface du point de contrôle sélectionné. En déplaçant la flèche bleue, le point de contrôle se déplace dans la direction normale de la surface locale. L'axe rouge aligne la direction U de la surface. Réalisez des ajustements plus fins en choisissant une résistance de déplacement du manipulateur inférieure à 100 %.

ModeGlisser

ModeGlisser vous permet d'outrepasser les contraintes du plan de construction de plusieurs façons.



Options de la ligne de commande

RepèreGénéral

Le déplacement est réalisé sur le plan de construction Dessus du repère général. Ce mode est rarement utilisé.

PlanC

La contrainte par défaut dans Rhino. Le déplacement est réalisé parallèlement au plan de construction actif.

Vue

Le déplacement est réalisé parallèlement au plan de la fenêtre active. Cette fonction est utile dans certaines vues obliques.

UVN

Les points de contrôle d'une surface sont contraints sur les directions u et v de la surface lorsque Ortho est actif (touche Maj) et sur la direction normale de la surface lorsque la touche Ctrl est utilisée. Les points des courbes sont contraints sur la tangente de la courbe ou sur la direction normale de celle-ci lorsque la touche Ctrl est utilisée. Pour cet exercice, c'est le mode de déplacement le plus utile.

PolygoneContrôle

Ce mode permet de déplacer les points de contrôle sur le polygone de contrôle de la courbe ou de la surface. Lorsque plusieurs points sont sélectionnés, chacun est déplacé sur son propre polygone de contrôle. Cet outil est très intéressant pour maintenir les points bien organisés sur des lignes et des colonnes.

Comme pour le manipulateur, laissez la barre d'outils **ModeGlisser** ouverte pour passer plus facilement d'un mode à un autre lors de la modification des points. Vous remarquerez que le curseur change en fonction du mode de déplacement. En général, vous trouverez probablement plus facile de **désactiver le manipulateur** lors du déplacement en utilisant les options spéciales du mode glisser.

DéplacerUVN

Cet outil ouvre une boîte de dialogue qui permet de déplacer les points de contrôle par incréments d'une échelle définie par l'utilisateur. Le déplacement du point peut se faire sur les directions U, V et N (normale). De plus, cette boîte de dialogue présente des outils de lissage. Ces derniers sont très utiles pour lisser des points de contrôle irréguliers ou agglutinés afin d'obtenir une grille plus régulière.

Déplacement par intervalles

Utilisez les flèches du clavier avec les touches **Alt**, **Alt+Maj** et **Alt+Ctrl** pour déplacer les points sur de petites distances. Les paramètres de déplacement par intervalles (*Options > Aides à la modélisation > Déplacement par intervalles*) vous permettent de définir les contraintes du déplacement par intervalles avec des options similaires au **ModeGlisser** décrit ci-dessus.

Conseil : Vous pouvez utiliser les connaissances acquises dans la partie concernant l'interface utilisateur de ce cours pour créer des macros permettant de passer facilement d'un mode de déplacement par intervalles à un autre.

DéfinirPt

Cette commande permet de rectifier des points ou des lignes de points dans une, deux ou trois dimensions.

Utilisez un ou plusieurs des outils ci-dessus pour manipuler les points de la surface individuellement et en groupe. N'oubliez pas les outils de sélection de points : **SéIU**, **SéIV** et les autres outils de la barre d'outils **Sélection de points**.

Vous remarquerez qu'avec un ensemble de points de contrôle relativement parsemé, comme sur cette surface de départ, les modifications que vous réalisez ont tendance à modifier la forme sur une assez grande distance. Il est fort probable que vous perdiez le contrôle assez rapidement.

Dans ce cas, vous verrez que vous avez besoin d'un contrôle plus localisé pour ajouter des détails. Vous pouvez améliorer le contrôle en augmentant la densité des points de contrôle. Vous disposez de deux outils pour le faire :

InsérerNœud

Insère un ou plusieurs nœuds ainsi que des lignes de points de contrôle. Les points de la surface sont réorganisés afin que la forme de la surface ne change pas. En d'autres termes, sauf certains cas particuliers, les nouveaux points ne sont pas ajoutés aux mêmes endroits que les nouveaux nœuds.

InsérerPointContrôle

Permet de placer la ligne de points où vous voulez, cependant rien n'assure que la forme de la surface reste la même. En règle générale, la forme changera même.

Ces deux commandes **InsérerNœud** et **InsérerPointContrôle** ont des avantages mais lorsque vous créez des surfaces très courbées et sculptées, **InsérerNœud** peut être le choix le plus sûr puisque la forme de la surface n'est pas modifiée.

Considérations lors de l'insertion de nœuds

Insérez le moins possible de nœuds pour obtenir le contrôle nécessaire. Vous pourrez en ajouter par la suite si besoin est. Gardez la surface aussi simple que possible tout en obtenant le contrôle nécessaire.

Lorsque ceci est possible, insérez des nœuds de façon à les espacer aussi régulièrement que possible. Essayez de les placer à mi distance entre les nœuds existants.

Options de la ligne de commande

Automatique

Ajoute des nœuds à mi-distance entre les nœuds existants pour maintenir la structure aussi uniforme que possible. Cette option augmente la densité de nœuds sur une courbe ou une surface, et donc la densité de points de contrôle, tout en conservant une distribution régulière des nœuds. L'édition de points est ainsi mieux prévisible que lorsque les nœuds sont espacés de façon irrégulière. Attention avec cette option, elle ajoute un nœud entre chaque paire de nœuds existants, une surface peut ainsi voir sa structure devenir très dense très rapidement.

Milieux

Place des marqueurs à mi-chemin entre des nœuds, ou lignes de nœuds, existants. Ces marqueurs peuvent ensuite être utilisés comme guides pour insérer des nœuds à mi-distance entre des nœuds existants. Utilisez l'accrochage **Point** pour placer de nouveaux nœuds au niveau de ces marqueurs.

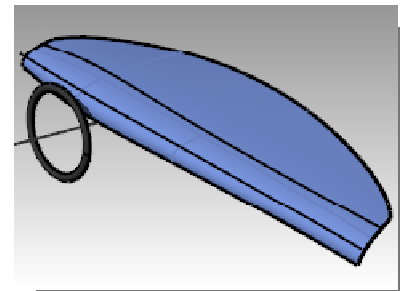
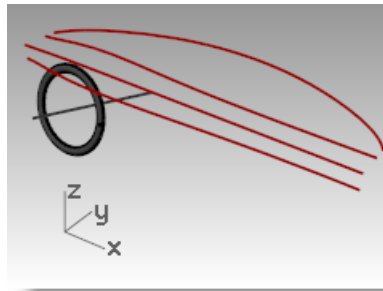
Remarque : Il est facile d'obtenir un trop grand nombre de points de contrôle et de perdre ainsi le contrôle de la forme. Il convient donc d'utiliser l'**enregistrement incrémental** avant d'ajouter de la complexité à l'objet. Vous pourrez ainsi revenir à un modèle plus simple sans recommencer du début si vous allez trop loin.

Exercice 29—Tableau de bord

1 Ouvrez le fichier **Tableau de bord.3dm**.

2 Créez une **Surface par sections** à partir des quatre courbes avec l'option **Lâche**.

Lorsque vous utilisez l'option **Lâche**, vous indiquez que la géométrie doit être la plus simple possible et ceci est essentiel pour créer une surface avec cette technique. La surface ne touchera pas les courbes de section intérieures avec cette option mais elle devrait être très lisse et nette.



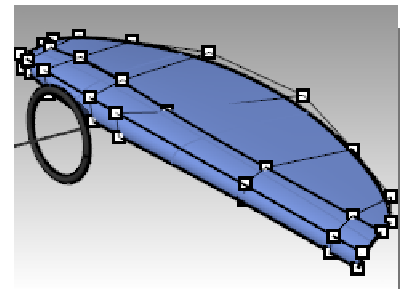
3 Activez les points de contrôle.

Si vous activez aussi les points de contrôle sur les courbes de section vous remarquerez que la structure des points de la surface est exactement la même que celle des courbes.

4 Désactivez le calque **Courbes**.

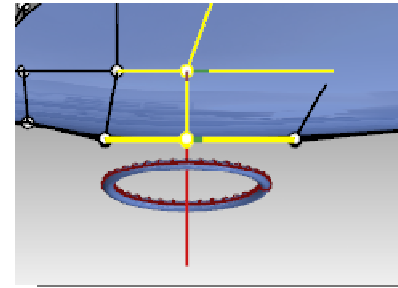
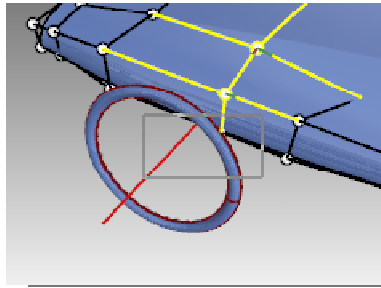
Plusieurs possibilités s'offrent vous maintenant pour sculpter la forme. La plus évidente consiste à déplacer les points de contrôle de la surface, commençons donc par là.

Comme indiqué avant, Rhino possède plusieurs outils pour mieux contrôler l'édition des points.



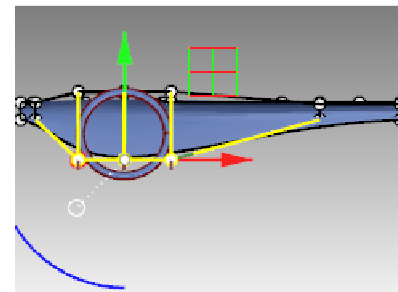
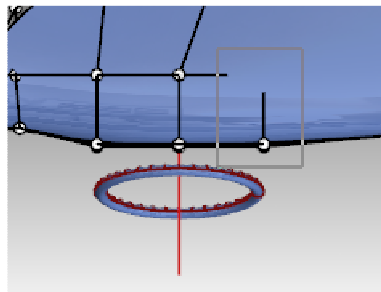
Pour modifier et sculpter la surface

- 1 Activez les points sur la surface et désactivez le **manipulateur** pour le moment.
- 2 Sélectionnez les trois points de contrôle situés à droite de l'axe du volant avec une fenêtre
- 3 Utilisez la commande **DéfinirPt** (*Menu Transformer : Définir les coordonnées XYZ*) pour aligner les groupes de points dans la direction X de la fenêtre Dessus ou Face, en s'accrochant sur l'axe.



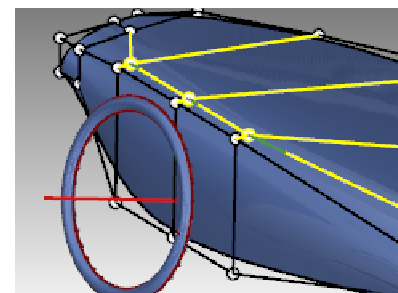
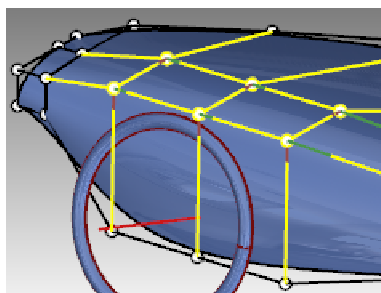
Vous remarquerez que lorsque les points sont sélectionnés, une ligne rouge et une ligne verte apparaissent en prolongement des points, elles indiquent les directions U et V positives.

- 4 Utilisez ces informations avec les outils de sélection de points **SuivantU**, **SuivantV**, **PrécU** ou **PrécV** pour sélectionner une ligne de points adjacente. Utilisez la commande **DéfinirPt** pour placer les points sur le bord correspondant, gauche et droite, du volant.
- 5 Utilisez le **manipulateur** pour déplacer vers le bas les trois points inférieurs près du volant afin d'accentuer la forme.



La forme n'est pas obligatoirement symétrique par rapport au volant.

- 6 Sélectionnez les points les plus proches du bord supérieur du volant et placez-les à la même valeur Z en utilisant **DéfinirPt**.
- 7 Ajoutons maintenant des détails au tableau de bord dans la zone du volant. Utilisez le **ModeGlisser** avec l'option **PolygoneContrôle** et déplacez trois points vers le haut, très près de leurs voisins.

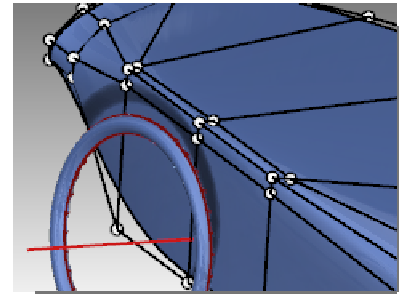
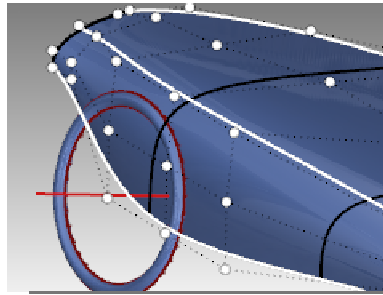


La forme de la surface change très peu. Elle est toujours très douce et il n'y a plus de points disponibles pour continuer l'édition à cet endroit.

- 8** Utilisez la commande **InsérerNœud** (Menu *Édition* : *Points de contrôle* > *Insérer un nœud*) et ajoutez une ligne de points dans la direction **V**.

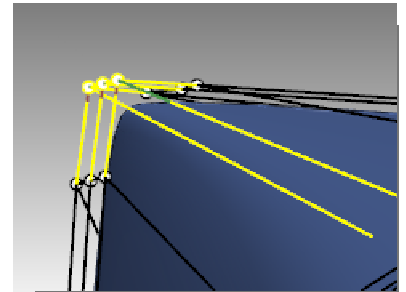
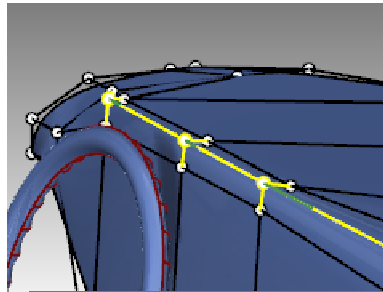
La surface n'a pas de nœud intérieur pour le moment, utilisez l'option **Automatique** une fois pour ajouter un nœud.

Maintenant que vous avez des points supplémentaires, vous pouvez continuer à faire glisser les points le long du polygone de contrôle pour affiner la surface dans cette zone.



- 9** Utilisez la commande **EnregistrementIncrémental** (Menu *Fichier* : *Enregistrement incrémental*) avant de passer à l'étape suivante.

