

## Les principaux objets fluides : Fluid, Inflow, Outflow

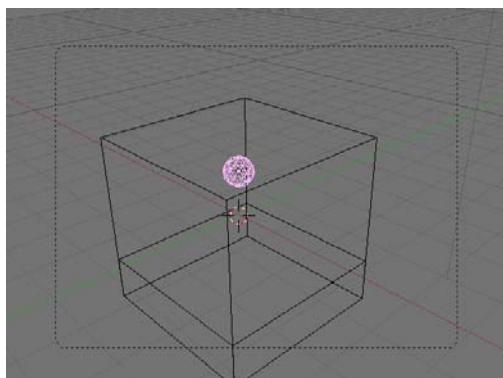
- *Fluid* correspond à un volume de liquide existant au démarrage de la simulation ; il peut s’agir d’une flaue, d’une simple goutte ou d’un volume quelconque de liquide.
- *Inflow* est une « source » entrante de fluide (entrante dans le sens de prise en compte dans la simulation) ; l’objet qui fait office d’*Inflow* est généralement placé dans un robinet, à la naissance d’une cascade, ou autre. Son débit est régulier et continu, depuis le début de la simulation jusqu’à sa fin.
- *Outflow* est une « source » sortante de fluide (sortante dans le sens où le fluide traversant cet objet disparaîtra purement et simplement de la simulation) ; il s’agit généralement d’un siphon d’évier, d’un égout ou de tout autre type de canalisation d’évacuation. Utilisé en conjonction avec un *Inflow*, l’*Outflow* garantit qu’il n’y ait pas d’inondation indésirable lors de votre animation.

Nous ferons connaissance avec ces systèmes de simulation grâce à deux exemples simples.

### Exemple 1 : chute d’une goutte d’eau

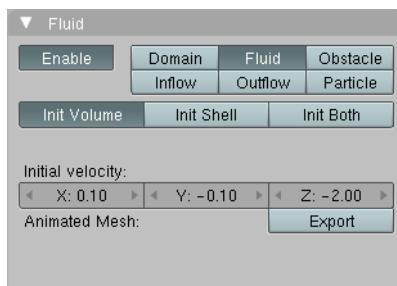
Dans cet exemple, nous allons tout simplement travailler sur la base d’un faible volume de liquide chutant dans un plus gros volume de fluide. Cela va nous permettre de nous familiariser avec les options les plus courantes du simulateur de fluide.

Ouvrez le fichier `exercice-ch08.05-depart.blend`. Ce fichier ne propose qu’une vue unique, depuis la caméra et en mode fil de fer. Nous avons mis en place, à votre disposition, une icosphère (*OB: Goutte*) qui sera notre « goutte » d’eau en chute libre ; une boîte (*OB: Flaue*) qui représente le volume d’eau déjà existant au démarrage de la simulation ; une boîte (*OB: Domaine*) de plus grande dimension et englobant les autres objets, qui servira de domaine de calcul et donnera au liquide ses propriétés.



**Figure 8–32**  
Notre scène avant lancement de la simulation

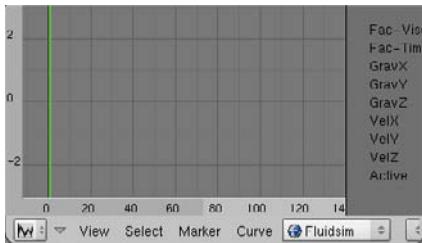
Allez dans le menu *Object* (touche [F7]) et appelez les *Physics buttons* en cliquant sur l'icône appropriée : repérez le panneau *Fluid*. Normalement, la goutte est sélectionnée (si ce n'est pas le cas, un clic avec le *bouton droit* de la souris sur la goutte devrait y remédier). Il ne vous reste plus qu'à cliquer sur le bouton *Enable* pour inclure cet objet dans la simulation de fluides. De nouveaux boutons apparaissent, vous demandant le rôle que devra jouer l'objet dans la simulation : choisissez *Fluid*, car nous souhaitons considérer cette objet comme une goutte, soit un volume défini d'eau. De nouveaux boutons numériques apparaissent pour vous permettre de régler la vitesse de l'objet au début de l'animation ; nous pourrions souhaiter que la goutte tombe verticalement, mais nous allons lui donner une légère vitesse en diagonale, pour simuler une grosse goutte de pluie tombant dans une flaue : X 0.10, Y -0.10, et Z -2.00.



**Figure 8-33**  
Les paramètres de la goutte

### Intégration des simulations de fluides dans les IPO

Trois paramètres apparaissent dans la liste des IPO disponibles lorsqu'un domaine est sélectionné : *Viscosity*, *Time* et *Gravity*. Le paramètre *Time* a un fonctionnement particulier : à une valeur égale à 1.000, il n'a aucune influence sur la simulation. Des valeurs inférieures ralentissent la simulation, tandis que des valeurs supérieures l'accélèrent. Le paramètre d'IPO *Viscosity* est également un facteur agissant selon le même principe : une valeur égale à 1.000 ne change pas la viscosité du liquide.



