

## 12.5 – Les Contraintes (Constraints)

### 12.5.1. Ajouter des Contraintes aux Bones

Mode : mode **Pose** – Raccourci : **CTRL ALT C**, **ALT C** - Menu : **Pose > Add Constraint to Bone...** et **Pose > Clear Constraints...**

Les Contraintes sont des caractéristiques d'Objet qui définissent des relations spatiales entre des Objets, et représentent la méthode standard pour contrôler des personnages parmi tous les packages d'animation 3D qui implémentent toujours une approche plus traditionnelle de l'animation digitale de personnages. Dans **Blender**, des Contraintes peuvent être associées à n'importe quel type d'Objet (et en particulier à l'Objet Bone), mais toutes les Contraintes ne fonctionnent pas forcément avec les Bones, et toutes les Contraintes ne fonctionnent pas forcément avec des Objets du monde réel.

Une Contrainte est ce qui rend tout plus facile, plus magique, plus automatique, plus personnalisable, etc., dans un squelette (rig). Elle indique à un Bone (ou à un Objet) de faire quelque chose de spécial basé sur la position d'un autre Objet, et sur la position de l'Objet contraint lui-même. Il existe de nombreux types de Contraintes disponibles. La plupart fonctionneront n'importe où, mais la Contrainte **IK Solver** ne sera disponible que dans le mode **Édit** ou le mode **Pose** pour une Armature.

### 12.5.2. Le Panneau Constraints (The Constraint Panel)

Vous pouvez ajouter une Contrainte à un Objet (ou à un Bone) en passant dans le Contexte **Object (F7)** pour les Objets et les Bones. Allez dans le panneau **Constraints** comme celui-ci (notez qu'il est alors généralement vide). Ce panneau apparaît aussi dans le Contexte **Édit (F9)** quand vous êtes en mode **Édit** (ou en mode **Pose**) pour une **Armature**.

Après que vous ayez pressé le bouton **Add Constraint** et sélectionné le type de Contrainte voulu dans le menu (le choix dont vous disposez est décrit plus loin dans le chapitre 12.5.3), un bloc est ajouté à la pile. L'interface est presque la même que pour la pile des Modificateurs. Chaque bloc représente une entrée. Voici ce que vous obtenez :

La Contrainte sera liée à l'Objet actif (ou au Bone sélectionné actif) et cela est indiqué par le label **To Object:** (ou **To Bone:**) à droite du menu **Add Constraint**.

Les Contraintes sont évaluées dans un ordre spécifique : du haut vers le bas de la pile des Contraintes. Cet ordre peut être visualisé et modifié dans le panneau **Constraints**. Chaque Contrainte possède une paire de boutons fléchés à droite du nom de la Contrainte, qui peuvent être utilisés pour déplacer la Contrainte vers le haut ou vers le bas dans la pile des Contraintes. La petite croix à droite de ces boutons peut être utilisée pour effacer la Contrainte de la pile. Vous pouvez ouvrir/fermer le bloc de la Contraint avec le petit triangle à gauche de son nom générique. Vous pouvez modifier le nom de la Contrainte en cliquant son champ **Name** quand son interface est ouverte.

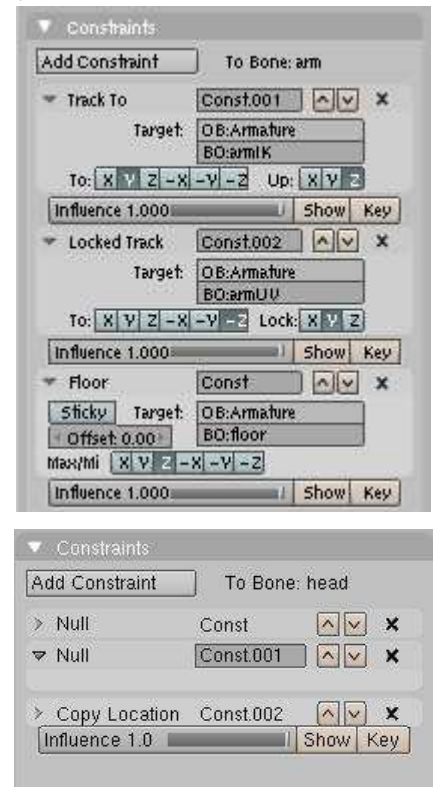
Le champ **Name** de la Contrainte nouvellement ajoutée apparaîtra en rouge, ce qui indique que la Contrainte n'est pas fonctionnelle. Dans ce cas-ci, c'est parce que la nouvelle Contrainte n'a pas encore de cible désignée. Toutes les Contraintes nécessitent un Objet **Target** (un Objet du monde réel ou un Bone d'une **Armature**). Vous devez entrer le nom de l'Objet **Target** désiré dans le champ **Target: OB:**. Quand vous voulez qu'un Bone d'Armature soit la cible, entrez le nom de l'Objet **Armature** comme cible. Un nouveau champ avec **BO:** apparaîtra alors, dans lequel vous pouvez taper le nom du Bone **Target**. Quand vous remplissez ces champs, souvenez-vous d'utiliser la complétion automatique en utilisant **TAB**.

Une autre raison pour laquelle le champ **Name** d'une Contrainte passe en rouge est que les réglages de cette Contrainte sont invalides ou en conflit. Par exemple, une Contrainte **Track To** pour laquelle les vecteurs **To** et **Up** sont tous deux réglés à **Z**.

L'influence d'une Contrainte sur les position/rotation/taille réelles de l'Objet peut être définie avec le curseur **Influence** qui permet de définir l'importance de cette influence sur la pile. Si la dernière Contrainte a une **Influence** de 0.5, elle partagera le résultat avec celles placées avant elle. Cette action peut être liée à une courbe **IPO**, et le bouton **Show** (situé à droite du curseur **Influence**) fera apparaître pour vous cette courbe **IPO** correcte dans la fenêtre de l'éditeur **Ipo Curve** afin que vous puissiez l'éditer (vous pouvez aussi cliquer sur la jaquette blanche de la Contrainte). Le bouton **Key** à sa droite peut être utilisé pour ajouter une Image-Clé à la courbe **IPO**.

Quand vous travaillez sur une **Armature** en mode **Pose**, les Bones changeront de couleur s'ils contiennent une Contrainte. Cette couleur des Bones dans la **Vue 3D** indique le type de Contrainte qui est utilisée :

- **Gris** : Pas de Contrainte.
- **Jaune** : Un Bone avec une Contrainte **IK Solver**.
- **Orange** : Un Bone avec une Contrainte **IK Solver** mais pas de cible.
- **Vert** : Un Bone avec n'importe quel autre type de Contrainte.
- **Bleu** : Un Bone qui est animé avec des Images-Clés.