- 10** Afin d'affiner la forme, vous pouvez également définir le poids de certains points sur la surface. Par exemple, sélectionnez les trois points médians situés au sommet de la zone maintenant pointue que nous avons modifiée. Lancez la commande **Poids** (Menu *Édition* : *Points de contrôle* > *Modifier le poids*). Augmentez le poids des points jusqu'à **2**.



Des points de poids plus élevé ont tendance à attirer la surface vers eux, par rapport aux points voisins. Lorsque le poids des points est moins élevé, la surface a tendance à s'éloigner des points de contrôle.

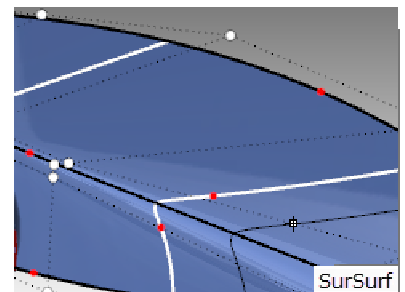
Pour ajouter et manipuler des nœuds

Essayez d'insérer des nœuds dans une direction, en utilisant l'option **Milieux=Oui** afin de vous accrocher sur le milieu des intervalles. Insérez des nœuds avec l'option **Milieux=Non** pour insérer des nœuds près de ceux existants afin d'avoir un meilleur contrôle local.

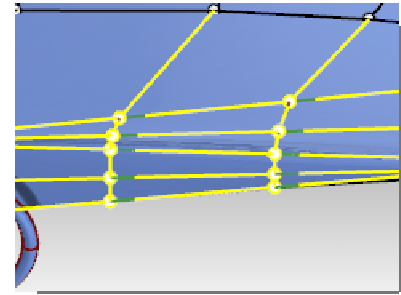
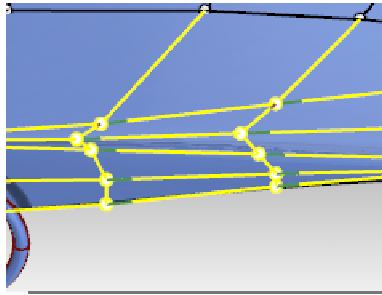
- 1 Utilisez la commande **EnregistrementIncrémental** (Menu *Fichier* : *Enregistrement incrémental*) avant de passer à l'étape suivante.
- 2 Utilisez **InsérerNœud** avec l'option **Milieux=Oui** pour insérer des nœuds dans la direction **U**. Accrochez-vous sur les milieux pour conserver un espacement régulier entre les nœuds.

Remarquez comment la disposition des points de contrôle change avec chaque nœud inséré. Vous pouvez rectifier certaines lignes de points sur X en utilisant **DéfinirPt** pour conserver l'organisation des lignes et colonnes.

- 3 Étudiez plusieurs idées de formes et de concepts en utilisant tous les outils précédents.

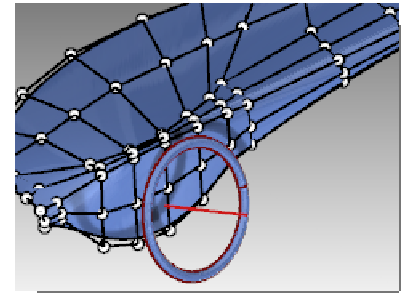


- 4** Sélectionnez des points qui ne sont pas alignés. Lancez la commande **DéplacerUVN** (Menu *Transformer : DéplacerUVN*). Utilisez les glisseurs de Lissage pour lisser certains points qui ne sont pas alignés.



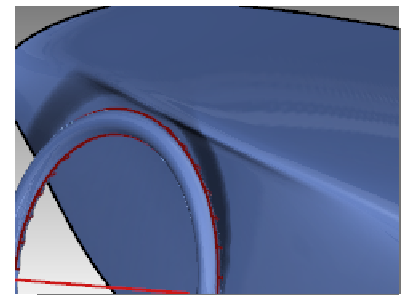
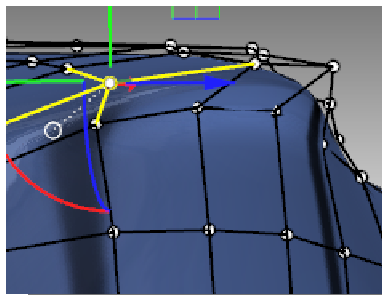
- 5** Déplacez certains points à droite du volant et plus près de celui-ci pour que la forme soit plus symétrique par rapport au volant.

Essayez de garder les positions des points régulières et progressives si possible. Comme on pouvait s'y attendre, le nombre de points de contrôle a tendance à être plus important dans les zones qui ont été le plus modifiées.



- 6** Ajoutez des nœuds dans la zone supérieure du volant.

Si vous regroupez plusieurs nœuds dans cette zone, vous pouvez faire ressortir une partie qui se fond dans la surface autour.



Pour créer la surface décalée

Lorsque la forme globale de la surface vous paraît correcte, vous pouvez ajouter des détails pour créer un objet mieux fini.

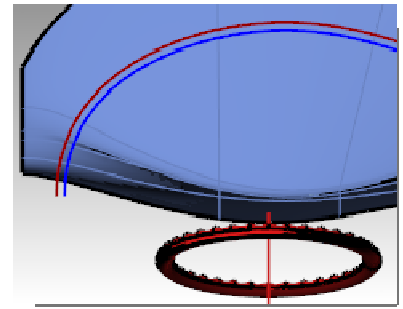
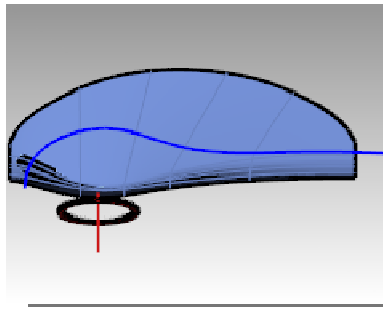
La surface peut être décalée et découpée comme dans la première illustration.

Vous obtiendrez de meilleurs résultats si le degré de la surface est d'au moins 3 dans les deux directions. Vérifiez-le avec les propriétés de l'objet.

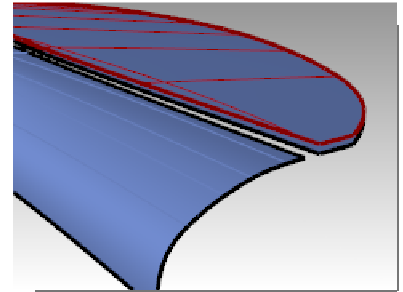
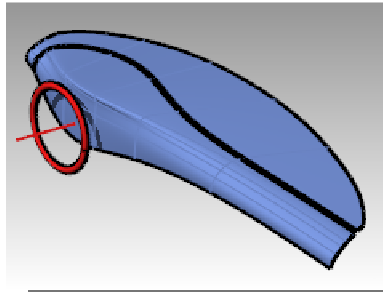
Remarque : La continuité interne de la surface obtenue par décalage est normalement un point inférieur. Les surfaces de continuité interne G1 donnent des surfaces de continuité G0, elles peuvent donc présenter un point de rebroussement. Même si Rhino permet ces surfaces, elles peuvent poser problème plus tard.

Pour cette raison, si vous voulez décaler des surfaces, il vaut mieux si possible créer la surface initiale à partir de courbes de degré 3 ou supérieur. La continuité de ces surfaces est au moins G2 et la continuité des surfaces obtenues par décalage sera alors au moins G1. Le changement de degré d'une surface créée à partir de courbes de degré 2 en une surface de degré 3 au minimum dans les deux directions n'est pas suffisant pour assurer une surface de continuité interne G2. Changer le degré une fois la surface terminée ne permet pas d'améliorer la continuité interne.

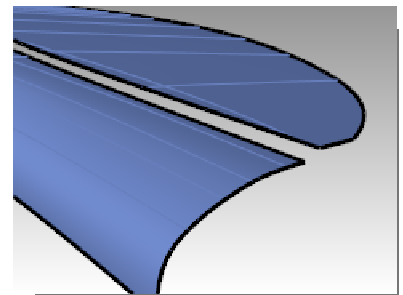
- 1 Choisissez **Courbes coupantes** comme calque actuel.
- 2 Dessinez une **courbe** représentant la ligne où vous voulez diviser la surface.
- 3 Utilisez la commande **Décaler** (*Menu Courbe : Décaler une courbe*) pour créer un doublon de la courbe, décalé d'**un demi (0.5)** pouce.



- 4 Utilisez la commande **Limiter** (*Menu Édition : Limiter*) pour limiter la surface entre les courbes.
- 5 Utilisez la commande **DécalerSurf** (*Menu Surface : Décaler une surface*) pour décaler la surface d'**un quart (0.25)** de pouce.



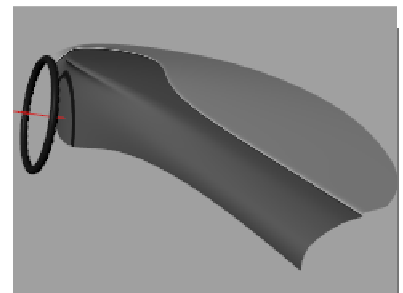
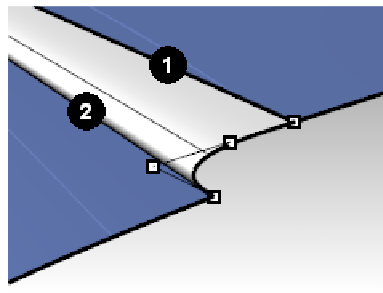
- 6 Effacez la surface originale.



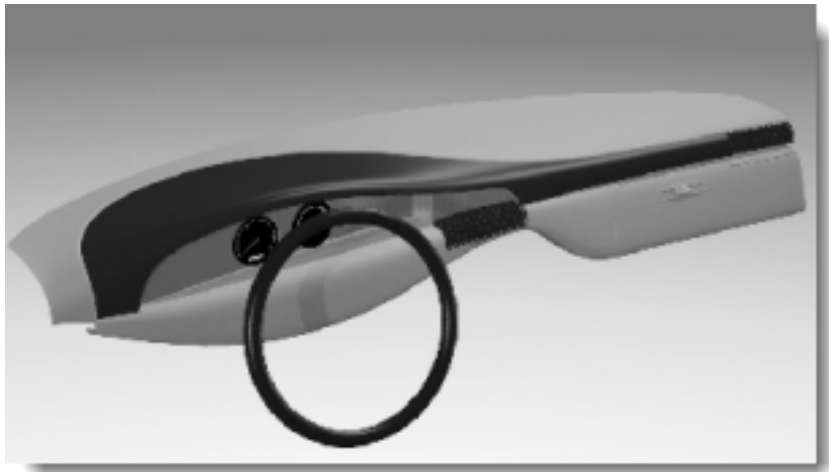
- 7 Utilisez la commande **RaccorderSurf** (*Menu Surface : Raccorder des surfaces*) pour créer une surface de raccordement entre les deux surfaces. Choisissez une continuité de **Courbure (G2)** pour le bord **1** et une continuité de **Position** pour le bord **2**.

Nous essayons de montrer ici, entre autres, comme créer rapidement une transition de type « rembourrage ».

Ajustez les glisseurs de **RaccorderSurf** pour que la section transversale ressemble à l'exemple de gauche.



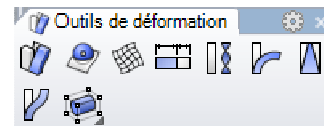
- 8** Ajoutez des détails si vous avez le temps.















13 Outils de déformation

Les outils de déformation permettent de déformer des maillages, des lignes, des surfaces, des polysurfaces et des solides tout en conservant l'intégrité de l'objet.

Ces commandes se trouvent dans le menu **Transformer** et dans la barre d'outils **Outils de déformation** :



Icône	Commande	Description
	GlisserSurSurface	Transforme des objets à partir d'une surface source vers une surface cible.
	Appliquer	Copie, fait tourner, change l'échelle et enveloppe des objets sur une surface, comme pour le flocage ou les applications en poterie.
	OrienterSurSurf	Déplace ou copie et fait tourner des objets sur une surface en utilisant la direction normale de la surface pour définir l'orientation.
	Tourbillon	Déforme des objets pour obtenir une spirale.
	Étirer	Change l'échelle de certaines parties d'un objet dans une direction.
	Torsion	Déforme des objets en les faisant tourner autour d'un axe.
	Courber	Déforme les objets en les courbant le long d'un arc.
	Effiler	Déforme des objets pour les rapprocher ou les éloigner d'un axe spécifique.
	Glisser	Aligne un objet ou un groupe d'objets à partir d'une courbe de référence sur une courbe cible.
	ModificationCage	Déforme des objets de façon régulière en utilisant des cages sur une, deux ou trois dimensions.
	Cage	Crée une cage en forme de boîte à utiliser avec la commande ModificationCage pour déformer d'autres objets.
	LibérerDeCage	Les objets sélectionnés ne sont plus sous l'influence de l'objet de contrôle défini avec la commande Cage ou ModificationCage .

Déformer des objets

Exercice 30—Utiliser la modification avec une cage pour déformer un objet

Pour déformer un objet avec ModificationCage

- 1 **Ouvrez** le modèle **ModificationCage Tasse.3dm**.
- 2 Ouvrez la barre d'outils **Cage**.



3 Lancez la commande **ModificationCage** (*Menu Transformer : Modifier avec une cage > Modifier avec une cage*) et sélectionnez la tasse comme **objet captif**.

4 Pour l'**objet de contrôle**, choisissez **BoîteDeContour** puis **Général**.

5 Définissez 4 points de cage et un degré 3 dans chaque direction.

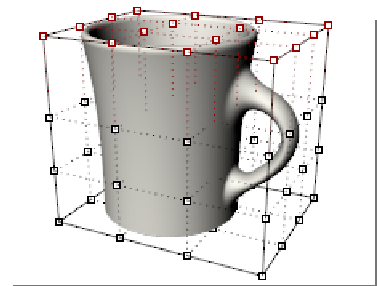
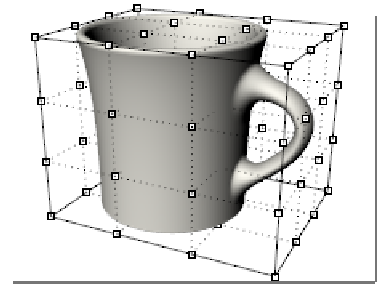
La valeur du degré peut être définie jusqu'à 9. Le nombre de points doit être supérieur à la valeur du degré dans chaque direction.

6 Pour définir l'**Intervalle à modifier**, choisissez **Global**.

La déformation des objets captifs s'effectuera dans l'espace 3D et ne s'arrêtera pas sur les bords de la cage. Ce paramètre est important si une partie des objets captifs se trouve en dehors de la cage.

