

4.3. Les Courbes (Curves)

Les courbes et les surfaces sont des Objects comme les maillages sauf qu'ils sont exprimés en termes de fonctions mathématiques, plutôt que comme une série de points.

Blender met en oeuvre des courbes et des surfaces de **Bézier** et **NURBS** (Non Uniform Rational B-Splines). Les deux, même si elles suivent des lois mathématiques différentes, sont définies par une série de "vertices de contrôle" qui définit un "polygone de contrôle". La façon dont la courbe ou la surface sont interpolées peut sembler identique, à première vue, aux surfaces de subdivision **Catmull-Clark**. La courbe est "interpolée" alors que la surface est "attirée".

Quand elles sont comparées aux maillages, les courbes et les surfaces ont des avantages et des inconvénients. Puisque les courbes sont définies par moins de données, elles produisent de beaux résultats en utilisant moins de mémoire pendant le temps de modélisation, tandis que la demande augmente pendant le rendu.

Certaines techniques de modélisation, telle que l'extrusion d'un profil le long d'un chemin, ne sont possibles qu'avec des courbes. Mais le contrôle très fin disponible sur une base par-vertex sur un maillage, n'est pas possible avec des courbes.

Il y a des fois où les courbes et les surfaces sont plus avantageuses que les maillages, et des fois où les maillages sont plus utiles. Si vous avez lu les chapitres précédents, et si vous lisez ce chapitre-ci, vous serez capable de choisir d'utiliser les maillages ou les courbes.

Travailler avec des courbes dans **Blender** est très simple et étonnant : il y a très peu de raccourcis quand vous créez des courbes. C'est ce que vous faites avec ces courbes qui fait réellement la différence. Une courbe en elle-même est juste cela, une courbe. Mais une courbe appliquée à une autre courbe peut créer des Objects très complexes.

Quand vous aurez fini de lire et d'apprendre à propos des courbes **Bézier** et **NURBS**, il existe quelques exemples plus avancés sur l'application des courbes dans les tutoriaux associés.



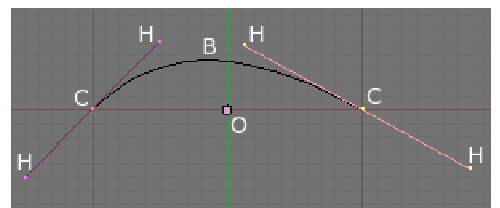
Il y a en particulier un exemple représentatif qui montre comment créer un intéressant logo représentant un oiseau stylisé (image ci-contre). Le tutorial couvre les principaux aspects du travail avec des courbes de **Bézier** en incluant : l'ajout de courbes, le réglage d'une image d'arrière-plan comme gabarit guide et le biseautage de la courbe finale.

4.3.1. Les courbes Béziérs

Les courbes de **Bézier** sont le type le plus généralement utilisé pour concevoir des lettres ou des logos. Elles sont également largement utilisées dans l'animation, à la fois comme chemins pour déplacer les Objects et comme courbes **IPO** pour modifier les propriétés des Objects en fonction du temps.

Il y a trois panneaux conçus pour vous assister dans le travail des courbes et vous permettre de les modifier : **Curve and Surface**, **Curve Tools** et **Curve Tools1**. Chaque panneau possède des boutons qui modifient les caractéristiques des courbes.

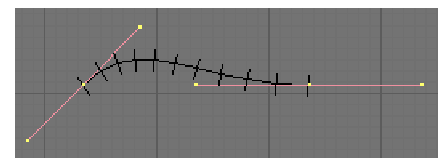
L'image ci-contre présente la courbe la plus basique que vous pouvez créer. Elle est constituée de deux points de contrôle (vertices) appelés **C**, de la courbe elle-même (**B**), de poignées (**H**) et d'un centre d'Object (**O**).



Sélectionner un point de contrôle sélectionne aussi les poignées, et vous permet de déplacer le vertex complet. Sélectionner une (ou plusieurs) poignée(s) vous permet de modifier la forme de la courbe en draguant les poignées.