- **Pourpre** : La racine **Stride** (Stride Root).

**Conseil Pratique** : Il est possible de copier des Contrainte depuis un Objet/Bone vers une série d'Objets/Bones. C'est une chose utile à savoir quand vous effectuez une tâche répétitive comme par exemple, appliquer un squelette (rigging) à tous les doigts d'une main. Sélectionnez simplement tous les Objets/Bones à qui vous voulez donner une copie de la Contrainte, et ensuite sélectionnez l'Objet/Bone qui contient cette Contrainte. Pressez **CTRL C** dans la **Vue 3D**, et sélectionnez l'option **Object Constraints** dans le menu qui apparaît. Il s'agit en fait ici de copier la Contrainte appliquée à l'Objet actif à la sélection d'Objets.

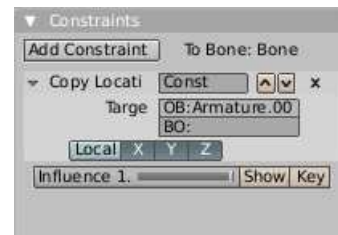
### 12.5.3. Les Types de Contraintes (Constraint Types)

Plusieurs Contraintes sont possibles ensembles. Toutes s'appliquent aux Bones, certaines s'appliquent également aux autres Objets :

#### La Contrainte **Copy Location**



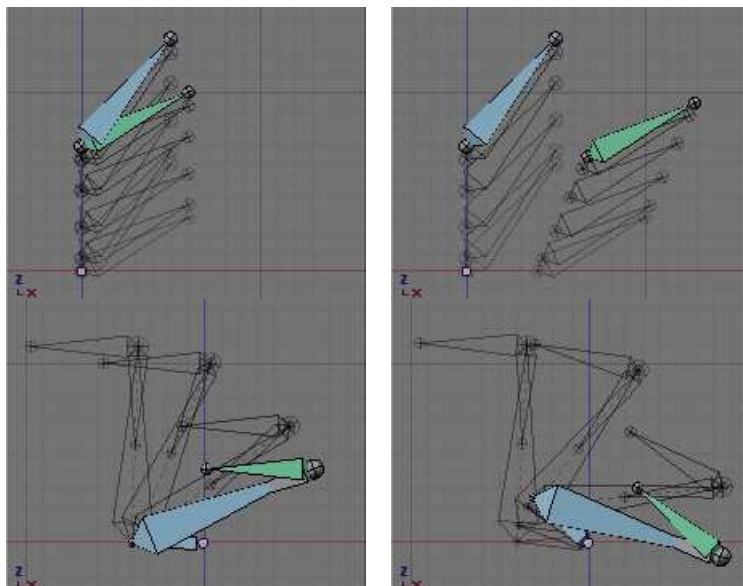
Cette Contrainte force l'Objet contraint à copier la position d'un Objet **Target**. Le champ **Target: OB:** vous permet d'entrer le nom de cet Objet **Target**. Vous pouvez aussi indiquer à **Blender** de ne travailler que selon un axe sélectionné via les trois boutons **X**, **Y** et **Z**. Une valeur **Influence** moindre draguera moins l'Objet contraint et moins vers l'Objet **Target**. Si l'Objet est une **Armature**, un nouveau champ **BO:** apparaîtra pour vous permettre d'indiquer quel Bone sera l'Objet **Target**. N'oubliez pas la complétion par **TAB** quand vous entrez le nom de votre Objet/Bone!



Quand cette Contrainte est utilisée sur un Bone et qu'un autre Bone est la cible, un nouveau bouton – appelé **Local** – apparaît à côté des boutons **X**, **Y** et **Z**. L'utilisation du bouton **Local** fait que les valeurs de translation locales de la cible sont données à l'Objet contraint. En position au repos, tous les Bones sont à la position Locale (0,0,0).

A gauche, utilisation de l'espace **Global** : c'est le comportement par défaut (et c'est ce qui arrive quand le bouton **Local** n'est pas activé).

A droite, utilisation de l'espace **Local** : le bouton **Local** est activé.



Dans ces deux dernières images, le Bone contraint (affiché en vert) est en fait le fils du Bone **Root** (le Bone au début de la chaîne). Cette démonstration montre les utilisations possibles pour la contrainte **Copy Location** dans un squelette (rig). Notez que le Bone vert hérite toujours de la rotation depuis le Bone **Root** car ce dernier est son Parent. C'est par conception cependant, le Bone vert pourrait être le fils de n'importe lequel de ces Bones, ou d'aucun d'entre eux.

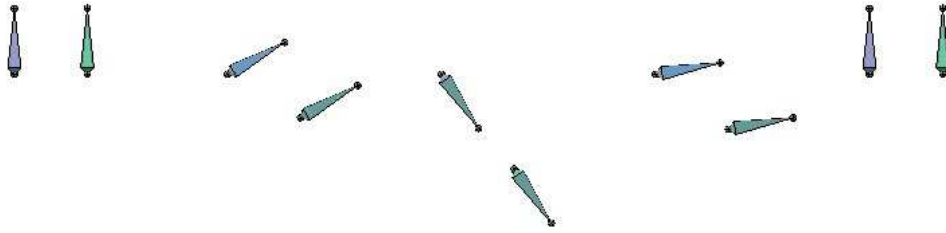
#### Comment l'Utiliser (Where To Use It)

La plupart du temps, cette petite Contrainte est utile pour coller des Objets l'un à l'autre. En jouant avec le curseur **Influence**, vous pouvez indiquer quand elle fonctionne et quand elle reste sans mouvement.

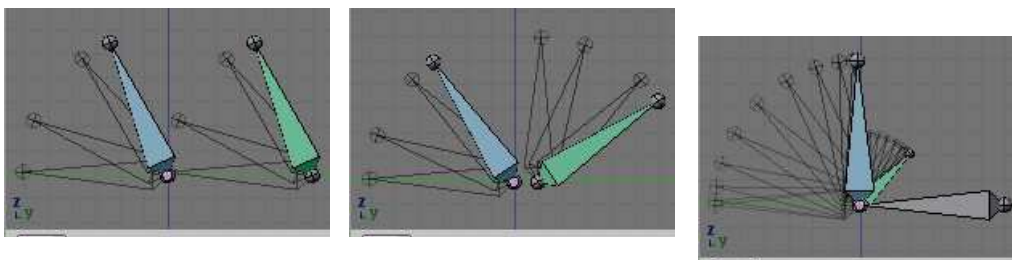
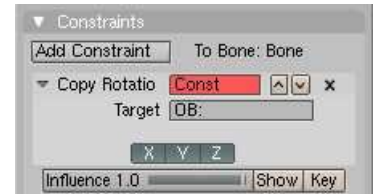
Une bonne illustration de ceci est de demander à un personnage de saisir quelque chose. En ayant un Bone (ou un **Empty**) pour chaque côté de la relation (main <--> verre), lorsque la main s'approche du verre, vous pouvez aligner les deux **Empty** et amenez le curseur **Influence** de la Contrainte à **1.00** pour les coller ensemble. Vous pouvez ajouter un autre Bone Enfant au milieu de la main pour indiquer où le verre devra se trouver. Ensuite, déplacer la main, déplacera le verre. Du côté du verre, ajoutez simplement un **Empty** et rendez-le Parent du verre. Ajoutez une Contrainte **Copy Location** au **Empty** pointant vers le Bone de la main dont nous venons de parler. C'est tout. Bien sûr, quand la main pivote, le verre ne pivote pas. Pour cela, vous devrez ajouter une Contrainte **Copy Rotation**.