7 Déplacez verticalement les points de contrôle en haut de la cage afin de déformer la tasse.

Les commandes de déplacement, d'échelle, de cisaillement, de rotation, de courbure, etc. peuvent être utilisées sur les points de la cage.



Pour limiter la région à modifier

Pour déformer uniquement la poignée, un objet de cage doit être créé autour de celle-ci.

1 Utilisez la commande **LibérerDeCage** (*barre d'outils Cage*) pour libérer la tasse de la cage. **Supprimez** la cage.

2 Lancez la commande **Cage** et créez un objet libre.

3 Déplacez la cage à sa place et modifiez son **échelle** avant de la lier à la tasse.

4 Lancez la commande **ModificationCage**.

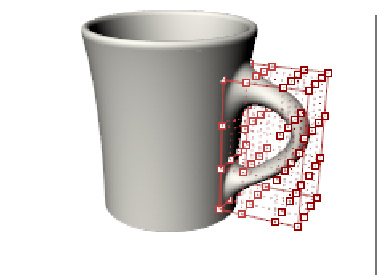
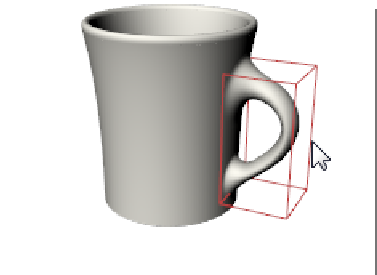
5 Pour **Sélectionner les objets captifs**, cliquez sur la tasse.

6 Pour **Sélectionner l'objet de contrôle**, cliquez sur la cage que vous venez de créer.

7 Pour définir l'**Intervalle à modifier**, choisissez **Local** et une **Distance d'atténuation** de **5**.

Vous indiquez ainsi à Rhino que la distorsion de la cage affectera la région située à l'intérieur de celle-ci ainsi qu'une zone d'un rayon de 5 unités autour de la cage

8 Déplacez les deux lignes de points de cage verticales de droite encore un peu plus à droite dans la vue de **Face** pour agrandir la poignée.



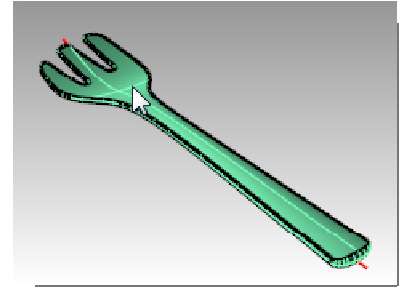
Pour utiliser la commande **ModificationCage** avec une surface de l'objet

Même s'il est possible d'utiliser n'importe quelle courbe ou surface comme objet de contrôle avec la commande **ModificationCage**, la solution la plus intuitive est parfois d'utiliser une courbe ou une surface qui fait déjà partie de l'objet.

La commande **ModificationCage** vous permet de sélectionner une surface, y compris une surface de l'objet captif, pour l'utiliser comme objet de contrôle.

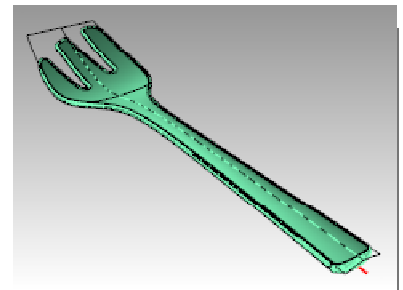
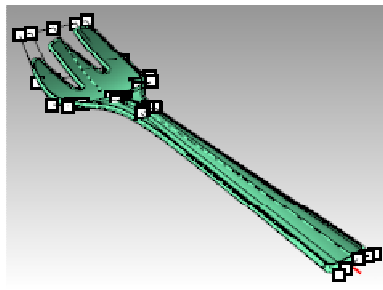
- 1 **Ouvrez** le modèle **Salade_Cage.3dm**.
- 2 Sélectionnez la fourchette à salade et lancez la commande **ModificationCage**.
- 3 Pour définir l'**Objet de contrôle**, cliquez sur la surface supérieure de la fourchette.

Une copie de la surface est extraite de l'objet et transformée en objet de contrôle.



- 4 Acceptez les valeurs par défaut des options suivantes.
- 5 Lorsque les points de contrôle sont activés, déplacez verticalement les cinq points les plus proches de l'extrémité.

La fourchette est ainsi un peu plus courbée sur l'avant.

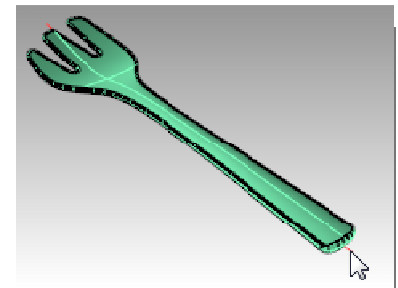


- 6 **Annulez**.

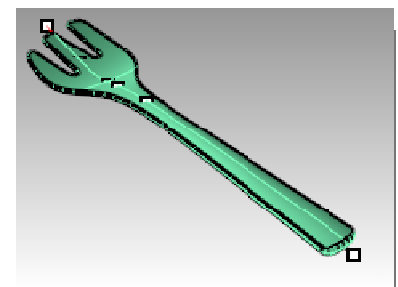
Pour utiliser la commande **ModificationCage** avec une courbe de l'objet

Il est également possible d'utiliser une courbe comme objet de contrôle. Il est souvent intéressant d'utiliser une courbe qui a déjà la même forme de base que l'objet. Vous pouvez dessiner cette courbe ou extraire une courbe isoparamétrique de l'objet puis l'utiliser comme contrôle.

- 1 Rouvrez le modèle **Salade_Cage.3dm** sans enregistrer.
La courbe rouge est une courbe isoparamétrique extraite de la surface du bouton qui a été légèrement prolongée sur chaque extrémité.
- 2 Sélectionnez la fourchette à salade et lancez la commande **ModificationCage**.
- 3 Sélectionnez la courbe rouge comme **objet de contrôle**.



- 4 Éditez la forme de la fourchette en modifiant les points de l'**objet de contrôle**.

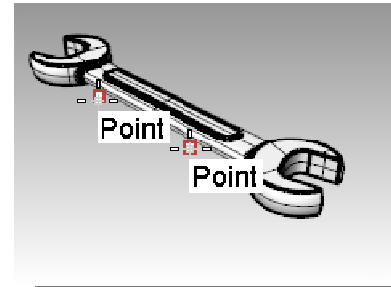


Exercice 31—Utiliser d'autres outils de déformation

Pour étirer un objet

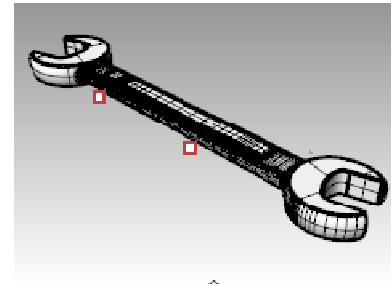
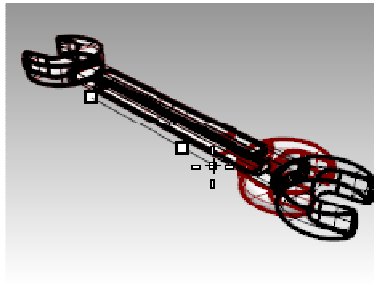
La commande **Étirer** permet de modifier l'échelle d'une zone d'un objet dans une direction.

- 1 Ouvrez le fichier **ÉtirerClé.3dm**.
- 2 Sélectionnez la clé.
- 3 Lancez la commande **Étirer** (*Menu Transformer : Étirer*).
- 4 Pour définir le **point de départ et le point final de l'axe**, accrochez-vous sur les deux points verrouillés.



- 5 Pour définir le **Point final de l'étirement**, tirez le curseur d'un côté ou de l'autre pour étirer ou comprimer la clé.

La partie déformée correspond à la section de la clé qui tombe entre les points définissant l'axe d'étirement. L'objet situé en dehors de l'axe initial est déplacé mais pas déformé. La forme des extrémités de la clé n'est pas modifiée mais l'objet est allongé ou rétréci dans son ensemble.



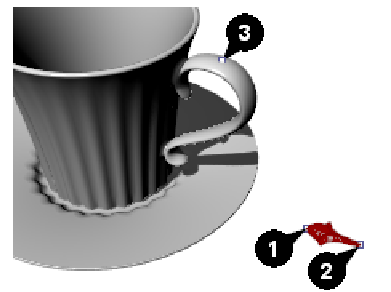
Pour placer un petit détail sur un objet

L'objectif ici est de placer sur la poignée de la tasse un petit détail se trouvant à côté. Le détail est assez facile à construire sur une surface plane mais il serait assez compliqué de le créer avec précision sur une surface courbée.

La commande **OrienterSurSurf** peut placer un objet sur une surface courbée tout en gardant le contrôle sur le placement et la déformation de l'objet pour qu'il s'adapte à la courbure de la surface cible.

- 1 **Ouvrez** le modèle **OrienterSurSurf_Détail.3dm**.
- 2 Lancez la commande **OrienterSurSurf** et sélectionnez le détail.
- 3 Pour définir le **Point de base**, accrochez-vous sur le point marqué **1**.
Il s'agit du point qui sera placé sur la surface cible.
- 4 Pour définir le **Point de référence**, accrochez-vous sur le point marqué **2**.

Ce point, ainsi que la ligne entre celui-ci et le point de référence, seront utilisés pour définir l'échelle et l'orientation sur la surface cible. La direction Z du plan de construction actuel sera reportée sur la normale de la surface cible.



- 5 Pour définir la **Surface cible de l'orientation** sélectionnez la surface de la poignée de la tasse.

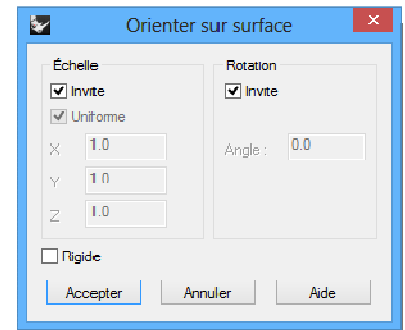
Dans la boîte de dialogue, vérifiez que l'option **Rigide** n'est pas cochée.

L'objet sera ainsi déformé en fonction de la surface cible.

Définissez les options **Échelle** et **Rotation** sur **Invite** afin de les définir directement dans l'interface.

Par défaut, la rotation définit la ligne entre les points de base et de référence définis ci-dessus, sur la direction U de la surface cible.

Cliquez sur **Accepter**.



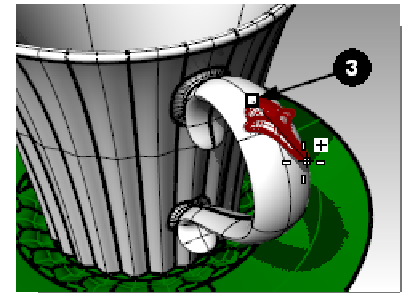
- 6 À l'invite **Point sur la surface où réaliser l'orientation**, accrochez-vous sur le point de la poignée marqué 3.

Vous remarquerez que dans l'aperçu, le point qui se déplace sur la surface cible correspond à la position du point de référence.

Avec l'option **Copier=Oui** dans la ligne de commandes, vous pouvez placer l'objet sans modifier l'original plat et créer ainsi plusieurs copies.

Choisissez **Copier=Oui**.

Les options de la ligne de commandes permettent d'**inverser** le positionnement si l'objet est placé du mauvais côté de la surface ou d'**ignorer les limites**. Si l'option **IgnorerLimites** est définie sur **Oui**, l'objet peut être placé n'importe où sur la surface sous-jacente d'une face limitée, sinon il ne peut être placé que sur la face limitée.



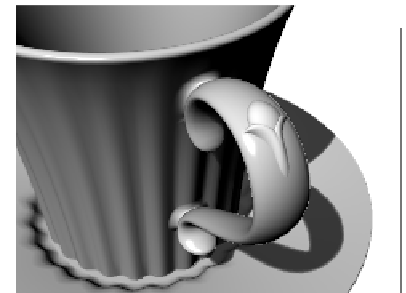
- 7 Cliquez pour définir la position.

Étant donné qu'on a choisi de définir l'échelle avec l'invite, vous pouvez définir l'échelle avec la souris ou taper un facteur d'échelle dans la ligne de commandes. Dans notre cas, un **Facteur d'échelle** de **0.7** peut être utilisé.

- 8 Vous pouvez faire tourner objets par rapport à son point de référence. Utilisez le mode Ortho pour verrouiller l'angle par rapport au plan de construction ou tapez un angle dans la ligne de commandes. Dans ce cas, l'**Angle de rotation** est nul.

Après avoir défini l'angle, l'objet est adapté sur la surface cible.

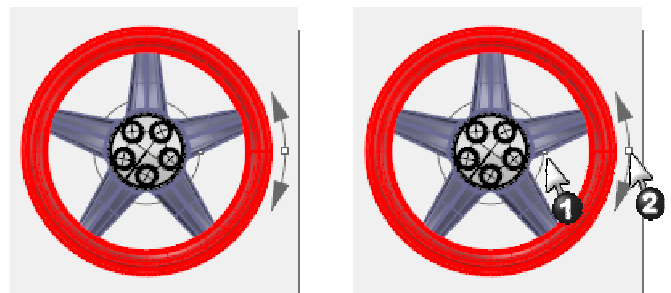
- 9 À ce stade, vous pouvez continuer à ajouter des détails à la poignée ou appuyez sur **Entrée** pour terminer la commande.



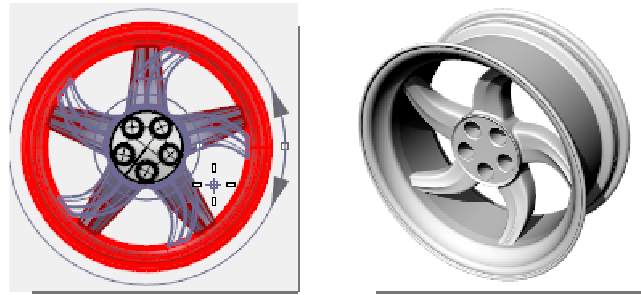
Pour déformer un objet dans une spirale

Dans cet exemple, nous déformerons les rayons d'une roue avec la commande **Tourbillon** afin de les vriller.

- 1 Ouvrez le fichier **Tourbillon.3dm**.
- 2 Sélectionnez les rayons de la roue et lancez la commande **Tourbillon** (barre d'outils *Outils de déformation*).
- 3 Dans la fenêtre Face, définissez le **Centre du tourbillon** sur 0.
- 4 Pour définir le **Rayon**, accrochez-vous sur le point situé sur le cercle verrouillé près du centre de la roue (1).
- 5 Pour définir le **Deuxième rayon**, accrochez-vous sur le point à droite de la roue sur l'arc (2).