**Figure 8-34**

Sélectionnez (*bouton droit* de la souris) la future flaue (la plus petite boîte) et, comme précédemment, cliquez sur *Enable* pour l'inclure dans la simulation. Choisissez également *Fluid*, comme type d'objet, mais ne lui donnez aucune vitesse initiale : X 0.00, Y 0.00, et Z 0.00.

Sélectionnez maintenant le domaine de calcul (la plus grande boîte) et cliquez sur *Enable* pour l'inclure dans la simulation. Cette fois, en revanche, choisissez *Domain* comme type d'objet. Nous allons conserver la résolution par défaut : *Resolution* 50. Blender nous informe que la simulation, avec cette résolution, va nécessiter environ 15 Mo de mémoire, ce qui devrait être largement accessible à n'importe quel ordinateur moderne.

Nous ne changerons pas non plus les qualités d'affichage dans la vue 3D (*Preview*) et lors du rendu (*Final*), car elles conviennent parfaitement à nos besoins. Le dernier champ, tout en bas du panneau, concerne le répertoire dans lequel seront stockés, frame par frame, les fichiers de l'animation, contenant la géométrie du fluide à un instant donné. Par défaut, Blender vous propose un répertoire pour y stocker le résultat de ses calculs.

## Particules fluides

Le moteur de simulation fluide génère des particules fluides en même temps que le maillage du liquide en lui-même, ce qui permet de simuler assez facilement de l'écume ou de petites éclaboussures. La procédure est atypique mais simple.

- Pour l'objet *Domain*, déterminez le nombre de traceurs (des particules qui vont suivre le flux du liquide) grâce au paramètre *Tracer Particles* du panneau *Bn* (pour *Boundary*). Plus cette valeur sera élevée, plus un grand nombre de particules feront leur apparition.
- Créez ensuite un objet quelconque, donnez-lui un matériau approprié à l'effet recherché, puis activez (*Enable*) les particules pour cet objet dans les *Physic buttons*. Vous ne chercherez pas à paramétriser ces particules, car le simulateur le fera à votre place et leur attribuera le matériau déterminé.
- Intégrer cet objet à la simulation fluide et sélectionnez *Particle* comme type de fluide (*Size Influence* et *Alpha Influence* à 1.000) ; sélectionnez le répertoire dans lequel seront stockées les particules fluides (de préférence le même que celui dans lequel sera stocké le résultat de la simulation).
- Il ne vous reste plus qu'à appuyer sur le bouton *BAKE*.
- Le simulateur de fluide s'occupe alors de tout le reste, de sorte que vous n'avez pas à vous soucier ni de l'objet ni des particules émises.

Les particules peuvent être des traceurs (*Tracer*), mais aussi des gouttelettes (*Drops*) ou de l'écume (*Foams*).

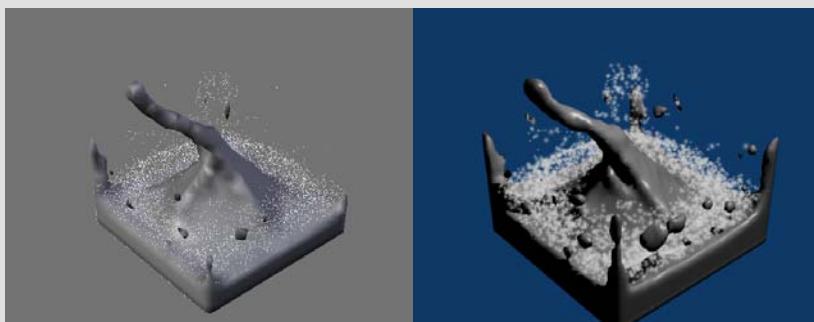


Figure 8-35 Exemple de particules fluides en action au cours d'une simple simulation

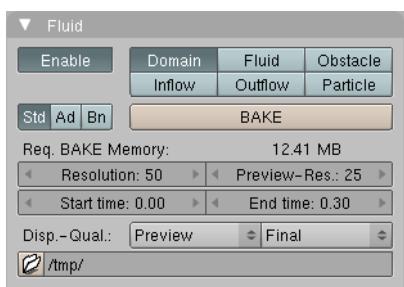


Figure 8-36

Les paramètres de base du domaine de calcul

Cliquez en revanche sur le bouton *Ad* (pour *Advanced*), afin d'explorer les propriétés avancées du fluide simulé. Vérifiez simplement que la gravité est bien celle que nous attendons : *Gravity: X 0.00, Y 0.00 et Z -9.81*. Le menu déroulant permet de choisir entre différents types de liquides prédéfinis ; l'eau (*Water*) est le liquide qui nous convient, ne le changez pas. Enfin, *Realworld-size* indique la taille « réelle », en mètre, de la plus grande dimension du domaine. S'agissant de faire tomber une goutte d'eau dans une flaue, notre domaine ne doit pas faire beaucoup plus de 15 cm. Modifiez donc cette valeur pour notre animation : *Realworld-size 0.015*.