Avant **Blender 2.40**, la méthode ci-dessus était une bonne façon de simuler une relation parentale sans rotation. Mais, maintenant vous disposez de l'option **Hinge** du panneau **Armature Bones** qui effectue la même chose.

## La Contrainte **Copy Rotation**



Cette Contrainte fait que l'Objet contraint copie la rotation de l'Objet **Target**. Ce dernier peut être un Objet ou un Bone. Comme vous pouvez le voir dans l'exemple ci-dessus, seule la rotation est copiée. Vous disposez des trois boutons **X**, **Y** et **Z** pour sélectionner quel axe de rotation sera copié. Pour des Bones, une option **Local** apparaîtra, en vous permettant d'utiliser l'espace **Local**. Imaginez que vous ayez un Bone pointant vers le haut et un Bone pointant vers le bas. Si vous utilisez l'espace **Local**, chacun peut pointer vers des directions différentes, mais quand le Bone cible bouge vers sa gauche, le Bone affecté se déplacera vers **sa** gauche.



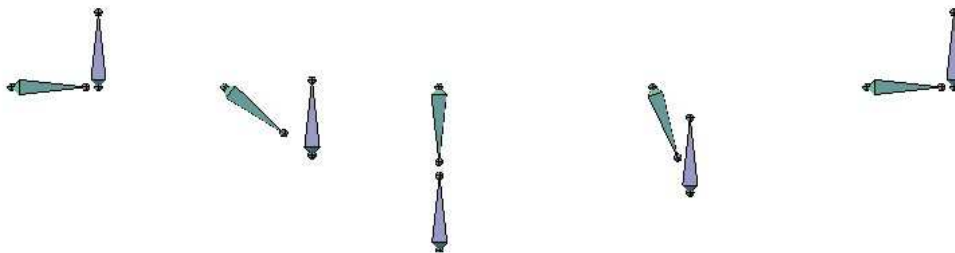
Voici une bonne utilisation de la Contrainte **Copy Rotation** et de l'espace **Local**. En réglant la valeur **Influence** à **0.5**, le petit Bone pivotera moitié moins loin que le Bone cible. Ceci est utile pour des articulations (joints) de personnage.

### Comment l'Utiliser (Where To Use It)

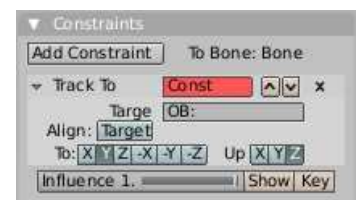
Cette Contrainte peut être utilisée de concert avec la Contrainte **Copy Location** pour simuler une relation parentale. Comme vous pouvez mettre sa valeur Influence en Images-Clés, vous pouvez faire qu'un personnage saisisse quelque chose et la conserve dans sa main.

Vous pouvez aussi l'utiliser pour aligner un Plan (comportant un effet 2D) avec la Caméra à tout instant. Ceci fonctionne mieux que de le pointer vers la Caméra dans certains cas, tel que l'anneau d'un halo atmosphérique autour d'une planète, où vous ne voulez pas qu'il disparaisse derrière la planète.

## La Contrainte **Track-To**



Cette Contrainte vous permet d'influencer la rotation de l'Objet contraint en le faisant pointer vers un Objet **Target** selon l'un des axes de cet Objet contraint. Cette Contrainte force aussi l'Objet à être le 'bon côté' vers le haut. Vous pouvez choisir la direction positive de n'importe lequel des trois axes pour qu'elle soit la direction du 'côté vers le haut'. Cette Contrainte partage une relation étroite avec la Contrainte **IK Solver** par certains côtés. Elle est très importante dans la conception d'un squelette (rig), et vous devez avoir compris les règles du Tracking (voir le paragraphe 4.1.6. **Tracking (Pointer vers un Objet)**), car elles sont centrées sur l'utilisation de cette Contrainte et de la Contrainte **IK Solver**.

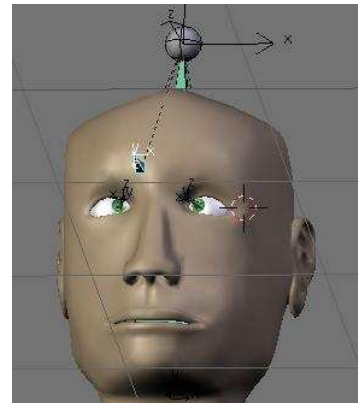
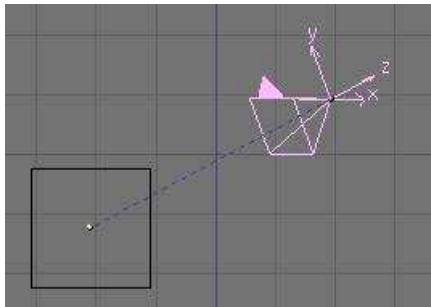


- Align: **Target** : Cette option permet d'utiliser l'axe **Z** de la cible (target) comme axe **Up** de référence au lieu de l'axe **Z** Global.
- **To** (X, Y, Z, -X, -Y, -Z) : L'axe de l'Objet qui doit pointer vers l'Objet cible.
- **Up** (X, Y, Z) : L'axe de l'Objet qui doit être aligné (autant que possible) avec l'axe **Z** du monde (World).

### Comment l'Utiliser (Where To Use It)

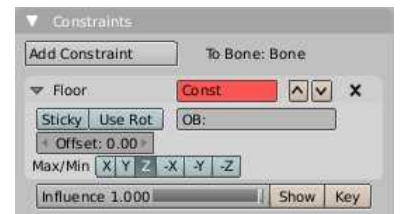
Un bon exemple d'utilisation est de faire en sorte qu'une Caméra pointe vers un Objet (Tracking). Les réglages pour l'utiliser sur une Caméra sont **To: = -Z** et **Up: = Y**. Vous pouvez activer le bouton **Axis** de la zone **Draw Extra** du panneau **Draw** dans le Contexte **Object** pour vous aider à choisir le bon axe.