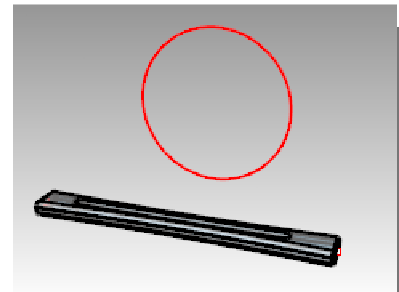
- 6 Pour l'**Angle de torsion**, déplacez le curseur autour du cercle d'environ 15 degrés pour déformer les rayons et obtenir une forme de spirale.



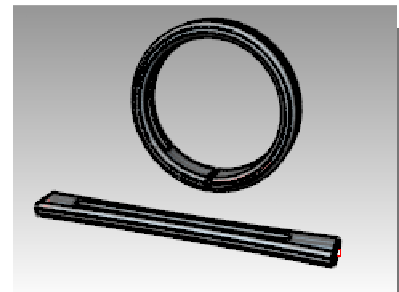
Pour déformer un objet en le faisant glisser long d'une courbe

Dans cet exemple, nous ferons glisser un objet le long d'une courbe tout en enregistrant l'historique. Nous pourrions ensuite réaliser une deuxième déformation sur l'objet original et voir comment le résultat est actualisé automatiquement.

- 1 Ouvrez le modèle **Glisser et Torsion.3dm**.
- 2 Dans la **barre d'état**, activez l'**Enregistrement de l'historique**.
- 3 Cliquez avec le bouton de droite sur le champ **Enregistrer l'historique** et cochez **Actualiser les enfants**.

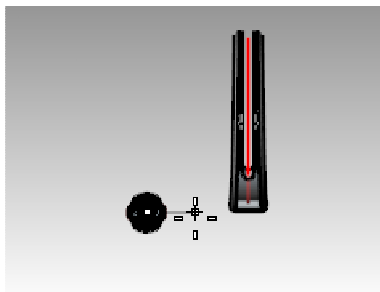


- 4 Sélectionnez la polysurface et lancez la commande **Glisser** (*Menu Transformer : Glisser le long d'une courbe*).
- 5 Choisissez **Copier=Oui**, **Rigide=Non**, **Local=Non** et **Étirer=Oui**.
- 6 Pour la **Courbe de base**, sélectionnez la ligne droite (passant par le centre de la polysurface).
- 7 Pour la **Courbe cible**, sélectionnez le cercle.
Une copie de la polysurface est appliquée sur le cercle.



- 8 Sélectionnez la polysurface originale et lancez la commande **Torsion** (*Menu Transformer : Torsion*).
- 9 Appliquez une torsion de **360** degrés sur la polysurface originale en utilisant la ligne droite comme axe.

La polysurface créée avec la commande **Glisser** et l'historique est modifiée en fonction de la polysurface qui vient d'être déformée.



14 Blocs

L'utilisation des blocs dans Rhino présente deux avantages :

- Les objets identiques peuvent être modifiés et remplacés en même temps.
- Étant donné qu'un grand nombre d'objets identiques se réfèrent à une seule définition, les fichiers comprenant de nombreux objets répétés peuvent être plus petits que si chaque objet possédait sa propre définition.

Dans Rhino, un bloc correspond à un ensemble d'objets, qui peuvent être des objets 2D simples ou des objets 3D complexes. Un bloc peut être composé de lignes, de polylignes, de courbes de forme libre, de surfaces, de polysurfaces, de solides, de cotes, de texte et même d'autres blocs. Lorsqu'un bloc contient d'autres blocs, on dit qu'ils sont imbriqués. Le niveau d'imbrication n'est pas limité.

Occurrences et définitions

Chaque bloc a une seule définition. La définition correspond à l'ensemble d'objets qui composent le bloc. Cette définition est cachée à l'utilisateur. Son but est de fournir la définition des occurrences du bloc qui apparaissent dans le modèle. Le nombre d'occurrences d'un bloc n'est pas limité mais il ne peut posséder qu'une seule définition. Ainsi, lorsque l'utilisateur modifie une définition de bloc, toutes les occurrences du bloc refléteront les modifications.

Définir des blocs

Les blocs peuvent être définis en utilisant la commande **Bloc**. Une nouvelle définition de bloc est ajoutée et une occurrence du bloc est créée.

Les occurrences de bloc peuvent être ajoutées en copiant des occurrences existantes ou en utilisant la commande **Insérer**. Insérer permet de choisir dans une liste de définitions de blocs ou de chercher un fichier externe.

Remarque : Un fichier peut contenir des définitions de bloc dont aucune occurrence n'est insérée. La suppression d'une occurrence ne modifie pas la définition.

Points d'insertion

Chaque bloc possède un point d'insertion. Il s'agit d'une position de référence pour le bloc dans son ensemble et c'est d'ailleurs le point utilisé lorsqu'une occurrence de bloc est ajoutée en utilisant la commande **Insérer**.

Blocs liés et incorporés

Lorsque la définition d'un bloc est enregistrée dans le fichier de Rhino, on dit que le bloc est *incorporé*. Si la définition de bloc existe sous forme de fichier séparé, le bloc est *lié*. Dans ce cas, les modifications enregistrées dans le fichier externe définissent l'apparence des occurrences du bloc dans tous les fichiers dans lesquels le bloc est inséré.

Calques et blocs

Les calques sont parfois difficiles à comprendre lors de l'utilisation des blocs. Il est important de savoir que toute occurrence de bloc existera sur un calque tout comme n'importe quel autre objet de Rhino. En général, il s'agit du calque actuel lors de l'insertion de l'occurrence, mais le calque de l'occurrence peut être changé comme pour un objet quelconque. Cependant, chaque objet de la définition de bloc existe également sur un calque, indépendamment de l'occurrence du bloc dans son ensemble. Par exemple, deux occurrences du même bloc peuvent se trouver sur des calques différents, mais les objets composant la définition de bloc seront sur les mêmes calques dans chaque occurrence.

L'activation ou la désactivation d'un calque contenant une occurrence affichera ou cachera l'occurrence dans son ensemble. En activant et en désactivant les calques des objets contenus dans un bloc, il est possible de montrer ou de cacher ces objets dans chaque occurrence du bloc, quel que soit le calque où se trouve l'occurrence.

Les calques des blocs liés (*calques de référence*) peuvent être montrés dans le panneau des calques comme des calques normaux ou des calques spéciaux de référence.

Voici quelques règles qu'il est bon de garder à l'esprit lors de l'utilisation des blocs :

- Le calque actuel lors de l'insertion de l'occurrence de bloc est appelé calque de référence. L'occurrence insérée se trouve sur ce calque.

- La visibilité de tout le bloc est contrôlée avec le calque de référence du bloc.
- Si vous désactivez le calque de référence du bloc, le bloc dans son ensemble ne sera plus visible, quels que soient les calques sur lesquels se trouve la géométrie.
- Les objets du bloc possédant des propriétés assignées *par parent* auront un comportement unique.
- Les propriétés objet de couleur d'affichage, couleur d'impression ou largeur d'impression peuvent être assignées *par parent*.
- Les objets avec une assignation *par parent* qui sont groupés dans un bloc se comportent comme des *caméléons*. Ils changent pour afficher la couleur et la largeur d'impression du calque de référence du bloc.
- Cette option très intéressante permet de donner une apparence différente à une occurrence sans créer de bloc différent.
- Le calque actuel au moment de la création du bloc n'a pas d'influence sur la définition de bloc elle-même. Les calques des objets de la définition de bloc et le calque actuel lorsque l'occurrence est insérée sont utilisés pour définir les paramètres de visibilité des occurrences.

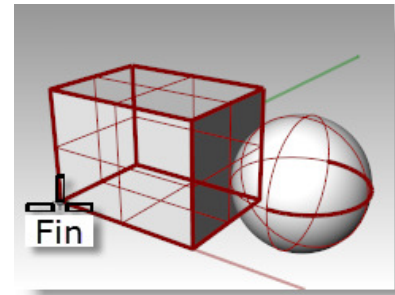
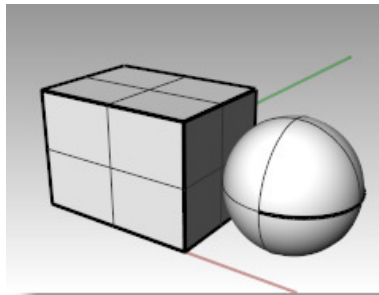
Modifier des blocs

L'option la plus simple pour modifier une définition de bloc consiste à utiliser la commande **BlocModifier** ou à double cliquer sur une occurrence. Si le bloc est lié, l'édition ouvrira le fichier lié dans une nouvelle occurrence de Rhino et la session actuelle de Rhino sera suspendue jusqu'à ce que le deuxième Rhino soit fermé.

Exercice 32- Notions de base sur les blocs

Pour créer un bloc

- 1 Commencez un nouveau modèle.
- 2 Dessinez une boîte et une sphère près de l'origine.
- 3 Sélectionnez les deux objets.
- 4 Utilisez la commande **Bloc** (*Menu Édition: Blocs > Créer une définition de bloc*) pour créer un bloc.
- 5 Pour définir le **point de référence du bloc**, accrochez-vous sur un sommet de la boîte.



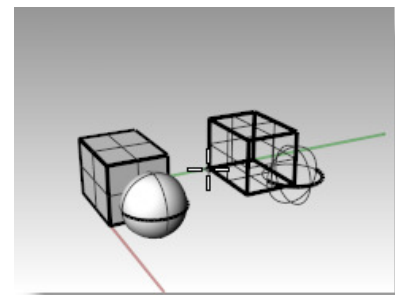
Le point que vous sélectionnez devient le point d'insertion du bloc.

- 6 Dans la boîte de dialogue **Propriétés de définition de bloc**, dans le champ **Nom** tapez **Test 1** et cliquez sur **Accepter**.
- 7 Utilisez la commande **Insérer** (*Menu Fichier : Insérer*) pour insérer le nouveau bloc.
- 8 Dans la liste déroulante en haut de la boîte de dialogue **Insérer**, sélectionnez **Test 1**.

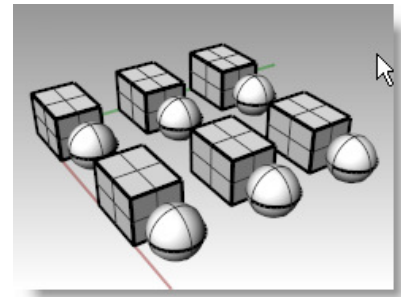
Vérifiez que vous insérez en tant qu'**occurrence de bloc**, pas en tant que **groupe** ou **objet individuel**. Acceptez les options par défaut pour l'**échelle** et la **rotation**.

- 9 Placez le bloc dans la scène de Rhino.

Vous pouvez remarquer que le curseur suit la position que vous avez définie comme point de référence du bloc lors de la création de celui-ci. Ce point sera le point d'insertion.



- 10** Sélectionnez l'occurrence de bloc et créez une ou deux copies de cette occurrence en utilisant la commande **Copier**.

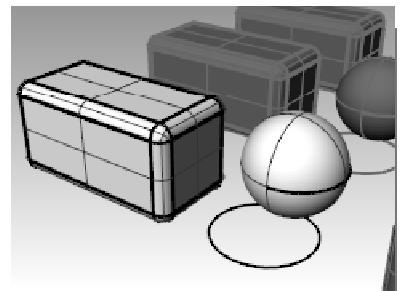
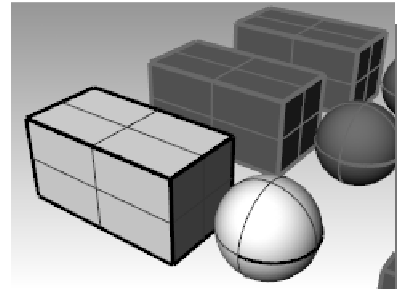
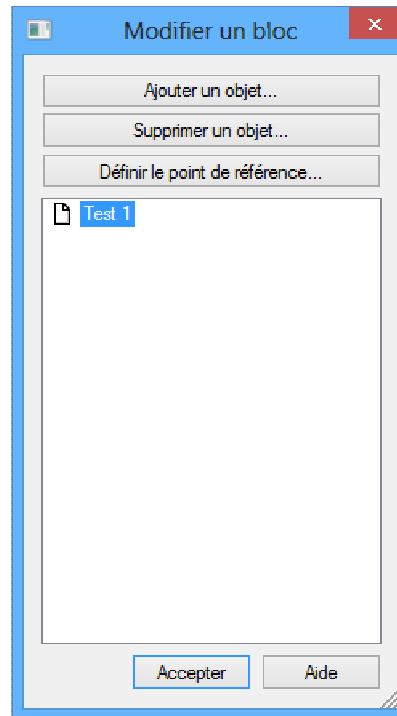


Pour redéfinir un bloc

- 1** Double-cliquez sur une des occurrences de bloc.

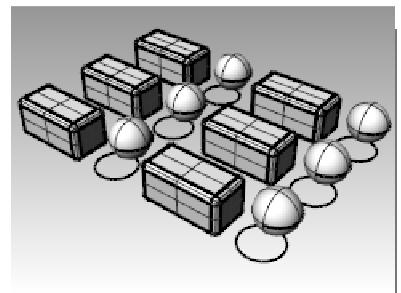
La boîte de dialogue **Modifier un bloc** s'ouvre, la géométrie originale est remise à la place du bloc et les autres blocs sont ombrés. Vous pouvez maintenant sélectionner la sphère et la boîte séparément.

- 2** Utilisez **CongéBord** pour créer un congé sur les bords de la boîte, **déplacez** légèrement la sphère et ajoutez un **cercle**.



- 3** Dans la boîte de dialogue **Modifier un bloc**, cliquez sur **Accepter**.

Vous remarquerez que les autres occurrences du bloc, placées et copiées avant, sont maintenant actualisées et ressemblent à la nouvelle définition. Au lieu d'avoir une boîte et une sphère, les blocs contiennent une boîte arrondie, une sphère déplacée et un cercle.