Pour créer une courbe utilisez l'entrée **Curve > Bézier Curve** du menu **Add** pour ajouter une nouvelle courbe (image ci-dessus). Par défaut, la nouvelle courbe n'existe qu'en **2D**. Par exemple, si vous créez la courbe dans la vue **Top**, la forme de la courbe ne peut être modifiée que dans le plan **XY**. Vous pouvez appliquer des transformations à la courbe, mais vous ne pouvez pas modifier sa forme en **3D**.

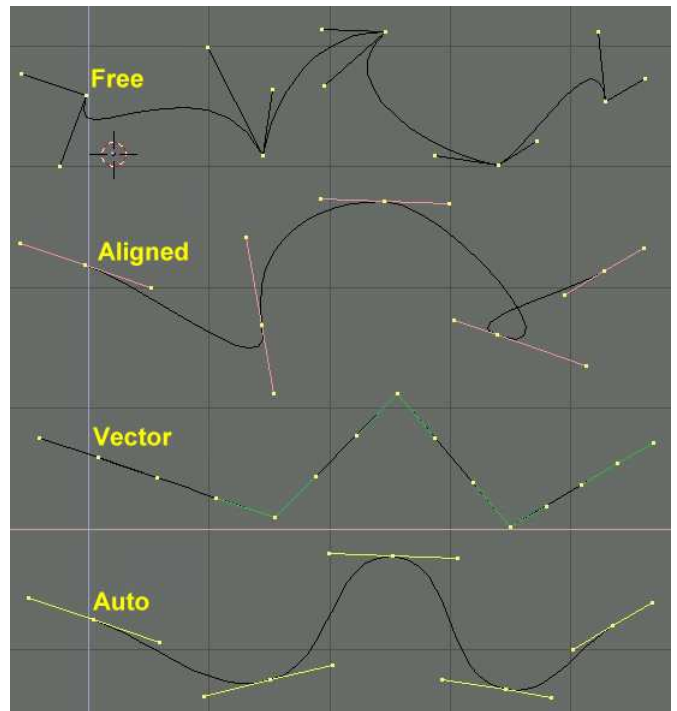
Pour travailler avec une courbe en **3D**, vous devez activer la propriété **3D** de la courbe en utilisant le bouton **3D** du panneau **Curve and Surface**. Vous pouvez constater visuellement qu'une courbe est en **3D** en notant son aspect en 'voie ferrée'. L'image ci-contre présente une courbe en **3D** et l'image ci-dessus présente une courbe en **2D**.



Une poignée est toujours tangente à la courbe. La 'raideur' (steepness) de la courbe **C** est contrôlée par la longueur de la poignée **H**, quelle qu'elle soit.

Il existe quatre types de poignées (image ci-contre) :

- Poignées **Free** (en noir) : Les poignées sont indépendantes les unes des autres. Pour passer en poignées **Free**, utilisez **H**. **H** permet aussi de basculer entre poignées **Free** et poignées **Aligned**.
- Poignées **Aligned** (en pourpre) : Ces poignées se situent toujours sur une ligne droite. Raccourci : **H** (bascule entre poignées **Free** et poignées **Aligned**). La courbe entre et quitte le point de contrôle le long des poignées.
- Poignées **Vector** (en vert) : Les deux parties d'une poignée pointent toujours vers la poignée précédente ou la poignée suivante. Raccourci : **V**.
- Poignées **Auto** (en jaune) : Cette poignée possède une longueur et une direction complètement automatiques, réglées par **Blender** pour assurer le résultat le plus lissé. Raccourci : **SHIFT-H**.

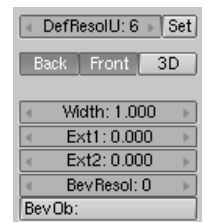


Les poignées peuvent être déplacées, subir une rotation et retaillées exactement comme des vertices ordinaires dans un maillage. Dès que les poignées sont déplacées, le type de poignée est modifié automatiquement :

- Les poignées **Auto** deviennent des poignées **Aligned**;
- Les poignées **Vector** deviennent des poignées **Free**.

Résolution de la Courbe

Bien que la courbe de Bézier soit un Object mathématique continu, elle doit néanmoins être représentée sous forme discrète d'un point de vue de rendu. Ceci est réalisé en réglant une propriété **Resolution**, qui définit le nombre de points qui sont calculés entre chaque paire de points de contrôle.