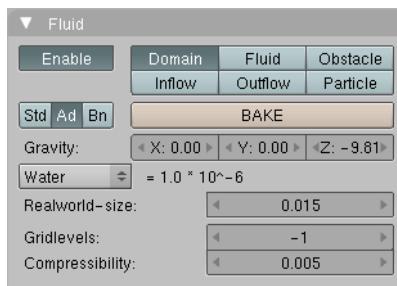


Figure 8-37

Les paramètres avancés du domaine de calcul

Vous pouvez maintenant appuyer sur le bouton *BAKE* pour lancer le calcul de la simulation. La simulation est désormais lancée, et il ne vous reste plus qu'à patienter. À noter que nous n'avons pas changé (dans l'onglet *Anim* des *Render buttons* dans le menu *Scene*, touche [*F10*]) la longueur de l'animation qui débute toujours à la frame 1 (*Start*) et se termine à la frame 250 (*End*).

Figure 8-38

La barre d'avancement de la simulation



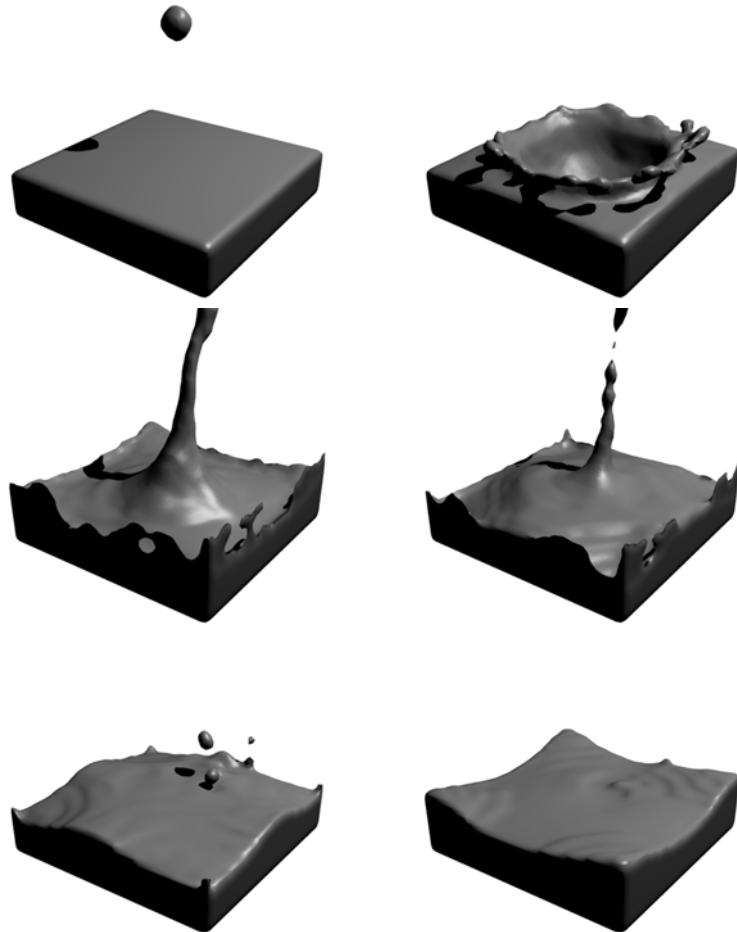
### Les fluides et les isosurfaces

Les maillages fluides peuvent se voir appliquer une subdivision isosurfacique grâce au paramètre *Surface Subdiv* dans le panneau *Bn* du *Domain*. Le paramétrage est analogue à celui du modificateur *Subsurf* appliqué au maillage fluide, à ceci près que cette méthode de subdivision permet d'intégrer les particules fluides sous forme de géométrie réelle dans la simulation.

Vous constaterez que le domaine a disparu (il a été remplacé par le résultat de la simulation), mais que les objets de type *Fluid* ont été conservés ; comme ils peuvent gêner la prévisualisation, sélectionnez-les (bouton droit de la souris) et supprimez-les (touche [*X*]), ou envoyez-les sur un autre calque (touche [*M*] et cliquez sur l'un des carrés symbolisant les calques disponibles). Vous pouvez maintenant sélectionner à nouveau le fluide résultant, et lui donner des propriétés matériau correspondant au fluide simulé.