Un autre exemple avec une **Armature** concerne les yeux d'un personnage :



### La Contrainte Floor

L'utilisation de cette Contrainte permet d'empêcher un Bone de passer à travers un Objet **Target** selon une direction donnée. C'est utile quand vous créez des sols (planchers), bien sûr, mais aussi quand vous créez des murs ou tous autres items qui sont des obstacles pour d'autres Objets. Elle ne fonctionne qu'avec des plans du système de coordonnées Globales. Ceci veut dire que si vous faites pivoter l'Objet cible, le plan du plancher **ne s'inclinera pas**.

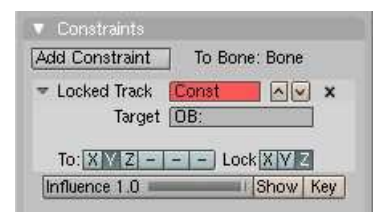


- **Sticky** : Cette option rend l'Objet affecté non déplaçable quand il touche le plan (il ne peut glisser sur la surface du plan), ce qui est parfait pour créer des animations de marche ou de course.
- **Use Rot** : Si vous cliquez sur ce bouton, vous prenez en compte la rotation de l'Objet cible Local (Local Target).
- **Offset** : Cette option permet d'introduire une valeur de décalage (offset) depuis la position du centre de l'Objet. Elle est très utile quand, par exemple, vous avez un pied dont le Maillage s'étire bien en-dessous du **Tip** réel de l'Armature: vous pouvez alors utiliser la valeur **Offset**: pour faire que le Bone s'arrête avant d'avoir réellement atteint l'Objet obstacle.
- **Max/Min** (X, Y, Z, -X, -Y, -Z) : Ces boutons permettent que l'Objet affecté ne passe pas en dessous de la cible (boutons X, Y ou Z) ou au-dessus de la cible (-X, -Y ou -Z). En fait, l'Objet ne traverse pas le plan.

**Conseil Pratique** : Quand vous animez le positionnement d'un pied sur le plan du plancher, assurez-vous toujours d'utiliser l'option **VisualLoc** du menu **Insert Key**.

### La Contrainte Locked Track

Cette Contrainte est difficile à expliquer, à la fois visuellement et verbalement. Le meilleur exemple dans le monde réel pourrait être une boussole. L'aiguille d'une boussole peut pivoter pour pointer dans la direction générale de sa cible, mais elle ne peut pas pointer **directement vers** la cible, car elle tourne comme une roue sur un axe. Si une boussole est posée sur une table et qu'il y a un aimant placé directement au-dessus d'elle, l'aiguille de la boussole ne peut pas pointer dessus. Si vous déplacez l'aimant plus vers l'un des côtés de la boussole, l'aiguille ne peut toujours pas pointer **vers** la cible, mais elle peut pointer dans la direction générale de celle-ci, et obéit toujours à ses restrictions **d'axe**.



Quand vous utilisez cette Contrainte, vous pouvez penser à l'Objet cible comme à un aimant, et à l'Objet affecté comme à l'aiguille d'une boussole. Un axe fonctionnera comme l'axe autour duquel tourne l'Objet, et l'autre axe fonctionnera comme axe de l'aiguille de la boussole. Si vous avez des difficultés à comprendre les boutons de cette Contrainte, lisez les bulles d'aide. Si vous ne savez pas où se trouvent les axes de votre Objet, activez le bouton **Axis** du panneau **Draw** dans le Contexte **Object** (F7). Ou, si vous travaillez avec des Bones, activez le bouton **Draw Axes** du panneau **Armature** dans le Contexte **Edit** (F9). Cette Contrainte a été conçue pour travailler en coopération avec la Contrainte **Track To**. Si vous réglez correctement les boutons d'axes pour ces deux Contraintes, la Contrainte **Track To** peut être utilisée pour pointer l'axe de rotation vers l'Objet cible, et la Contrainte **Locked Track** peut faire pivoter l'Objet autour de cet axe vers une cible secondaire. Tout ceci est en rapport avec le sujet longuement traité dans le paragraphe **4.1.6. Tracking (Pointer vers un Objet)**.

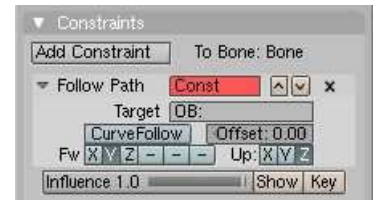
- **To** (X, Y, Z, -X, -Y, -Z) : Ces boutons permettent de définir l'axe de l'Objet qui doit pointer vers la cible.
- **Lock** (X, Y, Z) : Ces boutons permettent de définir l'axe de l'Objet qui doit être verrouillé.

### La Contrainte **Follow Path**

Cette Contrainte place l'Objet affecté sur un Objet **Curve** (ou un Objet **Path**). Les Objets **Curve** possèdent une propriété d'animation qui fait se déplacer des Objets le long du chemin en fonction du temps. Si vous ne voulez pas que les Objets sur le chemin se déplacent, vous pouvez donner au chemin une courbe IPO **Speed** plate.

Cette Contrainte fonctionne également bien de concert avec la Contrainte **Locked Track**. Un exemple est une Caméra volante sur un chemin. Pour contrôler l'angle de roulis de la Caméra, vous pouvez utiliser une Contrainte **Locked Track** et un Objet cible pour spécifier la direction **Up** (vers le haut), tandis que la caméra défile le long du chemin.

Afin que cette Contrainte fonctionne, vous devez avoir l'option **CurvePath** activée (c'est une propriété de l'Objet **Curve**) dans le panneau **Curve and Surface** du Contexte **Edit (F9)**. **Cette Contrainte ne fonctionne pas bien avec les Bones.**



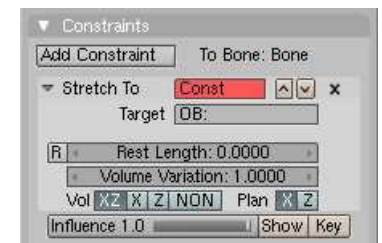
- **CurveFollow** : Si cette option est activée, l'Objet suivra le cap et les inclinaisons de l'Objet **Curve** (ou **Path**).
- **Offset** : Cette option permet d'introduire une valeur de décalage (offset) depuis la position correspondant au cellos temporel (time frame).
- **Fw (X, Y, Z, -X, -Y, -Z)** : Ces boutons permettent de définir l'axe de l'Objet qui doit être aligné avec la direction **Forward** (vers l'avant) du chemin.
- **Up (X, Y, Z)** : Ces boutons permettent de définir l'axe de l'Objet qui doit être aligné (autant que possible) avec l'axe **Z** du monde (direction **Up**).