Une valeur **Resolution** différente peut être réglée pour chaque courbe de Bézier en ajustant le champ **DefResolu**. La valeur par défaut est **6**.

L'image ci-contre est un exemple d'une même courbe (surimposée avec l'aide de **Gimp**), qui montre deux réglages différents de résolution. La courbe de couleur plus claire à une basse résolution de **4**; la courbe commence à sembler linéaire. La courbe de couleur plus sombre a une résolution de **12** et est très lisse.

Note : de hautes résolutions peuvent avoir meilleur aspect, mais elles peuvent ralentir le rendu interactif s'il y a un grand nombre de courbes.



4.3.2. Les courbes NURBS

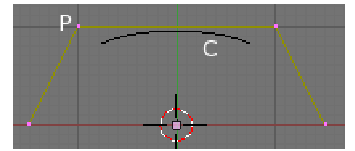
Les courbes **NURBS** sont définies comme des polynômes rationnels, et sont plus générales, à proprement parler, que les courbes **B-Splines** conventionnelles et de **Bézier**, d'autant qu'elles peuvent suivre exactement n'importe quel contour. Par exemple, un cercle de **Bézier** est une approximation polynomiale d'un cercle, et cette approximation est visible, tandis qu'un cercle **NURBS** est exactement un cercle.

Les courbes **NURBS** nécessitent de mieux comprendre les composants sous-jacents qui composent une courbe **NURBS** afin d'en tirer le meilleur parti. Les courbes **NURBS** possèdent un grand ensemble de variables, qui vous permettent de créer des formes mathématiquement pures. Cependant, travailler avec elles nécessite de présenter plus à fond les diverses parties qui compose une courbe **NURBS**.

Les Prérélections **Uniform** et **Endpoint**

Nous commençons avec les **Knots** (ou Noeuds). Les courbes **NURBS** possèdent un vecteur **Knot**, une rangée de nombres qui spécifie la définition paramétrique de la courbe (c'est à dire qu'ils décrivent la portée de l'influence pour chacun des points de contrôle). Souvenez-vous des points de contrôle des courbes de Bézier, les courbes **NURBS** les ont aussi et chaque point de contrôle a une partie quelconque de la courbe le long de son étendue. Les points de contrôle apparaissent sous forme de vertices pourpres.

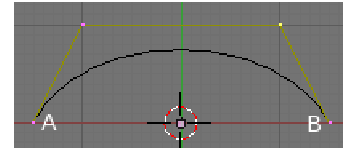
L'image ci-contre présente la courbe NURBS par défaut, créée en utilisant l'item **Curve > NURBS Curve** du menu **Add** et est un exemple de courbe **Uniform**. La courbe elle-même est dessinée en noir, est appelée **C** et les points de contrôle sont dessinés en pourpre; l'un des quatre est appelé **P**.



Vous ne pouvez pas manipuler directement le vecteur **Knot** mais vous pouvez le configurer en utilisant deux pré-sélections : **Uniform** et **Endpoint**.

Le bouton **Uniform** produit une division uniforme pour les courbes fermées, mais quand vous l'utilisez sur des courbes ouvertes, vous obtiendrez des extrémités 'libres', qui sont difficiles à localiser avec précision.

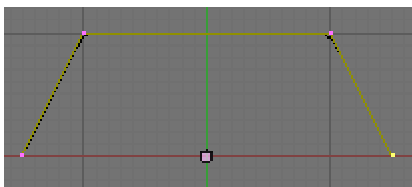
Le bouton **Endpoint** règle le vecteur **Knot** de telle façon que le premier et le dernier vertices font toujours partie de la courbe, ce qui les rend plus facile à placer. L'image ci-contre est un exemple d'application du bouton **Endpoint** sur la courbe **Uniform** par défaut (image ci-dessus). Vous pouvez voir que la courbe a maintenant été 'poussée' vers les points de contrôle d'extrémité, appelés **A** et **B**.



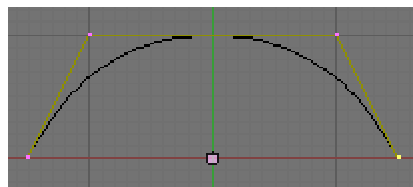
Le Champ **Order**

Le champ **Order** est la 'profondeur' ou degré de la courbe (c'est à dire que vous spécifiez avec quelle importance les points de contrôle sont pris en compte pour le calcul de la forme de la courbe).