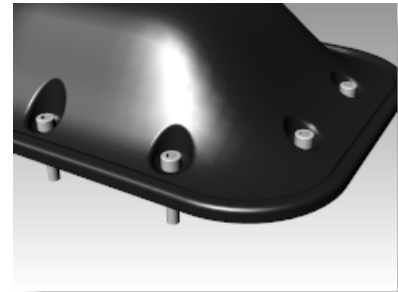
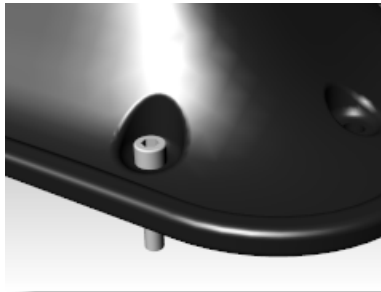
Exercice 33—Insertion de fichiers sous forme de blocs

La commande **Insérer** dispose d'options pour définir le point d'insertion, l'échelle et la rotation. Le bloc peut être inséré en tant qu'occurrence de bloc, groupe ou objets individuels.

Pour insérer un bloc

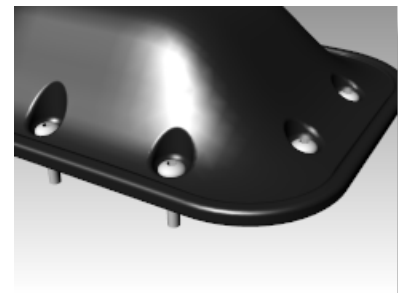
- 1 **Ouvrez le modèle Blocs-mm.3dm.**
- 2 Choisissez **Attaches** comme calque actuel.
- 3 Utilisez la commande **Insérer** (*Menu Fichier : Insérer*) pour insérer le modèle FILH-M6-1.0-25.3dm.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Insérer**, choisissez **Insérer comme Occurrence de bloc** et cliquez sur **Accepter**.
- 5 Dans la boîte de dialogue **Options d'insertion de fichier**, choisissez **Incorporer et lier** et cliquez sur **Accepter**.

- 6 Pour définir le **point d'insertion**, accrochez-vous sur le centre d'un des trous dans la partie supérieure.
- 7 **Copiez** la vis sur tous les trous.



Pour changer le bloc

- 1 Lancez la commande **Gestionnaire de blocs** (*Menu Édition : Blocs > Gestionnaire de blocs*).
- 2 Sélectionnez la définition de bloc de la vis que vous avez insérée.
- 3 Cliquez sur le bouton **Propriétés**.
- 4 Dans la case **Nom de la définition de bloc**, tapez **Attache**.
- 5 Dans la zone **Nom du fichier**, cliquez sur **Parcourir**, sélectionnez **RH-M6-1.0-25.3dm** et cliquez sur **Ouvrir**.
- 6 Dans la boîte de dialogue **Propriétés de définition de bloc**, cliquez sur **Accepter**.
- 7 Dans le **Gestionnaire de blocs**, cliquez sur **Actualiser**.
Les vis deviennent alors des vis à tête ronde et la couleur est modifiée pour correspondre à la couleur du calque d'insertion.



Remarque : Même sur un petit fichier comme celui-ci, la différence de taille peut être importante. Si les vis avaient été importées puis copiées, le fichier aurait été 35 à 40 pour cent plus grand qu'en utilisant des occurrences de bloc. L'utilisation de blocs peut aider à réduire les problèmes rencontrés avec les fichiers de grande taille.

15 Résolution des problèmes

Les outils de détection des erreurs sont utilisés le plus souvent pour réparer des fichiers importés à partir d'autres programmes.

Certaines opérations dans Rhino peuvent créer des « mauvais objets » selon les circonstances. Les mauvais objets peuvent entraîner des erreurs dans les commandes, un mauvais ombrage, un mauvais rendu ou des problèmes lors de l'exportation.

Vous devez apprendre à utiliser souvent les commandes **Vérifier** (*Menu Analyse : Diagnostique > Vérifier*) ou **SélMauvaisObjets** (*Menu Analyse : Diagnostique > Sélectionner les mauvais objets*) au cours de la modélisation. Si les erreurs sont détectées rapidement il est plus facile de les réparer que si les parties défectueuses sont utilisées pour créer d'autres objets.

Si le but de votre modélisation est de créer un rendu ou un objet maillé, certaines erreurs peuvent être ignorées du moment où elles n'affectent pas la construction du modèle par la suite.

Pour les objets qui doivent être exportés sous forme de NURBS vers d'autres applications pour des études techniques ou la fabrication, il vaut mieux éliminer le plus grand nombre d'erreurs possible.

Stratégie générale

Qu'il s'agisse d'un fichier créé sous Rhino ou dans une autre application, le processus de résolution de problèmes sera le même. Avec le temps, vous découvrirez des exemples de problèmes récurrents et vous apprendrez à développer des procédures pour les résoudre.

Même si les techniques utilisées varient beaucoup en fonction de chaque fichier, nous nous concentrerons sur une stratégie générale pour la réparation de fichiers à problèmes.

Commencer avec un fichier propre

Lorsque ceci est possible, passer un peu de temps sur l'application d'origine pour exporter un fichier « propre » permettra de gagner beaucoup de temps au moment de l'épuration de ce fichier. Malheureusement, ce n'est pas toujours possible.

Guide de réparation de fichiers

1 Ouvrez le fichier.

2 Cachez ou **effacez** les données inutiles.

Utilisez la commande **SélDup** (*Menu Édition : Sélectionner des objets > Objets dupliqués*) pour rechercher les entités en double et effacez-les ou déplacez-les sur un calque « Double » dans le cas où vous en auriez besoin par la suite.

3 Cachez les courbes et les points.

Utilisez la commande **SélSurfaces** (*Menu Édition : Sélectionner des objets > Surfaces*) pour sélectionner toutes les surfaces ou la commande **SélPolysurfaces** (*Menu Édition : Sélectionner des objets > Polysurfaces*) pour sélectionner toutes les polysurfaces, inversez la sélection avec la commande *InverserSél* (*Menu Édition : Sélectionner des objets > Inverser la sélection*), déplacez les éléments sélectionnés sur un autre calque et désactivez-le. De cette façon, seules les surfaces ou les polysurfaces apparaîtront à l'écran.

4 Lancez une vérification des mauvaises surfaces.

Les commandes **Vérifier** et **SélMauvaisObjets** détermineront si certaines surfaces du modèle présentent des problèmes au niveau de leur structure de données. Déplacez ces surfaces vers un calque « mauvaises surfaces » afin de les épurer plus tard.

Si le mauvais objet est une polysurface, utilisez la commande **ExtraireMauvaiseSurf** pour extraire les mauvaises surfaces de la polysurface originale.

Vous pouvez alors réparer les mauvaises surfaces et utiliser la commande **Joindre** pour les rattacher à la bonne partie de la polysurface.

5 Utilisez un affichage ombré dans la fenêtre et vérifiez le modèle à l'œil nu.

Apparaît-il tel que vous l'espérez ? Manque-t-il des surfaces ? Les surfaces sont-elles plus étendues que ce qu'elles ne devraient ? Les courbes de découpe nécessaires pour la réparation sont peut-être sur le calque « Double ».

6 Regardez le paramètre de **Tolérance absolue** dans la section **Unités** des **Propriétés du document**.

Les valeurs sont-elles raisonnables ? Les tolérances de modélisation doivent être étudiées soigneusement lorsqu'il s'agit de modéliser des surfaces de forme libre. Les bords de surface sont adaptés aux bords avoisinants dans les limites de la tolérance de modélisation spécifiée. Plus la tolérance est petite plus ces surfaces sont complexes et la performance du système en souffre. L'adaptation de bords avec une faible tolérance non prise en charge par vos processus de fabrication en aval ou par la précision des données entrées est une perte de temps.

7 Joignez (*Menu Édition : Joindre*) les surfaces.

Lorsque l'on joint des surfaces, les bords sont joints s'ils entrent dans la tolérance de modélisation spécifiée. Si la distance est en dehors de la tolérance établie, ils ne sont pas joints. Le fait de joindre ne change pas la géométrie. Les bords sont marqués comme assez proches pour être traités comme coïncidents et l'un d'entre eux est alors effacé.

Regardez les résultats dans la ligne de commande. Est-ce que le nombre de polysurfaces est celui que vous attendiez ? Des surfaces doubles apparaissent parfois après l'importation d'un fichier IGES. Normalement, une d'elle sera complète et la deuxième présentera des découpes internes manquantes. Lorsque vous utilisez la commande **Joindre**, vous n'avez aucun moyen de différencier les surfaces qui seront sélectionnées. Si vous pensez que la sélection n'a pas été effectuée correctement, essayez de joindre deux bords libres. S'il n'y a pas de bord libre près de l'endroit où il devrait y en avoir un, **annulez la jonction** et sélectionnez les surfaces en double. Effacez les surfaces les moins complètes et essayez de **Joindre** à nouveau.

8 Regardez s'il y a des bords libres.

Les bords libres sont des bords de surface qui ne sont connectés à aucune autre surface. Lors de la **jonction**, la distance entre les deux bords était plus grande que la tolérance de modélisation précisée. Ceci peut être dû à une modélisation initiale bâclée, des réglages de tolérance erronés lors de l'importation du fichier IGES ou des surfaces en double. Si le nombre de bords libres s'avère très élevé lorsque vous utilisez la commande **MontrerBords** (*Menu Analyse : Outils pour les bords > Montrer les bords*), vous pouvez essayer d'annuler la **jonction**, d'augmenter la valeur de la tolérance absolue et de **joindre** à nouveau le tout. Il est possible que la modélisation originale ait été effectuée avec une tolérance plus grande et l'exportation avec une tolérance plus petite.

Remarque : Vous ne pouvez pas améliorer la tolérance entre des surfaces sans effectuer une remodelisation importante.

9 Joignez les bords libres ou remodelisez.

La jonction de bords libres peut être déconcertante. Il s'agit d'un échange difficile et cela peut causer des problèmes en aval. Si vous voulez joindre des bords pour les importer ensuite en tant que solide ou pour réaliser une opération de maillage comme par exemple exporter un fichier STL, en utilisant la commande **JoindreBord** (*Menu Analyse : Outils pour les bords > Joindre 2 bords libres*) vous ne devriez pas avoir de problème. Si vous coupez des sections et si vous réalisez d'autres opérations de récupération de courbe, les sections présenteront des vides au niveau du croisement avec des bords joints en dehors de la tolérance. Le vide à combler est montré avant d'effectuer la jonction. Si le vide est inférieur au double de votre tolérance, vous pouvez continuer l'opération. Si le vide est trop grand, il est recommandé de modifier ou de reconstruire les surfaces afin de le réduire. Les commandes **Joindre** et **JoindreBord** n'affectent pas la géométrie de la surface. Leur seule action est d'étiqueter les bords comme coïncidents dans les limites de la tolérance spécifiée ou imposée.

10 Réparer les mauvaises surfaces.

Il est recommandé de ne réparer qu'une seule mauvaise surface à la fois et de les **joindre** en polysurface au fur et à mesure. Méthodes, de la plus simple à la plus radicale, pouvant être utilisées pour réparer les problèmes entraînant une erreur dans les résultats de la **vérification** :

- Reconstruire les bords
- Dissocier les courbes de limite et relimiter
- Reconstruire les surfaces (les surfaces changent de forme)

- Remplacer les surfaces - en récupérant les bords des surfaces avoisinantes, en coupant des sections dans les mauvaises surfaces et en construisant des surfaces de remplacement à partir des courbes récupérées.

11 Vérifier les objets.

Dans certains cas, le fait de joindre des surfaces qui passent la vérification peut entraîner une polysurface qui donne une erreur lors de la vérification. Normalement, ceci est dû à des petits segments, ou de petites courbes limites, plus petits que la tolérance de modélisation. Vous devez extraire les surfaces voisines, les vérifier, utiliser la commande **FusionnerBords** (*Menu Analyse : Outils pour les bords > Fusionner des bords*) afin d'éliminer ces petits segments et joindre à nouveau les surfaces. Vous aurez terminé lorsque vous aurez une polysurface fermée qui passe la vérification et qui ne présente pas de bords libres. Lorsque vous joignez et réparez des surfaces, il peut être intéressant d'exécuter la commande **Vérifier** de temps en temps.

12 Exporter.

Lorsque le modèle est épuré et réparé, vous pouvez l'exporter vers IGES, Parasolid ou STEP afin de pouvoir l'importer dans votre application.

Exercice 34—Résolution des problèmes

Pour essayer ces procédures

1 Ouvrez le fichier **Vérifier 01.3dm**

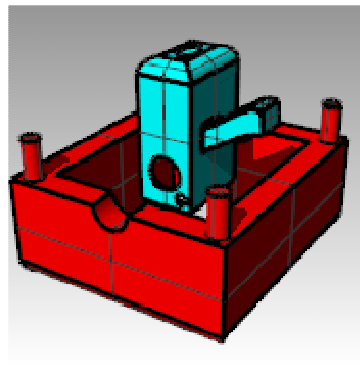
Ce fichier contient un mauvais objet.

2 Trouvez le mauvais objet, réparez-le, relimitiez et rejoignez les surfaces.

3 Ouvrez le fichier **Vérifier 02.igs**.

Ce fichier présente plusieurs problèmes. Il est représentatif des problèmes fréquemment rencontrés avec les fichiers IGES.

4 Après avoir réparé le mauvais objet et l'avoir limité, cherchez d'autres objets dont la limite n'est pas correcte.



16 Maillages

Un maillage définit une forme en utilisant un ensemble de positions. Un maillage connaît la position des sommets mais ne connaît rien sur ce qu'il y a entre les sommets.

Même si Rhino est un modèleur NURBS, il dispose d'outils permettant de créer et de modifier des maillages.

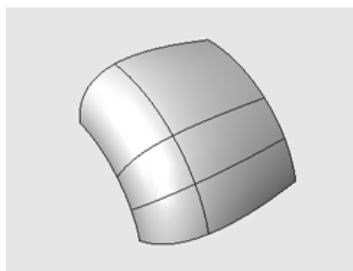
Nous étudierons différentes méthodes de création et d'édition de maillages dans différents objectifs. Les premiers points à prendre en considération lorsque vous devez déterminer quelle technique utiliser pour construire un maillage sont les exigences en aval. Si le maillage est utilisé pour un rendu, les réglages de maillage seront différents de ceux utilisés pour la fabrication (usinage ou prototypage).

Maillages de rendu

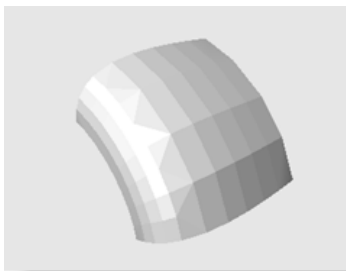
Lorsque vous créez un maillage pour calculer un rendu, l'apparence et la vitesse sont les points les plus importants. Vous devrez essayer d'obtenir un maillage avec un petit nombre de polygones tout en conservant l'aspect voulu. Le nombre de polygones affectera la performance, mais si le nombre de polygones est trop petit, la qualité que vous recherchez pour le rendu final ne pourra peut-être pas être obtenue. En principe, si le modèle a un bon aspect, les réglages sont corrects.