**Remarque** : Par défaut, l'Objet se déplace le long de la courbe en 100 cellos. Pour modifier le nombre de cellos durant lesquels le chemin sera parcouru, vous devez éditer la courbe IPO **Speed**.

### La Contrainte **Stretch-To**

Cette Contrainte fait que l'Objet affecté retaille son axe **Y** vers un Objet cible. Elle dispose aussi d'une fonction volumétrique, de sorte que l'Objet affecté peut s'écraser (s'aplatir) alors que la cible se rapproche de lui, ou s'étirer alors que la cible s'en éloigne. Vous pouvez également choisir de ne pas utiliser cette fonction volumétrique (squash-n-stretch) en activant le bouton **NONE**. Cette Contrainte suppose que c'est l'axe **Y** qui supportera l'étirement, et ne vous propose pas l'option d'utiliser un autre axe car cela demanderait trop de boutons pour cela.

Cette Contrainte affecte l'orientation de l'Objet de la même façon que le fait la Contrainte **Track To**, sauf qu'elle base l'orientation de ses pôles sur l'orientation originale du Bone! La Contrainte **Locked Track** fonctionne aussi de concert avec cette Contrainte.



- **R** : Ce bouton permet de recalculer la valeur **Rest Length**.
- **Rest Length** : Ce bouton numérique permet de régler la longueur de l'Objet en position au repos.
- **Volume Variation** : Ce bouton numérique permet de régler le facteur entre la variation de volume et l'étirement.
- **Vol** : Ces boutons permettent de régler la fonction volumétrique.
  - **XY** : Ce bouton permet de conserver le volume tout en retaillant selon les axes **X & Z**.
  - **X** : Ce bouton permet de conserver le volume tout en retaillant selon l'axe **X**.
  - **Z** : Ce bouton permet de conserver le volume tout en retaillant selon l'axe **Z**.
  - **NONE** : Ce bouton permet d'ignorer les effets sur le volume.
- **Plane** : Ces boutons permettent de conserver l'axe souhaité pour définir le plan d'écrasement.
  - **X** : Ce bouton permet de conserver l'axe **X**.
  - **Z** : Ce bouton permet de conserver l'axe **Z**.

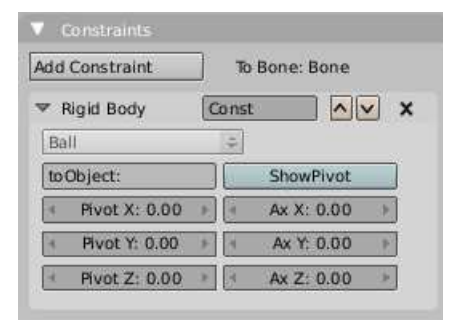
### La Contrainte **Rigid Body Joint**

- Menu **Joint Types** : Options : **Generic (experimental)**, **Hinge**, **Ball**.

- **ToObject** : Ce champ permet d'entrer le nom de l'Objet Enfant.
- **ShowPivot** : Ce bouton permet de faire apparaître la position et la rotation du point de pivot.
- **PivotX**, **PivotY**, **PivotZ** : Ces boutons numériques permettent de régler les décalages (Offset) du point de pivot selon les axes **X**, **Y** et/ou **Z**.

- **Ax X**, **Ax Y**, **Ax Z** : Ces boutons numériques permettent de régler la rotation du point de pivot autour des axes **X**, **Y** et/ou **Z** (en degrés).

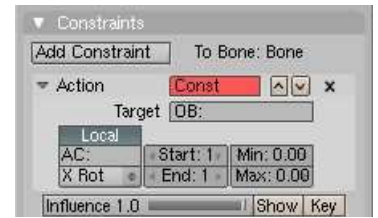
Lorsque cette contrainte est ajoutée à un Bone, celui-ci prend une couleur pleine vert clair.



### La Contrainte **Action** (Mode Pose seulement)

Cette Contrainte peut être utilisée pour appliquer un canal **Action** quelconque à l'un des axes de rotation d'un Bone.

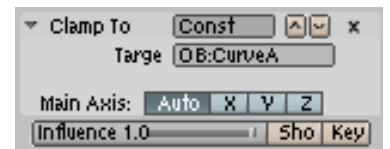
Une manière typique d'utiliser cette Contrainte, est de faire se contracter un muscle pendant qu'une articulation (joint) se plie. Cette Contrainte devra être appliquée au Bone qui produit réellement cette contraction; la cible devra pointer vers l'articulation (joint) qui est pliée.



- **Local** : Cette option vous permet d'utiliser la différence de rotation vraie de l'espace **Local**.
- **AC** : Ce champ vous permet de spécifier le nom de l'**Action** qui contient le mouvement par Image-Clé (keyed motion) de ce Bone. Le seul canal qui est exigé dans cette **Action** est celui qui contient l'animation de contraction pour le Bone qui possède cette Contrainte.
- **Start** et **End** : Ces champs spécifient l'ampleur (range) du mouvement de l'**Action**.
- **Min** et **Max** : Ces champs spécifient l'ampleur (range) de la rotation du Bone cible. L'**Action** entre **Start** et **End** est mappée vers cette rotation (ainsi si la rotation du Bone est au point **Min**, la Pose spécifiée à **Start** sera appliquée au Bone). Notez que le champ **Min** peut être supérieur au champ **Max**.
- **Key on** (**X Rot**, **Y Rot**, **Z Rot**) : Ce menu déroulant spécifie quel canal de rotation depuis la cible est utilisé pour mettre l'**Action** en Image-Clé.

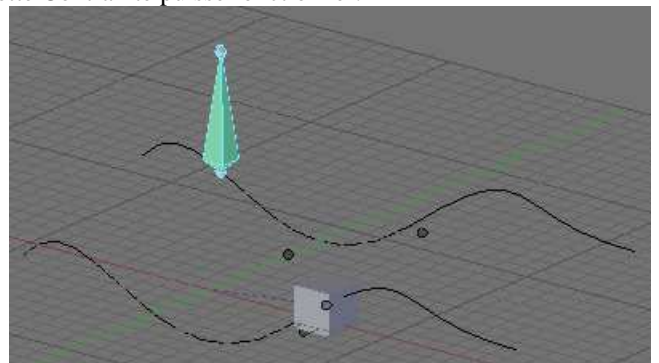
### La Contrainte **Clamp-To Constraint**

Cette Contrainte limite la position d'un Objet/Bone à une série d'emplacements sur une Courbe donnée. Elle fonctionne en comparant la position de son propriétaire sur un axe, aux extensions de la boîte englobante de la Courbe sur le même axe pour trouver la position sur cette Courbe.