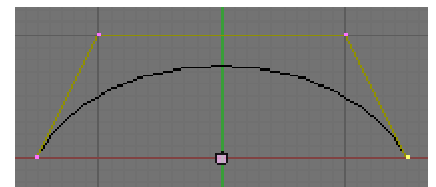
Order 1 est un point (et n'est pas un réglage de profondeur disponible), **Order 2** est linéaire (image de gauche ci-dessous), **Order 3** est quadratique (image du centre ci-dessous), **Order 4** (image de droite ci-dessous) et ainsi de suite. L'intervalle valide va de **2** à **6**. Notez que la fonction **Order** éloigne de plus en plus la courbe des points de contrôle.



Courbe **Order 2**



Courbe **Order 3**



Courbe **Order 4**

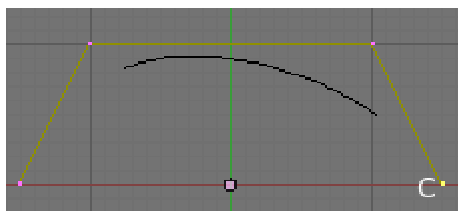
Si votre courbe à **6** points de contrôle (ou plus), le champ **Order** ne peut pas être réglé plus haut que **6**. **6** est la valeur **Order** la plus élevée permise. Si vous avez moins de **6** points de contrôle, la valeur **Order** la plus élevée est limitée par le nombre de points de contrôle. Par exemple, si votre courbe a **5** points de contrôle, alors la valeur **Order** la plus élevée permise est **5**.

Toujours utiliser une valeur **Order** de **5**, si possible, pour des chemins **Curve** car ils deviennent fluides en toutes circonstances, sans produire de discontinuités irritantes dans le mouvement. Par exemple, si vous avez un cube assigné à se déplacer le long d'un chemin **NURBS** avec une valeur **Order** de disons **2**, alors le cube semblera se déplacer avec des soubresauts le long du chemin.

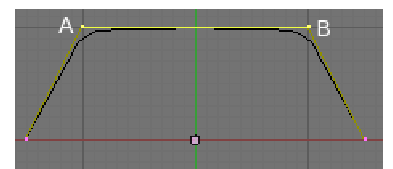
Note : Mathématiquement parlant, la valeur **Order** représente à la fois le numérateur et le dénominateur du polynôme rationnel défini par la courbe **NURBS**.

La valeur **Weight**

Les courbes **NURBS** possède une valeur **Weight** (ou poids) assigné à chaque point de contrôle qui contrôle l'intensité de la "traction" de chacun sur la courbe. Pensez à ceci comme si chaque point de contrôle avait un bras qui atteint et maintient la courbe et qui essaie de tirer dessus. Plus la valeur **Weight** est grande, et plus les points de contrôle tirent sur la courbe, voyez les images ci-dessous (à gauche, **Weight** = **5** et à droite, **Weight** = **20**). L'intervalle valide de réglage pour la valeur **Weight** va de **0.1** à **100.0**.



La valeur **Weight** de **20** pousse la courbe vers le point de contrôle **C**. Chaque point de contrôle peut avoir un réglage différent de la valeur **Weight**. Tandis que la valeur **Weight** augmente pour un point de contrôle, la courbe se rapprochera de ses points de contrôle. Si les valeurs **Weight** sont suffisamment grandes, la courbe suivra pratiquement les points de contrôle (voir l'image ci-contre pour une valeur **Weight** de **100**).



Les points de contrôle peuvent en fait entrer en compétition les uns avec les autres. Par exemple, le point de contrôle avec la valeur **Weight** la plus élevée attirera la courbe vers lui en l'éloignant des autres. Si tous les points de contrôle possèdent la même valeur **Weight**, alors l'action de ces valeurs est en fait abandonnée, comme si aucun point de contrôle n'avait de valeur **Weight**.