Maillages pour la fabrication

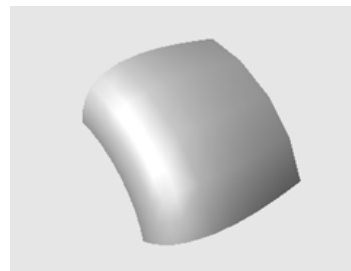
Le maillage pour la fabrication est une situation totalement différente. Vous devrez essayer d'obtenir la plus petite déviation de maillage à partir de la surface NURBS. Le maillage est une approximation de la surface NURBS et toute déviation sera visible sur la pièce lorsqu'elle sera fabriquée.



Surface NURBS originale.



Lorsque le maillage est conçu pour la fabrication, s'il n'est pas assez précis, vous obtiendrez des bords visibles sur vos produits.

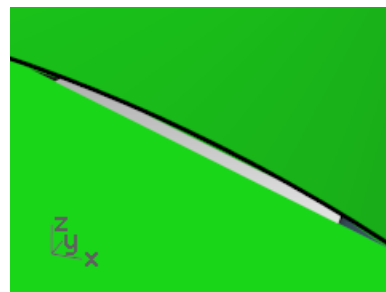


En utilisant les mêmes paramètres de maillage, le système rendu peut cacher les bords et lisser visuellement le maillage pour afficher un aspect lisse.

Exercice 35—Maillage

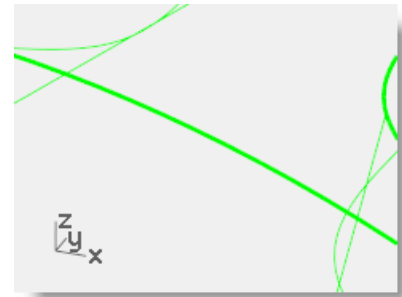
- 1 **Ouvrez** le fichier **Maillage.3dm**.
- 2 Ombrez la fenêtre **Perspective** et contrôlez le bord courbé entre les deux surfaces.

Remarquez tous les vides où l'on peut voir la couleur de fond à travers.



3 Revenez à la vue en mode filaire.

Les bords semblent coïncider exactement. Les vides que vous voyez dans la vue ombrée sont dus au maillage polygonal qu'utilise Rhino pour créer des vues ombrées et rendues. Les polygones sont très grossiers au niveau des bords et ils sont visibles sous forme de facettes.



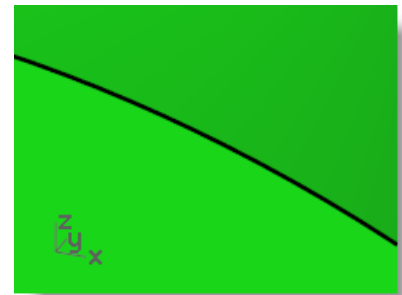
4 Dans la boîte de dialogue **Propriétés du document**, dans la section **Maillage**, cliquez sur **Lisse et lent**.

5 Vérifiez le bord courbé entre les surfaces.

La surface arrondie est plus lisse et plus nette mais les bords présentent toujours des zones de vide.

Même s'il est possible d'utiliser les réglages **personnalisés** pour affiner le maillage polygonal de façon à éliminer les bords dentés, cette opération affectera tous les maillages de rendu du modèle. Par conséquent le temps nécessaire pour créer les maillages sera augmenté et la performance de l'ombrage et du rendu peut être considérablement réduite.

Pour éliminer les vides sans affiner les réglages du maillage, joignez les surfaces adjacentes ensemble.



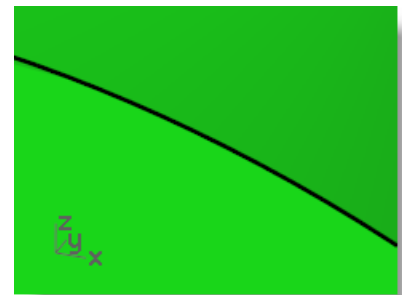
6 Joignez les trois surfaces.

Le maillage est affiné le long de chaque côté des bords joints de façon à ce qu'ils coïncident exactement. Les vides ne sont maintenant plus visibles.

Rhino enregistre ces maillages polygonaux avec le fichier afin de réduire le temps utilisé pour l'ombrage du modèle lorsqu'il sera rouvert. Ces maillages peuvent prendre beaucoup d'espace et donc faire augmenter considérablement la taille du fichier.

7 Dans le menu **Fichier**, cliquez sur **Enregistrement compacté**.

Cette fonction permet d'enregistrer le fichier sans maillages de rendu et sans l'aperçu, afin de réduire l'espace utilisé sur le disque.



Remarque : Les maillages créés par la commande rendu et les modes d'ombrage sur les surfaces NURBS et les polysurfaces sont invisibles en mode filaire et ils ne peuvent être ni modifiés ni séparés de l'objet NURBS. Les maillages de rendu du modèle actuel sont gérés dans la boîte de dialogue **Propriétés du document**, section **Maillage**. De plus, vous pouvez changer les **Paramètres du maillage de rendu** d'un objet dans les **Propriétés** de celui-ci.

Maillages à partir d'objets NURBS

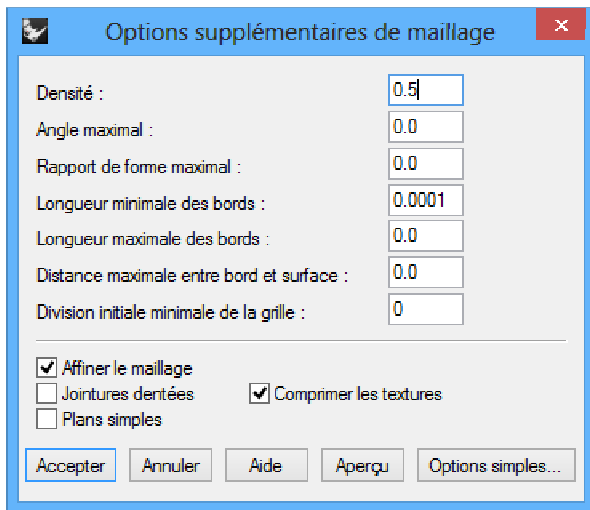
Les maillages créés avec la commande **Maillage** sont visibles et peuvent être modifiés et séparés des objets NURBS à partir desquels ils ont été créés.

Rhino dispose de deux méthodes pour contrôler la densité de maillage : **Options simples** ou **Options détaillées**. Avec **Options simples**, un glisseur est utilisé pour contrôler grossièrement la densité et le nombre de polygones de maillage. Avec **Options supplémentaires** vous pouvez changer les différents paramètres pour contrôler le mode de création du maillage.

Le maillage est créé en trois étapes basées sur les critères suivants : quadrilatères de départ, décomposition et réglage des frontières limites. Ces étapes ne vous sont pas montrées, tout est automatique.

Dans l'exercice suivant, nous verrons les sept options supplémentaires et nous illustrerons leur influence sur le modèle.

Options supplémentaires de maillage



Densité

Utilise une formule pour contrôler la distance entre les bords du polygone et la surface originale. Valeurs comprises entre 0 et 1. Les valeurs plus élevées donnent un maillage avec un plus grand nombre de polygones.

Angle maximal

Il s'agit de l'angle maximal entre les faces adjacentes du maillage. De petites valeurs entraînent des maillages plus lents, plus précis et un plus grand nombre de polygones.

Rapport de forme maximal

Rapport longueur/largeur maximal des triangles dans les quadrilatères du maillage initial.

Longueur minimale des bords

Des valeurs élevées entraînent un maillage plus rapide et moins précis et un plus petit nombre de polygones. Contrôle la longueur minimum des côtés des quadrilatères et des triangles du maillage.

Longueur maximale des bords

De petites valeurs entraînent des maillages plus lents et un plus grand nombre de polygones avec plus de polygones de même taille. Lorsque la case **Affiner le maillage** est cochée, les polygones sont décomposés jusqu'à ce que leurs bords soient plus courts que cette valeur. Il s'agit aussi plus ou moins de la longueur maximale des bords des quadrilatères de la grille de maillage de départ.

Distance maximale entre bord et surface

De petites valeurs entraînent des maillages plus lents, plus précis et un plus grand nombre de polygones. Lorsque l'option **Affiner le maillage** est cochée, les polygones sont décomposés jusqu'à ce que la distance entre le milieu du bord d'un polygone et la surface NURBS soit inférieure à cette valeur. Il s'agit aussi de la distance maximale entre les milieux des bords des polygones et la surface NURBS sur la grille de maillage de départ.

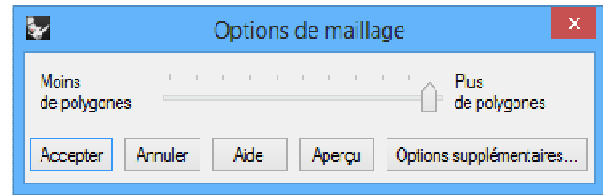
Division initiale minimale de la grille

Des valeurs élevées entraînent un maillage plus lent et plus précis et un plus grand nombre de polygones avec des polygones distribués plus régulièrement. Il s'agit du nombre minimum de quadrilatères dans le maillage avant d'appliquer tout autre raffinement. Si vous définissez un nombre ici et si vous définissez toutes les autres valeurs sur 0, voici le maillage que vous obtiendrez.

Pour créer un maillage en utilisant les options supplémentaires

- 1 Sélectionnez l'objet.
- 2 Lancez la commande **Maillage** (*Menu Maillage : À partir d'un objet NURBS*).

La boîte de dialogue **Options de maillage** s'ouvre.



- 3 Dans la boîte de dialogue **Options de maillage**, cliquez sur **Options supplémentaires**.

La boîte de dialogue **Options supplémentaires de maillage** s'ouvre. Ces paramètres sont enregistrés dans le registre de Windows lorsque vous fermez Rhino.

- 4 Dans la boîte de dialogue **Options supplémentaires de maillage**, définissez les options comme suit :

Densité=0.5

Angle maximal=0.0

Rapport de forme maximal=0.0

Longueur minimale des bords=0.0001

Longueur maximale des bords=0.0

Distance maximale entre bord et surface=0.0

Division initiale minimale de la grille=0

Cochez **Affiner le maillage**.

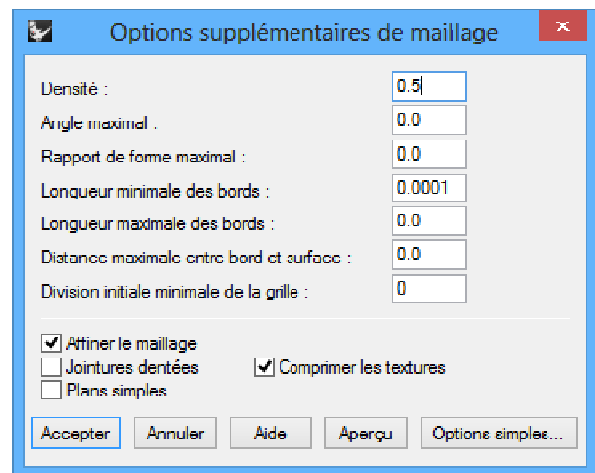
Désactivez **Jointures dentées**.

Désactivez **Plans simples**.

Cochez **Comprimer les textures**.

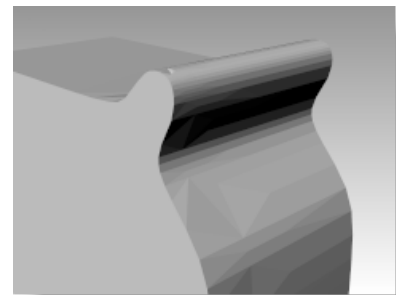
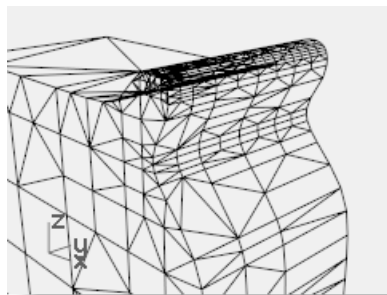
Cliquez sur **Accepter**.

Un maillage est créé en utilisant les paramètres par défaut.



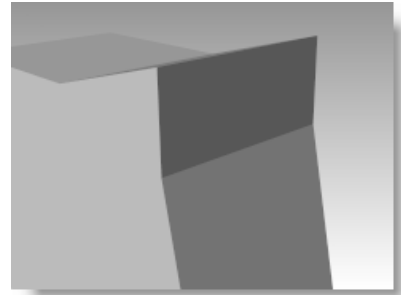
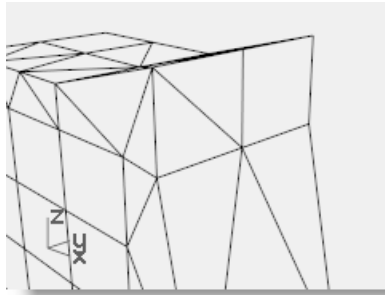
- 5 **Cachez** la polysurface originale, choisissez le mode d'affichage **Rendu** dans la fenêtre et utilisez le mode **Ombre plat** pour voir le résultat.

L'**ombage plat** montre à quoi devrait ressembler le modèle s'il était envoyé en prototypage ou en usinage avec cette densité de maillage.



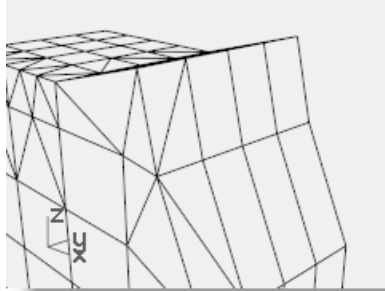
- 6 Annulez** l'opération précédente, répétez la commande **Maillage** et faites les changements suivants dans la boîte de dialogue **Options supplémentaires de maillage** :
Angle maximal=0
Rapport de forme maximal=2
 Cliquez sur **Accepter**.

Remarquez les changements sur le nombre de polygones, la forme du maillage et la qualité du maillage avec un ombrage plat.