- Le champ **Ob:** doit pointer vers un Objet **Curve** valide.
- Cette Objet **Curve** doit avoir le bouton **Path** activé afin que cette Contrainte puisse fonctionner.
- Le bouton **Auto** permet de déterminer automatiquement quel axe doit être utilisé pour les estimations/calculs de la distance. C'est l'option par défaut, mais celle-ci peut ne pas très bien fonctionner dans certains cas.
- Les boutons **X**, **Y**, **Z** peuvent être utilisés pour sélectionner l'axe à utiliser pour ces calculs. Essayez de choisir l'axe le long duquel l'Objet **Curve** s'étire le plus.

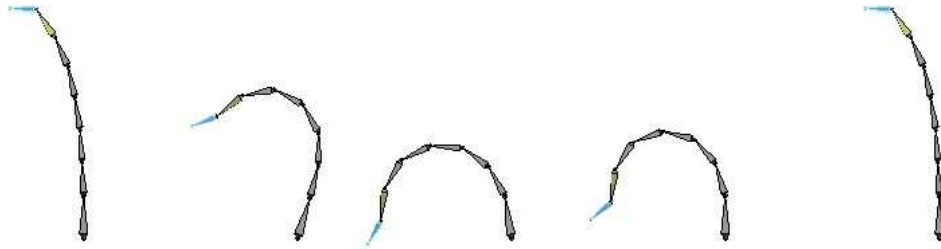
L'image ci-contre montre la Contrainte **Clamp To Constraint** en action. Le Cube et le Bone sont tous deux "accrochés" à leurs Courbes respectives.



## 12.5.4. La Cinématique Inverse (Inverse Kinematics) et la Contrainte IK Solver

Mode : mode **Pose** – Raccourci : **CTRL I** – Panneau : Contexte **Edit** > Panneau **Constraints**.

La Contrainte **IK Solver** correspond à l'implémentation de la Cinématique Inverse (**IK**) dans **Blender**. Vous ajoutez cette Contrainte à un Bone **Tip** et ensuite celui-ci, et les Bones au-dessus de lui, seront pris en compte par l'algorithme de résolution de la Cinématique Inverse.



La Contrainte **IK Solver** est un outil merveilleux pour les animateurs. **IK** est le raccourci pour **Inverse Kinematic** et est l'opposé de la **FK (Forward Kinematic)** :

- **FK** : Vous avez une dépendance depuis le **Root** de la chaîne. Dans **Blender**, une chaîne **FK** est une chaîne de Bones connectés ensemble. Vous devez animer la rotation des Bones un par un pour animer la chaîne. Cela prend du temps, mais vous donne un contrôle total sur le squelette (rig).
- **IK** : Les deux extrémités sont des **Root**. Tous les Bones dans la chaîne vont essayer de pivoter pour conserver les deux extrémités sur leur cible.

La Contrainte **IK Solver** possède un raccourci spécial en mode **Pose** pour être facilement ajoutée à un Bone. Si vous sélectionnez un Bone et pressez **CTRL I**, vous obtiendrez un petit menu vous demandant de définir l'Objet **Target** de la nouvelle Contrainte : **To a New Empty Object** ou **Without Target**.

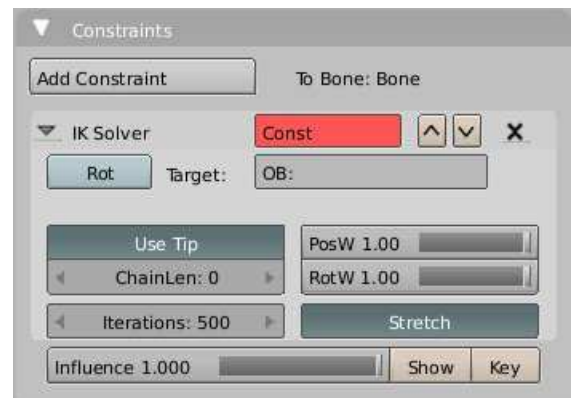
### 12.5.4.1. La Méthode de Résolution To New Empty Object

#### Première Option

Pour autoriser la résolution de l'**IK**, sélectionnez le Bone **Tip** de la chaîne **IK** et pressez **CTRL I**. Choisissez l'option **To New Empty Object** dans le menu flottant **Add IK Constraint** qui apparaît.

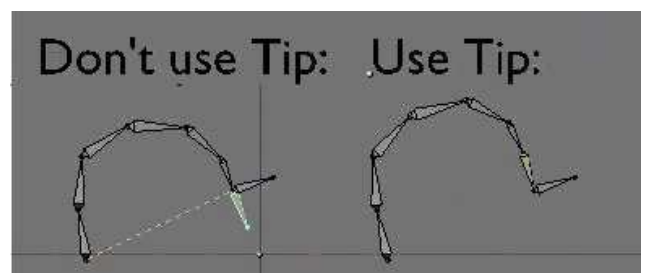
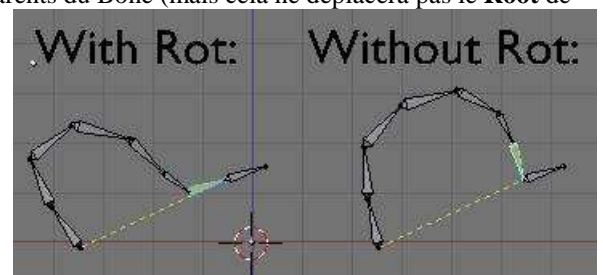
Un nouvel **Empty** est créé, et est réglé pour être la cible de la chaîne **IK**. Le Bone est coloré en jaune, et une ligne de tirets indique jusqu'où fonctionnera la Contrainte **IK Solver** dans la chaîne de Bones.

Vous pouvez également renommer la Contrainte. Vous pouvez aussi sélectionner quel Objet (ou Bone) sera l'Objet **Target** (en lieu et place de l'**Empty** créé par défaut). N'oubliez pas la complétion du nom par **TAB**.