Dans l'image ci-dessus, les deux points de contrôle supérieurs, **A** et **B**, ont leur valeur **Weight** réglée à **100.0**. Les points de contrôle à l'opposé ont leur valeur **Weight** réglée à **1.0**. Vous pouvez voir que la courbe est 'attirée' vers les points de contrôle **A** et **B**. Et avec une valeur **Weight** aussi élevée, la courbe suit presque totalement les points de contrôle.

Sur le panneau **Weight**, il y a quatre pré-sélections **Weight** qui fournissent des réglages typiques pour la valeur **Weight** pour certains types d'agencements des points de contrôle. Certains génèrent des réglages de valeurs **Weight** qui sont utilisés pour des points de contrôle qui forment des cercles.

Pour voir la valeur **Weight** d'un point de contrôle, ouvrez le panneau **Transform Properties** en utilisant **N** et regardez dans le champ **Vertex W**. Le champ **Weight** n'affiche pas la valeur **Weight** en fait.

La valeur **Resolution**

Comme pour les courbes de Bézier, la valeur **Resolution** des courbes **NURBS** peut être contrôlée à partir du panneau **Curve Tools**.

Ouvrir – Fermer – Effacer – Joindre (Opening-Closing-Deleting-Joining)

Comme avec les courbes de Bézier, ouvrir, fermer, effacer et joindre des courbes **NURBS** sont exécutés en utilisant les mêmes raccourcis avec les mêmes règles d'application (voir le paragraphe sur les courbes de Bézier).

4.3.3. Les Menus de l'Entête pour les Courbes

Le menu **View**

- **Space Handler Scripts** > None Available :
- **Play Back Animation** (ALT A) :
- **Maximise Window** (CTRL UPARROW) :
- **View All (Home)** :
- **View Selected** (NUMPAD.) :
- **Set Clipping Border** (ALT B) :
- **Align View** >
 - **Center View to Cursor** (C) :
 - **Center Cursor and View All** (SHIFT C) :
 - **Align Active Camera to View** (CTRL ALT NUMPAD0) :
 - **Align View to Selected** (NUMPAD*) :
- **View Navigation** >
 - **Camera Fly Mode** (SHIFT F) :
 - **Orbit Left** (NUMPAD4) :
 - **Orbit Right** (NUMPAD6) :
 - **Orbit Up** (NUMPAD8) :
 - **Orbit Down** (NUMPAD2) :
 - **Pan Left** (CTRL NUMPAD4) :
 - **Pan Right** (CTRL NUMPAD6) :
 - **Pan Up** (CTRL NUMPAD8) :
 - **Pan Down** (CTRL NUMPAD2) :
 - **Zoom In** (NUMPAD+) :
 - **Zoom Out** (NUMPAD-) :
 - **Reset Zoom** (NUMPAD ENTER) :
- √ **Global View** (NUMPAD/) :
- **Local View** (NUMPAD/) :
- √ **Orthographic** (NUMPAD5) :
- **Perspective** (NUMPAD5) :
- **Cameras** >
 - **Set Active Object as Active Camera** (CTRL NUMPAD0) :
 - **Camera (Active)**
- **Side** (NUMPAD3) :
- **Front** (NUMPAD1) :
- √ **Top** (NUMPAD7) :
- **Camera** (NUMPAD0) :
- **User**

- **Background Image ...** :
- **View Properties ...** :
- **Render Preview...** (SHIFT P) :

Le menu Select

- **Less** (CTRL NUMPAD-) : Comme pour un Maillage, cette commande désélectionne les points de contrôle des deux côtés de l'objet **Curve** sélectionné.
- **More** (CTRL NUMPAD+) : Comme pour un Maillage, cette commande sélectionne les points de contrôle des deux côtés de l'objet **Curve** sélectionné.
- **Select Previous** : Cette commande permet de sélectionner le point précédant de l'objet **Curve** par rapport à ceux déjà sélectionnés. Accessible uniquement par menu.
- **Select Next** : Cette commande permet de sélectionner le point suivant de l'objet **Curve** par rapport à ceux déjà sélectionnés. Accessible uniquement par menu.
- **Select/Deselect Last** : Cette commande permet de sélectionner/désélectionner le dernier point de contrôle de l'objet **Curve** en mode **Edit**.
- **Select/Deselect First** : Cette commande permet de sélectionner/désélectionner le premier point de contrôle de l'objet **Curve** en mode **Edit**.
- **Inverse** :
- **Select/Deselect All** (A) :
- **Border Select** :

Le menu Curve

Ce menu permet principalement d'éditer les objets **Curve**.