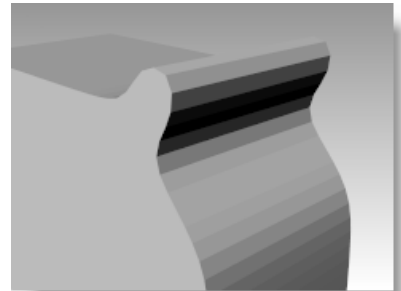
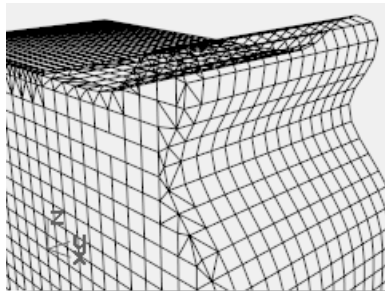
- 7 Annulez** l'opération précédente, répétez la commande **Maillage** et faites les changements suivants dans la boîte de dialogue **Options supplémentaires de maillage** :
Division initiale minimale de la grille=16

Remarquez les changements sur le nombre de polygones, la forme du maillage et la qualité du maillage avec un ombrage plat.



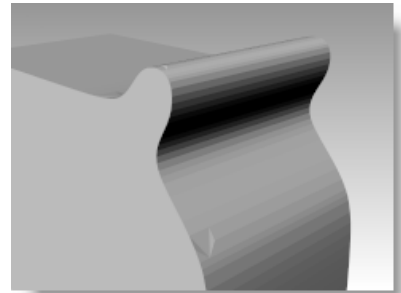
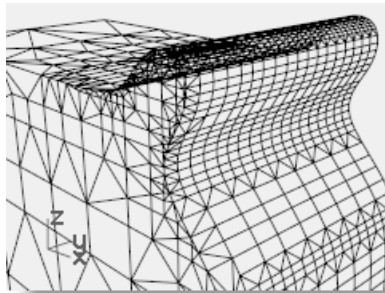
- 8 Annulez** l'opération précédente, répétez la commande **Maillage** et faites les changements suivants dans la boîte de dialogue **Options supplémentaires de maillage** :
Division initiale minimale de la grille=500

Remarquez les changements sur le nombre de polygones, la forme du maillage et la qualité du maillage avec un ombrage plat.



- 9 Annulez** l'opération précédente, répétez la commande **Maillage** et faites les changements suivants dans la boîte de dialogue **Options supplémentaires de maillage** :
Distance maximale entre bord et surface=0,01
Division initiale minimale de la grille=0

Remarquez les changements sur le nombre de polygones, la forme du maillage et la qualité des objets avec un ombrage plat.



PARTIE IV :

Rendu

17 Rendu

Avec Rhino il est facile de créer des images de rendu des modèles. Il suffit d'ajouter des matériaux, des lumières et de calculer le rendu.

Plusieurs options sont disponibles dans le moteur de rendu de Rhino pour vous permettre de créer des effets spéciaux intéressants.

Dans l'exercice suivant vous allez calculer le rendu avec et sans courbes isoparamétriques, ajuster les couleurs, la transparence et la lumière ambiante afin de créer des images avec des effets particuliers.

Exercice 36—Rendu avec Rhino

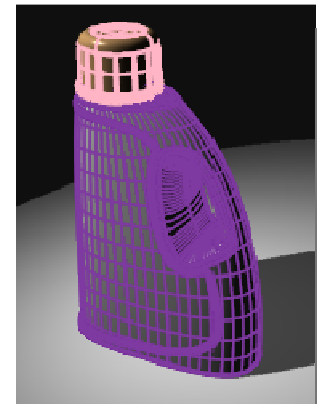
- 1 Ouvrez le fichier **Bouteille en plastique terminée.3dm**.
- 2 Dans le menu **Rendu**, cliquez sur **Module de rendu actuel**, puis sur **Rendu de Rhino**.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Propriétés du document**, section **Rendu Rhino**, descendez jusqu'à la section **Divers** et cochez **Utiliser les lumières des calques désactivés**.
- 4 Sélectionnez la bouteille, utilisez la commande **Propriétés** et, dans la section **Matériau**, assignez une **couleur Gris clair**. Définissez la **Couleur de l'éclat** sur **Bleu clair (R=163, V=163, B=194)** et la **Finition réfléchissante** sur **60**. Nommez le matériau **Plastique bleu**.
- 5 Sélectionnez le bouchon, utilisez la commande **Propriétés** et, dans la section **Matériau**, assignez une **couleur Havane (R=222, V=172, B=112)**. Définissez la **Couleur de l'éclat** sur **Blanc** et la **Finition réfléchissante** sur **90**. Nommez le matériau **Plastique Havane**.
- 6 **Calculez le rendu** dans la fenêtre **Perspective**.



Pour réaliser un rendu en affichant les courbes isoparamétriques

- 1 Lancez la commande **PropriétésDocument**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Propriétés du document**, section **Rendu de Rhino**, descendez jusqu'à la section **Divers** et cochez **Rendu des bords de surface et des isoparamétriques**.
- 3 **Calculez le rendu** dans la fenêtre **Perspective**.

La couleur filaire est la même que celle du calque car l'option **Par calque** est choisie.



- 4** Utilisez la commande **Propriétés** et dans la section **Objet**, choisissez le **noir** pour la **couleur d'affichage** puis calculez le **Rendu** dans la fenêtre en **Perspective**.

Les objets sont rendus avec des courbes isoparamétriques noires.



Pour rendre un matériau transparent et afficher les courbes isoparamétriques lors du rendu

- 1** Utilisez la commande **Propriétés** et dans la section **Matériau**, choisissez une **Transparence** de **70** puis calculez le **Rendu** dans la fenêtre en **Perspective**.

Les objets sont rendus avec des isoparamétriques noires et le matériau est transparent.



- 2** Utilisez la commande **Propriétés** et dans la section **Objet**, choisissez le blanc pour la couleur **d'affichage** puis calculez le **Rendu** dans la fenêtre en **Perspective**.

Les objets sont rendus avec des isoparamétriques blanches et le matériau est transparent.

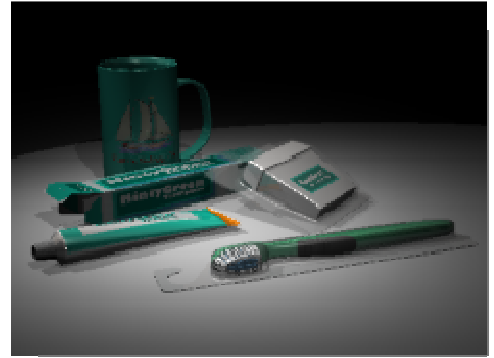
- 3** Essayez ces réglages pour obtenir l'effet désiré.
- 4** Activez le calque **Lumières** et changez les propriétés des lumières pour faire des changements plus subtils.



Propriétés de rendu

Avec le puissant éditeur de matériaux de Rhino, vous pouvez assigner toutes les combinaisons possibles entre les options de couleurs, de réflectivité, de transparence, de reflets, d'images multiples et d'environnements.

Dans l'exercice suivant nous ajouterons des éléments d'environnement, des matériaux et des lumières, nous créerons des matériaux personnalisés, nous éditerons des matériaux, nous ajouterons des décalcomanies aux objets et nous calculerons le rendu d'une scène.

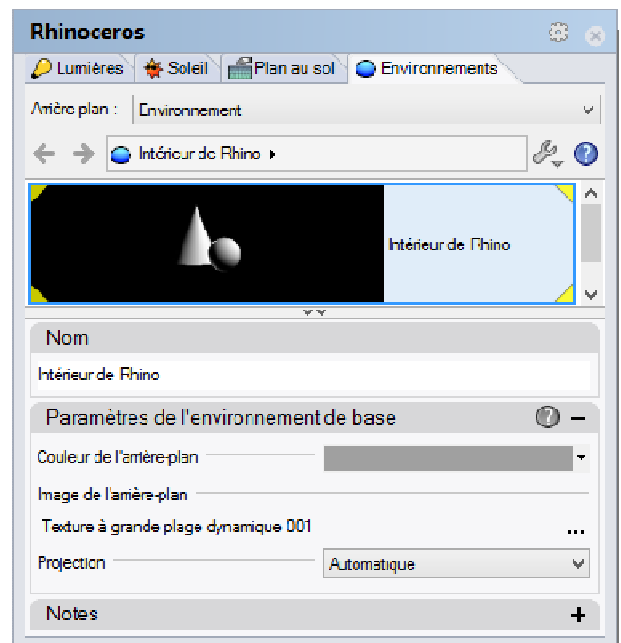


Exercice 37—Rendu d'une scène

Pour définir les propriétés du rendu

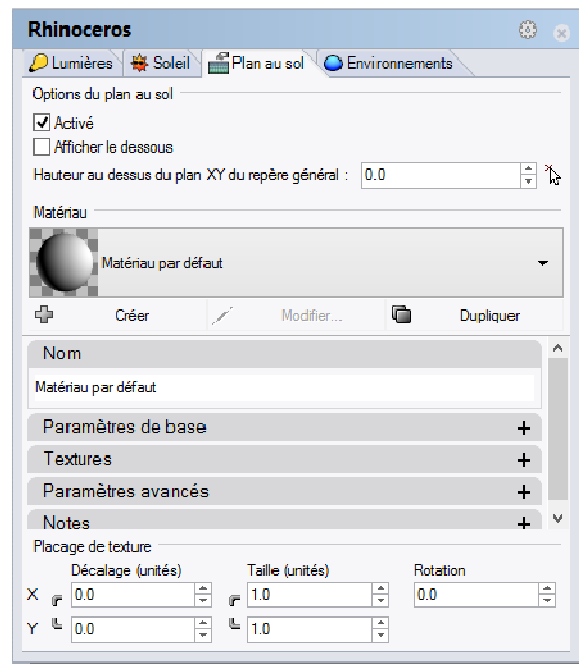
Les propriétés de rendu comprennent les paramètres de l'environnement, du rendu et de la lumière ambiante.

- 1 **Ouvrez** le fichier **Tasse.3dm**.
- 2 Dans le menu **Panneaux**, cliquez sur **Environnements** et **Plan au sol** pour ouvrir les panneaux que nous utiliserons pour définir l'environnement en arrière-plan et ajouter un plan au sol infini dans la scène.
Vous pouvez également cliquer avec le bouton de droite sur l'onglet du panneau Propriétés.
- 3 Dans le panneau **Environnements**, dans la liste des arrière-plans, choisissez **Environnement** et cliquez sur **[+]** pour ajouter un environnement.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Ouvrir**, double-cliquez sur **Environnements**, cliquez sur **Intérieur de Rhino.env** et cliquez sur **Ouvrir**.

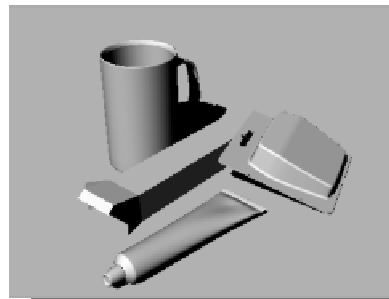


- 5 Dans le panneau **Plan au sol**, cochez **Activé** dans les **Options du plan au sol**.

Le plan au sol sera automatiquement défini avec le matériau par défaut.



- 6 Calculez le rendu dans la fenêtre **Perspective**.



Pour assigner des matériaux aux calques

- 1 Dans le panneau **Calques**, sélectionnez le calque **Fil dentaire - Emballage** et cliquez dans la colonne **Matériau**.
- 2 Dans la boîte de dialogue **Matériau du calque**, choisissez **Plastique clair fin** dans la liste déroulante et cliquez sur **Accepter**.
- 3 Dans le panneau **Calques**, sélectionnez les calques **File dentaire - boîte** et **Dentifrice** puis cliquez dans la colonne **Matériau** de l'un d'eux.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Matériau du calque**, choisissez **Blanc brillant** dans la liste déroulante et cliquez sur **Accepter**.

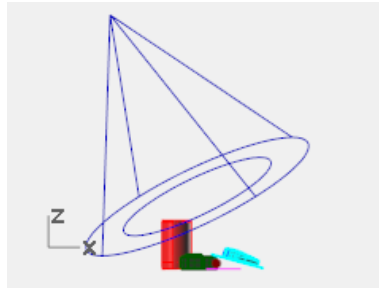
Éclairage de la scène

Jusqu'à présent nous avons utilisé les lumières par défaut de Rhino. Cette lumière invisible vient de derrière le spectateur, sur sa gauche. Elle est suffisante pour éclairer le modèle et vous donner un point de départ. La lumière par défaut n'est allumée que si aucune autre lumière n'est activée et elle ne peut pas être modifiée. Afin de contrôler l'éclairage, nous allons ajouter nos propres lumières.

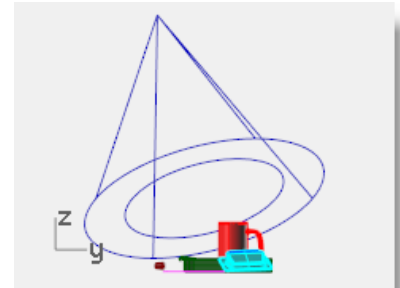
Pour ajouter des lumières

- 1 Dans le menu **Rendu**, cliquez sur **Créer un projecteur**.
- 2 Dessinez un grand projecteur illuminant la scène de face et un peu en hauteur comme indiqué à droite.

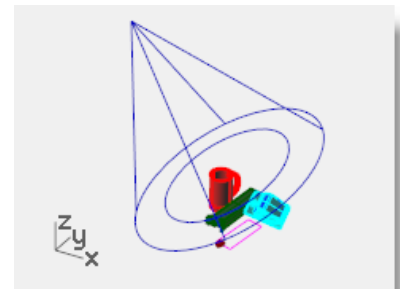
Utilisez le mode élévation ou activez les points de contrôle du projecteur et déplacez-les pour placer la lumière.



Projecteur, vue de face.

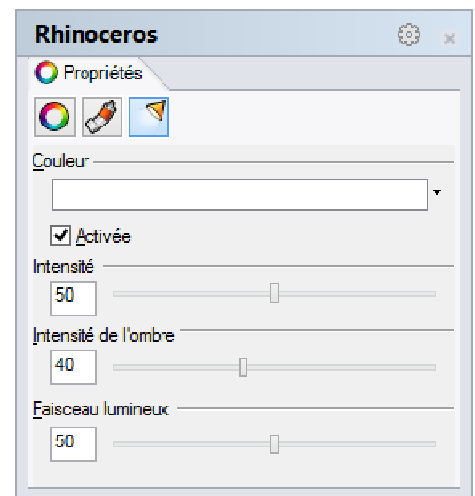


Projecteur, vue de droite.



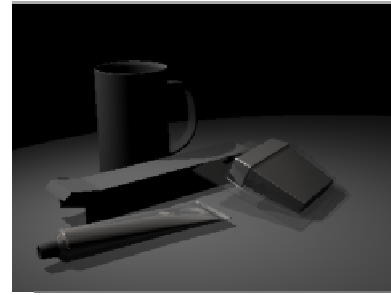
Projecteur, vue en perspective.