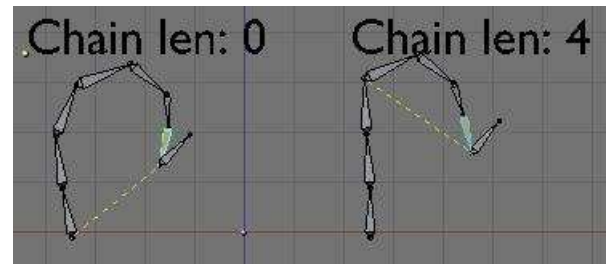


Une fois qu'un Objet **Target** (ou l'**Empty** par défaut) est spécifiée, l'algorithme essaiera de déplacer le **Root** du Bone propriétaire de la Contrainte vers cet Objet **Target**, en réorientant les Parents du Bone (mais cela ne déplacera pas le **Root** de la chaîne). Si une solution n'est pas possible, l'algorithme essaiera d'en obtenir une aussi proche que possible. Notez que cette Contrainte écrasera les orientations de tous les Parents du Bone.

- **Rot** : Si ce bouton est activé, **Blender** utilisera la rotation de l'Objet **Target** pour influencer le Bone **Tip** de la chaîne **IK** et donc le reste de la chaîne. Son importance relative à atteindre la position de l'Objet **Target** peut être contrôlée avec le curseur **RotW** (voir plus loin).
- **Use Tip** : Si ce bouton est activé, le **Tip** du Bone sera utilisée comme cible au lieu de son **Root** pour résoudre la chaîne **IK**. Il est intéressant d'utiliser le **Tip**, car de cette façon le Bone possédant la Contrainte **IK Solver** peut être utilisé pour déformer une géométrie.



- **ChainLen** : Ce bouton numérique permet de spécifier le nombre de Bones au-dessus de ce Bone ( c'est une "longueur" dans la chaîne) que vous voulez voir affecter par l'action de la Contrainte **IK Solver**. La valeur par défaut est 0, qui veut dire que tous les Bones au-dessus de ce Bone seront utilisés pour la résolution de l'**IK**. Si par exemple, **ChainLen**: = 4, seuls les 4 derniers Bones de la chaîne essaieront de toucher l'Objet **Target**.



Ceci veut dire aussi que des Bones dans une chaîne **IK** n'ont plus besoin d'être connectés, mais qu'il est permis d'avoir un décalage (offset) depuis leur Parent.

### Arborescence **IK** (Tree **IK**)

De même, si vous réglez **ChainLen**: à 0 et que le **Root** de votre chaîne est l'Enfant d'un autre Bone, la Contrainte **IK Solver** utilisera et fera pivoter tous les Bones jusqu'à ce qu'elle atteigne la fin de la relation parentale. Si tous les Bones sont reliés jusqu'au **Root** maître, alors toutes les autres sous-branches seront affectées. S'il y a une autre cible **IK** dans d'autres sous-branches du squelette (rig), **Blender** essaiera de les mélanger. Ce concept de cibles **IK** multiples dans un squelette (rig) est appelé **Arborescence **IK**** et peut être utilisée pour obtenir des animations complètement automatisées. Par exemple comme pour une poupée : si vous tirez sur une main, tout le corps suivra. Dans la **Vue 3D**, vous verrez une ligne jaune entre la Contrainte **IK Solver** et le **Root** de la chaîne qu'elle active. Cette ligne apparaît quand vous sélectionnez le Bone qui contient la Contrainte **IK Solver**.

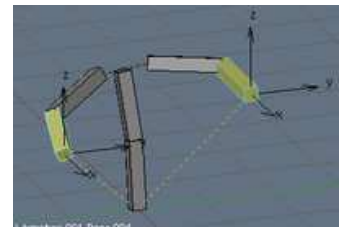


Dans le cadre d'une Arborescence **IK**, les chaînes **IK** commençant avec le même Bone **Tip** seront automatiquement résolues ensemble, en s'influçant l'une l'autre selon nécessité pour atteindre leurs cibles respectives. Les deux curseurs suivants permettent d'en régler l'influence :

- **PosW** : Ce curseur permet de définir l'importance relative de l'Objet **Target** de chaque Contrainte, au cas où toutes les cibles pourraient ne pas être atteintes.
- **RotW** : Ce curseur permet de définir l'importance relative de l'Objet **Target** de chaque Contrainte, au cas où la rotation de toutes les cibles pourraient ne pas être totalement recopiée.

Avec ces options, il est possible d'utiliser une Contrainte **IK Solver** uniquement pour le positionnement, et une autre uniquement pour la rotation.

- **Iterations** : La résolution d'une **IK** est faite en plusieurs passes. Plus vous calculez de passes, et plus le résultat obtenu est précis. Ce bouton numérique vous permet de régler un nombre maximum d'itérations pour limiter le temps que **Blender** peut passer sur chaque cellos pendant la résolution. Essayez de la régler à une valeur très basse pour comprendre pourquoi **Blender** a besoin de plus d'une passe.
- **Stretch** : Ce bouton permet d'autoriser les Bones à s'agrandir/se rétrécir (étirement ou stretching) en réponse au mouvement de l'effecteur **IK**. Ceci est utile dans des squelettes (rigs) comportant des Contraintes **IK Solver** en couches. L'importance de cet étirement se règle avec le bouton numérique **Stretch**: du panneau **Armature Bones**.
- **Influence** : Ce curseur permet de régler l'influence générale qu'aura cette Contrainte sur des Bones, et cette Influence est animable avec une courbe **IPO**.



### Seconde Option

Vous pouvez aussi sélectionner l'Objet **Target** et ensuite l'Objet comportant la Contrainte **IK Solver** avant de presser **CTRL I**. Pour utiliser un Bone **Target** (sans créer d'**Empty**), sélectionnez d'abord le Bone **Target**, puis appuyez sur **SHIFT** et sélectionnez le Bone **Tip** de votre chaîne **IK**. Pressez **CTRL I** et choisissez l'option **To Selected Bone** dans le menu flottant **Add IK Constraint** qui apparaît. Cela impose au Bone **Tip** d'utiliser le Bone **Target** comme sa cible **IK**.

Si le Bone **Target** fait lui-même partie de la chaîne **IK**, vous obtiendrez un message d'erreur – aussi, assurez-vous que ce Bone **Target** n'est pas connecté au Bone auquel vous voulez ajouter la Contrainte. En effet, si la Bone **Target** de la Contrainte **IK Solver** est un autre Bone de la même **Armature** (comme c'est fortement recommandé), vous devez vous assurer que ce Bone, habituellement nommé **IK Tool**, n'est l'Enfant d'**aucun** autre Bone de la chaîne **IK**, ou cela aura des effets imprévisibles.

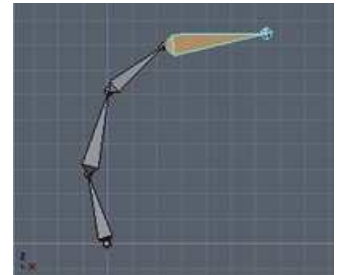
Pour retirer toutes les Contraintes **IK Solver** des Objets (ou Bones) sélectionnés, utilisez **ALT I**.