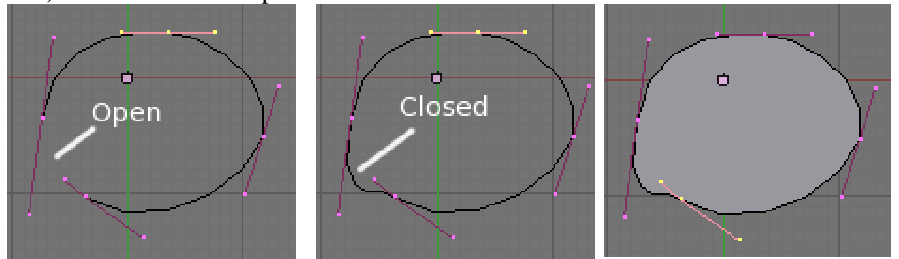
- **Show/Hide Control Points** >
 - **Show Hidden** (ALT H) :
 - **Hide Selected** (ALT CTRL H) :
- **Proportional Falloff** >
 - $\sqrt{\quad}$ **Smooth** (SHIFT O) :
 - **Sphere** (SHIFT O) :
 - **Root** (SHIFT O) :
 - **Sharp** (SHIFT O) :
 - **Linear** (SHIFT O) :
 - **Random** (SHIFT O) :
 - **Constant** (SHIFT O) :
- **Proportional Editing** (O) :
- **Segments** >
 - **Subdivide**
 - **Switch Direction**
- **Control Points** >
 - **Tilt** (T) :
 - **Clear Tilt** (ALT T) :
 - **Separate** (P) :
 - **Automatic** (SHIFT H) : Poignées **Auto** (en jaune) : Cette poignée possède une longueur et une direction complètement automatiques, réglées par **Blender** pour assurer le résultat le plus lissé.
 - **Toggle Free/Aligned** (H) : Les poignées **Free** (noires) sont indépendantes les unes des autres. Les poignées **Aligned** (pourpres) se situent toujours sur une ligne droite. Le raccourci **H** permet de basculer entre poignées **Free** et poignées **Aligned**. La courbe entre et quitte le point de contrôle le long des poignées.
 - **Vector** (V) : Les deux parties d'une poignée **Vector** (verte) pointent toujours vers la poignée précédente ou la poignée suivante.
 - **Make Vertex Parent** (CTRL P) :
 - **Add Hook** (CTRL H) :
- **Delete...** (mode **Edit** – Raccourci : **X**) : Cette commande permet d'effacer un (ou plusieurs) Segment(s). Un segment est défini implicitement en sélectionnant deux points de contrôle adjacents. Vous ne pouvez pas sélectionner explicitement un segment; vous devez sélectionner deux points de contrôle adjacents. Une fois que ces points de contrôle sont sélectionnés, vous pouvez utiliser l'item **Segment** du menu **Erase/Delete**.

Conseil Pratique : Vous pouvez effacer plusieurs segments ensemble en sélectionnant plus de points de contrôle (ou de poignées). Utilisez alors l'item **Selected** du menu **Erase/Delete**.

Vous ne pouvez pas fermer une courbe en joignant ses extrémités par un segment; vous devez fermer la courbe en utilisant la fonction **Toggle Cyclic**. Vous obtiendrez une erreur **Can't make segment** si vous essayez d'effectuer une jonction en utilisant les points de contrôle de départ et de fin d'une courbe.

- **Toggle Cyclic** (mode **Edit** – Raccourci : **C**) : Cette commande permet d'ouvrir et fermer une Courbe.