- 3 Changez les **Propriétés** de la lumière comme indiqué :
Intensité=50
Intensité de l'ombre=40
Faisceau lumineux=50



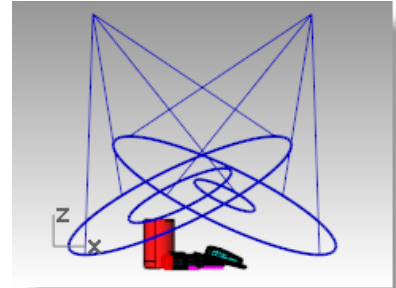
4 Calculez le rendu dans la fenêtre **Perspective**.

L'image est plus agréable mais le rendu sera meilleur si vous ajoutez deux ou trois lumières. Nous allons ajouter une autre lumière pour créer des reflets sur la tasse.



Pour placer une deuxième lumière

- 1 Sélectionnez la première lumière.
- 2 Dans la fenêtre **Dessus**, faites une **symétrie** de la lumière par rapport à l'axe vertical.
- 3 Changez les **Propriétés** de la lumière comme indiqué :
Intensité=40
Intensité de l'ombre=60
Faisceau lumineux=30



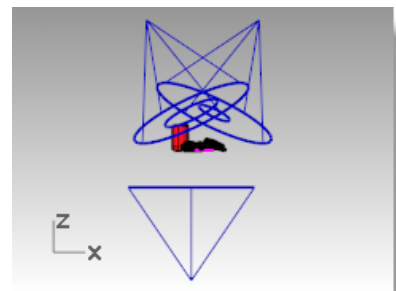
Projecteur, vue de face.

4 Calculez le rendu dans la fenêtre **Perspective**.



Pour ajouter une troisième lumière

- 1 Dans le menu **Rendu**, cliquez sur **Créer un projecteur**.
- 2 Dessinez un grand projecteur illuminant la scène du dessous.
 Cette lumière sera utilisée pour ajouter une petite lumière au-dessous du tube de dentifrice et du fil dentaire.
- 3 Changez les **Propriétés** de la lumière comme indiqué :
Intensité=20
Intensité de l'ombre=0
Faisceau lumineux=25



Projecteur, vue de face.

5 Calculez le rendu dans la fenêtre **Perspective**.

Assurez-vous de régler l'intensité des ombres à 0 afin que la lumière pénètre à travers le plan au sol.



Pour créer un matériau à partir de zéro et l'assigner à un calque

- 1 Ouvrez le panneau **Calques**.
- 2 Dans le panneau **Calques**, sélectionnez le calque **Tasse** et cliquez dans la colonne **Matériau**.
- 3 Dans la boîte de dialogue **Matériau du calque**, cliquez sur **Créer** puis sur **Plus de types**.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Types**, cliquez sur **Matériau de base** et cliquez sur **Accepter**.
- 5 Appelez-le **Céramique verte**.

Définissez les options suivantes :

Couleur = Vert (R=21, V=210, B=180)

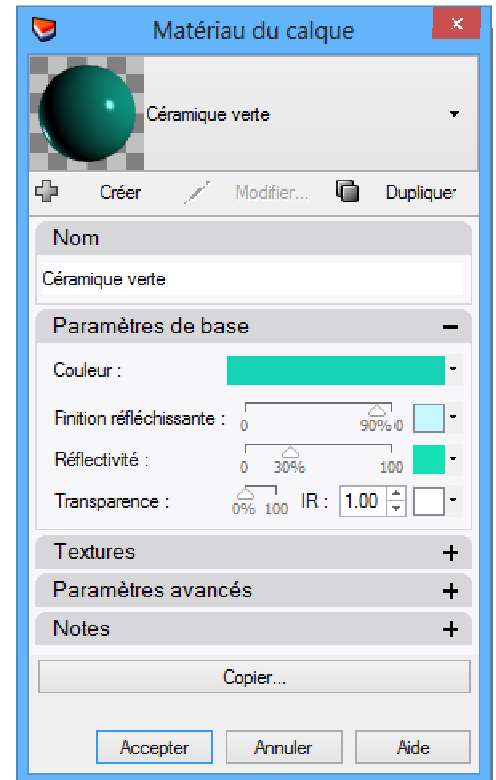
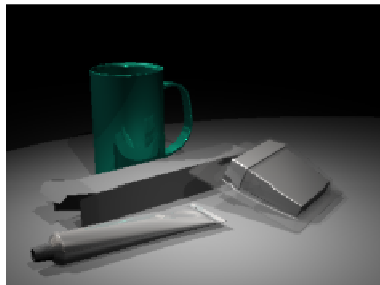
Finition réfléchissante = 90

Couleur de la finition réfléchissante : (R=198, V=247, B=255)

Réfectivité = 30

Couleur de la réfectivité : (R=21, V=225, B=180)

- 6 **Calculez le rendu** dans la fenêtre **Perspective**.



Placages d'images et de relief

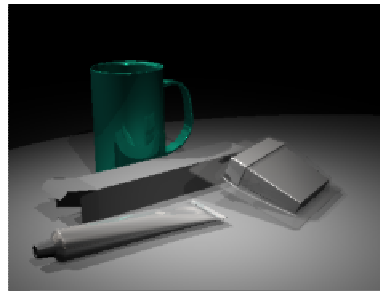
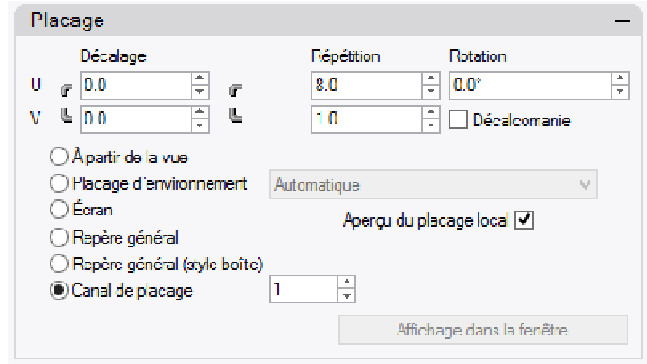
Au lieu de n'utiliser qu'une couleur pour votre matériau, vous pouvez utiliser une image. Vous pouvez scanner des photos ou des objets tels que du papier peint et de la moquette, créer des motifs dans un programme de dessin ou utiliser des images de bibliothèques de textures provenant d'autres systèmes de rendus ou d'autres sources.

Le placage d'image utilise des images pour ajouter des détails au matériau. Vous pouvez utiliser des images pour modifier de nombreux attributs de la surface du matériau y compris la couleur, le motif et la qualité apparente en trois dimensions (relief). Les reliefs algorithmiques ajoutent un effet aléatoire de rugosité ou de dentelage sur la surface.

Pour créer un nouveau matériau à partir d'un matériau existant

- 1 Dans le panneau **Matériaux**, cliquez avec le bouton de droite sur **Blanc brillant** puis sur **Dupliquer**.
- 2 **Nommez** le matériau dupliqué **Dentifrice - bouchon**.
- 3 Dans la section **Textures**, sous **Couleur**, cliquez sur **(vide - cliquer pour assigner)**.
- 4 Dans la boîte de dialogue **Ouvrir**, double-cliquez sur **Relief du tube.png**.
- 5 Dans la section **Textures**, cliquez sur **Relief du tube** pour voir les paramètres supplémentaires.
- 6 Dans la section **Placage**, choisissez **Répétition U = 8**.
- 7 Assignez le nouveau matériau au calque **Dentifrice - bouchon** ou assignez-le à l'objet. Ajustez le placage correctement.
- 8 **Calculez le rendu** dans la fenêtre **Perspective**.

Le bouchon semble rainuré. Le nombre de répétitions détermine le rapprochement entre les rainures.



Décalcomanies

Une décalcomanie est la méthode utilisée par Rhino pour appliquer une image sur une zone spécifique d'un objet.

Le type de placage indique à Rhino comment projeter la décalcomanie sur votre objet. Les quatre types de placages, plan, cylindrique, sphérique et UV sont décrits ci-dessous.

Options de la décalcomanie

Plan

Ce type de placage est le plus commun. Il est utilisé pour effectuer un placage sur des objets plats ou présentant une légère courbure.

Cylindrique

Le placage cylindrique est utile pour placer des décalcomanies sur des objets qui sont courbés dans une seule direction, tels que les étiquettes sur des bouteilles de vin.

La projection cylindrique plaque l'image sur le cylindre de placage de telle sorte que son axe vertical soit placé le long de l'axe du cylindre et son axe horizontal autour de celui-ci.

Sphérique

Le placage sphérique est utile pour placer des images sur des objets qui sont courbés dans deux directions. Lorsque l'image est placée sur la sphère, son axe vertical (hauteur) rejoint les deux pôles et son axe horizontal suit l'équateur.

Flamingo considère que l'équateur de la sphère de placage est parallèle au plan de construction et que l'axe de la sphère est parallèle à l'axe des z du plan de construction. Vous pourrez changer cette orientation par la suite.

UV

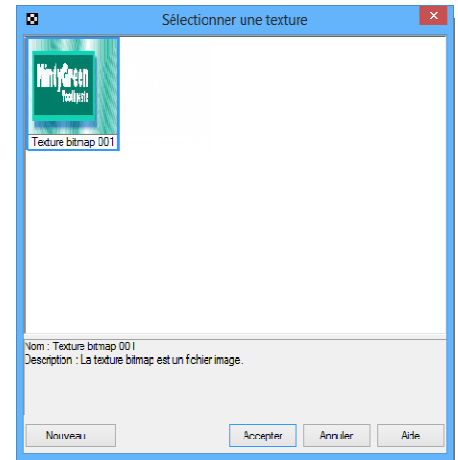
Le placage UV rétrécit ou étire l'image pour qu'elle remplisse toute la surface. Les directions U et V de la surface déterminent la direction selon laquelle le placage est appliqué. Vous ne pouvez pas changer l'orientation du placage.

Le placage UV est utile pour les formes organiques, les cheveux, la peau et les plantes.

Sur les surfaces et polysurfaces limitées, seules quelques parties de l'image apparaîtront lors du rendu. Le placage UV rétrécit ou étire l'image sur tout l'intervalle UV de la surface. Si une partie de cet intervalle a été limitée, les parties correspondantes de l'image ne seront pas visibles.

Pour plaquer une décalcomanie avec une projection plane

- 1 Activez le calque **Plans de référence de la décalcomanie**.
- 2 Sélectionnez la boîte du dentifrice.
- 3 Dans le panneau **Propriétés**, section **Décalcomanies**, cliquez sur **Ajouter**
- 4 Sélectionnez le fichier Minty Green-Boîte_dessus.jpg.
- 5 Cliquez sur **Ouvrir**.
- 6 Cliquez sur **Plan** puis sur **Accepter**.

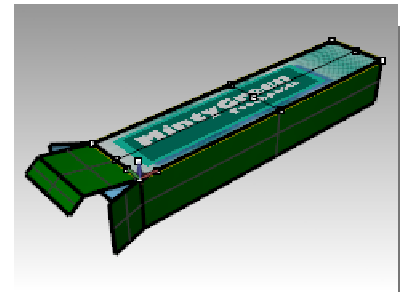


- 7 En utilisant les accrochages aux objets, choisissez les points de référence de la décalcomanie définissant sa **Position** (1), sa **Largeur** et la direction de la **hauteur** (3).

Ces trois points définissent l'emplacement du plan et la grandeur de la décalcomanie. Le plan de la décalcomanie doit reposer sur la surface de l'objet ou doit être placé derrière. La décalcomanie est projetée vers le haut à partir du plan défini. Les portions de la surface se trouvant derrière le plan de la décalcomanie ne se verront pas.

Lorsque la décalcomanie a été placée, vous pouvez utiliser ses points de contrôle pour la déplacer, la faire tourner, l'étirer ou la rétrécir.

- 8 Appuyez sur **Entrée** ou cliquez avec le bouton droit pour confirmer la position.

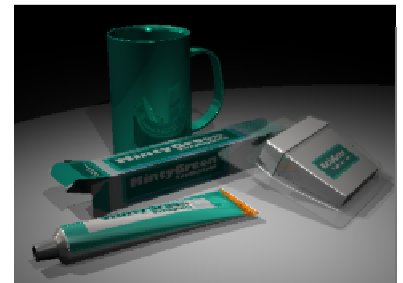


Placer d'autres décalcomanies

- 1 Placez des images sur les autres côtés, sur les volets et sur les extrémités de la boîte.
- 2 Utilisez un placage plan pour placer les décalcomanies sur la boîte du fil dentaire et sur le tube de dentifrice.

Les rectangles magenta ont été créés pour aider à placer les décalcomanies.

- 3 **Calculez le rendu** dans la fenêtre **Perspective**.



Pour plaquer une décalcomanie avec une projection cylindrique

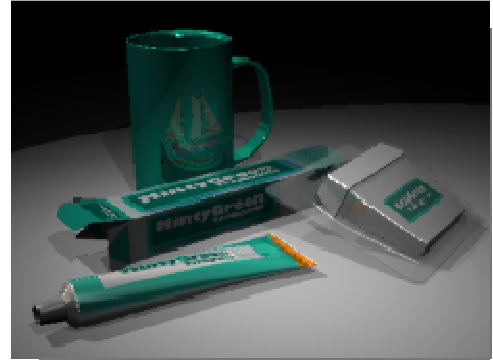
Le cercle du cylindre de placage est parallèle au plan de construction actif et l'axe du cylindre est parallèle à l'axe des z du plan de construction.

- 1 Sélectionnez la tasse.
- 2 Lancez la commande **Propriétés** (*Menu Édition : Propriétés des objets*).
- 3 Dans le panneau **Propriétés**, section **Décalcomanies**, cliquez sur **Ajouter**.
- 4 Sélectionnez le fichier **Bateau-002.tif**.
- 5 Dans la boîte de dialogue **Style de placage de décalcomanie**, cliquez sur **Cylindrique**.

- 6 Utilisez le cercle magenta pour le **Centre du cylindre** et définissez le **rayon** ou le **diamètre** de la décalcomanie.

Lorsque la décalcomanie a été placée, vous pouvez utiliser les points de contrôle pour déplacer, faire tourner, étirer ou rétrécir le cylindre.

- 7 Appuyez sur **Entrée** ou cliquez avec le bouton droit pour confirmer la position.
- 8 **Calculez le Rendu** dans la fenêtre Perspective.



- 9 Activez les calques de la brosse à dent.
- 10 Changez les paramètres des matériaux et des lumières à votre convenance afin d'obtenir le résultat voulu.