#### 12.5.4.2. La Méthode de Résolution **Without Target**

Il est possible aussi de travailler sans Objet **Target**. Toutefois, vous aurez moins de liberté. En effet dans certains cas, vous voudrez n'utiliser l'**IK** que pour vous aider à donner des Poses à vos personnages, sans avoir une **IK** qui définisse le mouvement à tout instant pendant une animation.

Pour autoriser cette seconde méthode de résolution de l'**IK**, sélectionnez le **Tip** du dernier Bone de la chaîne **IK** et pressez **CTRL I**. Choisissez l'option **Without Target** dans le menu flottant **Add IK Constraint** qui apparaît.

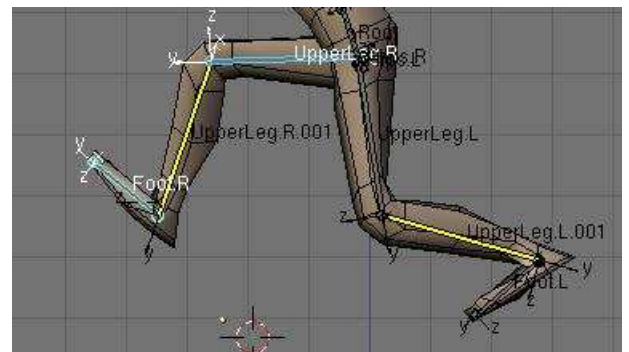
Quand une chaîne **IK** n'a pas d'Objet **Target** défini, elle peut toujours être utilisée pour créer des Poses. A la différence de l'**IK** normale, vous devez fixer des Clés sur tous les Bones dans la chaîne si vous voulez conserver la Pose. Les Bones utilisant ce type d'**IK** sont dessinés dans une couleur orange (image ci-contre).



#### Comment l'utiliser (Where To Use It)

Dans toute chaîne de Bones que vous ne voulez pas animer à la main, mais dont vous voulez placer les deux extrémités à un emplacement précis.

Le meilleur exemple est une jambe : la jambe est connecté au corps et au pied. Vous n'avez pas besoin d'animer les deux Bones dans la jambe : mettez en position le corps et le pied et la jambe suivra automatiquement.



#### 12.5.4.3. La Méthode de Résolution **Auto IK**

Cette méthode est utilisable dans les même condition que la méthode **Without Target**.

Cette option (disponible dans le panneau **Armature** du Contexte **Edit**) permet d'assigner automatiquement une chaîne IK temporaire à tout Bone translaté, en produisant le même effet que si le Bone sélectionné s'était vu assigné la méthode de résolution **Without Target**. Cette chaîne ne se propage alors que le long des Bones connectés à celui qui est grabbés. Voyez le chapitre 12.3. **Donner une Pose à une Armature (Posing Armatures)** pour plus de détails.

#### 12.5.4.4. Les Degrés de Liberté dans une Chaîne **IK** (Degrees of Freedom – DoF)

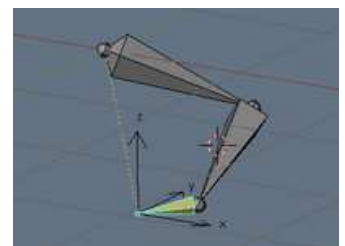
Mode : mode **Pose** – Panneau : Contexte **Edit** > Panneau **Armature Bones**.

Le comportement des Bones individuels dans une chaîne **IK** peut être modifié. Pour des Bones d'une chaîne **IK**, il existe un certain nombre d'options disponibles dans le panneau **Armature Bones** du Contexte **Edit**.

Les Degrés de Liberté (**DoF**) sont très utiles quand vous créez un squelette (rig) mécanique car vous pouvez limiter ses mouvements, ou mieux verrouiller complètement un axe.

Par défaut, un Bone possède trois Degrés de Liberté (**DoF**), ce qui veut dire qu'il peut pivoter autour des axes **X** et **Z**, et avoir un roulis (c'est à dire se tordre sur lui-même) le long de l'axe **Y**.

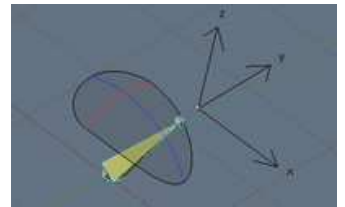
Par exemple, imaginez un bras humain. Le poignet possède 2 **DoF**. Il peut se courber dans n'importe quelle direction, mais il ne peut pas se tordre. Le coude possède aussi 2 **DoF** : il peut se tordre, et se courber dans une direction. Enfin, l'épaule possède 3 **DoF**. Un exemple d'articulation à 1 **DoF** est le genou.



- **Lock X Rot**, **Lock Y Rot**, **Lock Z Rot** : Ces boutons permettent de verrouiller complètement un **DoF** pour empêcher une rotation autour de cet axe particulier.
- **Stiff X**, **Stiff Y**, **Stiff Z** : Ces boutons numériques permettent de définir pour chaque **DoF**, la facilité/difficulté qu'a le Bone à pivoter selon ce **DoF** (ceci définit la Rigidité [ou **Stiffness**] du **DoF**). Si tous les Bones ont une valeur **Stiffness** de 1 selon l'axe **X** et que vous essayez de courber cette chaîne d'une façon que tous les Bones doivent pivoter autour de **X** pour suivre l'Objet **Target**, la Contrainte trouvera des poses vraiment étranges pour parvenir à rejoindre l'Objet **Target** sans pivoter autour de **X**.



- **Limit X**, **Limit Y**, **Limit Z** : Ces boutons permettent de limiter l'amplitude d'une rotation autour d'un axe.
  - **Limit X** et **Limit Z** permettent de définir l'amplitude (ou les limites) de la rotation du Bone autour des axes **X** et **Z**, respectivement. Si les deux sont activés, cela définit une zone ellipsoïdale.
  - **Limit Y** permet de définir l'amplitude (ou les limites) de la torsion de ce Bone le long de l'axe **Y**.



Il y a deux choses importantes à se rappeler :

- Les **DoF** et les Limites de Rotation sont définis par rapport à la position au repos (Rest Position) du Bone.
- Ils ne fonctionnent que pour des Bones dans des chaînes **IK**.
- **Stretch** : Ce bouton numérique permet de régler l'importance de l'agrandissement/rétrécissement des Bones en réponse au mouvement de l'effecteur **IK** (qui est activé par le bouton **Stretch** de la Contrainte **IK Solver**).