La commande **Toggle Cyclic** bascule entre une courbe ouverte et une courbe fermée. La forme du segment de fermeture est basée sur les poignées. La seule fois où une poignée est ajustée après la fermeture est quand la poignée est une poignée **Auto**. Les deux images de gauche ci-contre montre la même

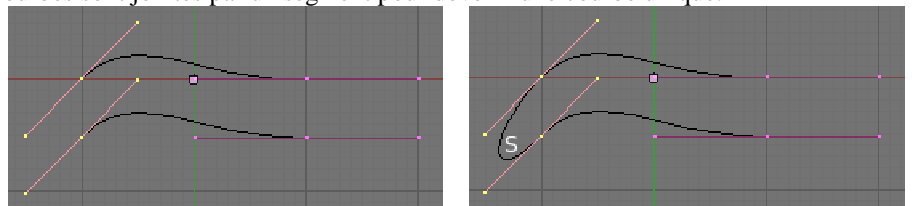


courbe ouverte et fermée. Cette action ne fonctionne que sur le point de contrôle de départ original ou sur le dernier point de contrôle ajouté. Effacer un (ou plusieurs) segment(s) ne modifie pas la façon dont l'action s'applique; elle agit toujours le point de contrôle de départ ou sur le dernier point de contrôle. Ceci veut dire que le raccourci **C** peut réellement joindre deux courbes au lieu de fermer une courbe unique.

Si la courbe est fermée, elle est automatiquement considérée comme une surface réelle. Ceci veut dire qu'elle est rendue comme un solide (image ci-dessus à droite) et qu'il est possible d'en faire un rendu avec **F12**.

- **Make Segment** (mode **Edit** – Raccourci : **F**) : Cette commande permet de joindre deux Courbes. Joindre des courbes est réellement l'acte de créer un segment entre les deux courbes. Pour joindre deux courbes séparées, utilisez un point de contrôle de chaque courbe. Les deux courbes sont jointes par un segment pour devenir une courbe unique.

L'image de droite est le résultat de la jonction des deux courbes de l'image de gauche. Le segment **S** est le nouveau segment joignant les deux courbes.



- **Duplicate** (SHIFT D) :
- **Extrude** (mode **Edit** – Raccourci : **E**) : Cette commande permet d'ajouter un nouveau segment. Une fois qu'une courbe est créée, vous pouvez ajouter de nouveaux segments en l'extrudant. Chaque nouveau segment est ajouté à la fin de la courbe. Un nouveau segment ne sera ajouté que si un vertex unique, ou poignée, à l'extrémité de la courbe est sélectionné. Si deux (ou plusieurs) vertices sont sélectionnés, rien n'est ajouté.
- **Insert Keyframe** (I) :
- **Snap** >
 - **Selection -> Grid** (SHIFT S) :
 - **Selection -> Cursor** (SHIFT S) :
 - **Cursor -> Grid** (SHIFT S) :
 - **Cursor -> Selection** (SHIFT S) :
 - **Selection -> Center** (SHIFT S) :
- **Mirror** >
 - **X Global** (CTRL M)
 - **Y Global** (CTRL M)
 - **Z Global** (CTRL M) :
 - **X Local** (CTRL M)
 - **Y Local** (CTRL M)
 - **Z Local** (CTRL M) :
 - **X View** (CTRL M)
 - **Y View** (CTRL M)
 - **Z View** (CTRL M) :
- **Transform** >
 - **Grab/Move** (G) :
 - **Grab/Move on Axis** >
 - **X Global** (G,X)
 - **Y Global** (G,Y)
 - **Z Global** (G,Z) :
 - **X Local** (G,X,X)
 - **Y Local** (G,Y,Y)
 - **Z Local** (G,Z,Z) :
 - **Rotate** (R) :
 - **Rotate on Axis** >
 - **X Global** (R,X)
 - **Y Global** (R,Y)
 - **Z Global** (R,Z) :

- X Local (R,X,X)
- Y Local (R,Y,Y)
- Z Local (R,Z,Z) :
- Scale (S) :
- Scale on Axis >
 - X Global (S,X)
 - Y Global (S,Y)
 - Z Global (S,Z) :
 - X Local (S,X,X)
 - Y Local (S,Y,Y)
 - Z Local (S,Z,Z) :
- Tilt (T) :
- Shrink/Fatten Radius (ALT S) :
- To Sphere (CTRL SHIFT S) :
- Shear (CTRL S) :
- Warp (SHIFT W) :
- Push/Pull (SHIFT P) :
- ObData to Center :
- Transform Properties... (N) :
- Reload Original (U) :