Utilisez la combinaison de touches [*Alt*]+[*A*] pour jouer la prévisualisation de l'animation dans la vue 3D ; vous constaterez que, en raison de l'importante vitesse initiale de la goutte, l'impact de celle-ci dans notre flaue est important. Cette impression est également renforcée par l'effet d'échelle, puisque nous avons indiqué à notre domaine que sa dimension « réelle » était de 15 cm sur sa plus grande dimension. Vous

souhaiterez peut-être recommencer la simulation avec d’autres paramètres, mais pensez à d’abord consulter la section *Recommencer la simulation*, dans ce même chapitre.



**Figure 8–39**  
Quelques images de la simulation

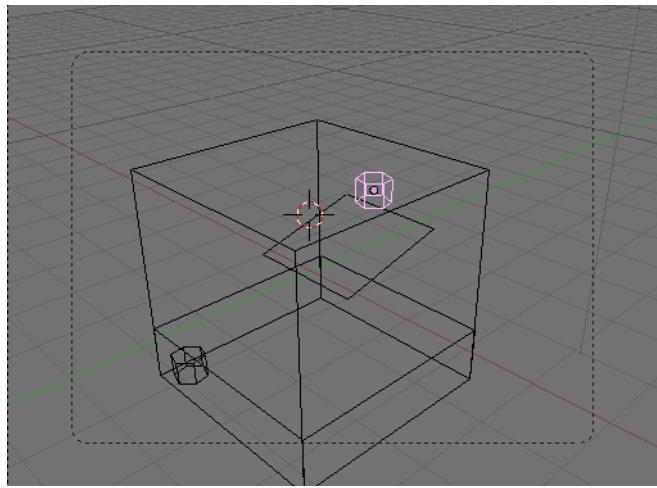
## Exemple 2 : flux d’eau continu

Cet exemple, plus complet mais pas plus complexe, va nous permettre de mettre en œuvre les objets fluides de type *Inflow* et *Outflow* (représentés respectivement par une source d’eau et une évacuation), ainsi qu’un obstacle.

Ouvrez le fichier `exercice-ch08.06-depart.blend`. Comme précédemment, ce fichier propose une vue unique, depuis la caméra et en mode fil de fer. La source du flux continu est un cylindre (OB: *Source*) qui est présélectionné. L’évacuation est matérialisée par un autre cylindre, de même dimension (OB: *Evacuation*), ce qui garantit le maintien d’un

### LE SAVIEZ-VOUS ? Obstacles mobiles

Le simulateur de fluides permet la prise en compte des obstacles animés. Il est donc possible de simuler des objets solides chutant dans des masses fluides, ou se déplaçant à travers celles-ci. Pour de meilleures performances, il est préférable que l’obstacle soit animé à l’aide de courbes IPO, mais il est également possible d’animer vos obstacles grâce à des armatures ou à des relations de parenté.



**Figure 8-40**  
Expérimentation des différents types d'objets fluides

volume constant de liquide à l'intérieur du domaine. Un plan incliné servira d'obstacle à notre expérimentation (OB: *Obstacle*), tandis qu'une petite boîte (OB: *Flaque*) nous servira de réserve d'eau. Enfin, une boîte (OB: *Domaine*) de plus grande dimension et englobant les autres objets, servira de domaine de calcul et donnera au liquide ses propriétés.

Allez dans le menu *Object* (touche [F7]),appelez les *Physics buttons* en cliquant sur l'icône appropriée et placez-vous immédiatement dans le panneau *Fluid*. Pour raccourcir cet exercice, définissez les propriétés fluides du domaine et de la flaque exactement comme dans l'exemple précédent ; reportez-vous à la procédure décrite, si vous en éprouvez la nécessité. Sélectionnez ensuite la source (OB: *Source*) et cliquez sur le bouton *Enable* pour inclure cet objet dans la simulation. Choisissez *Inflow* comme type d'objet, et réglez la vitesse initiale de sorte à ce que la source émette son flux de façon verticale et modérément puissante : X 0.00, Y 0.00, et Z -0.25.

Sélectionnez maintenant le cylindre d'évacuation (OB: *Evacuation*) et cliquez sur le bouton *Enable* pour l'inclure dans la simulation. Choisissez *Outflow* ; aucun autre réglage n'est disponible. Enfin, sélectionnez le plan incliné (OB: *obstacle*) et incluez-le à son tour dans la simulation en cliquant sur le bouton *Enable* ; parmi les boutons qui apparaissent, choisissez *Obstacle*. Comme précédemment, aucun réglage supplémentaire n'est proposé.

Sélectionnez à nouveau le domaine, et cliquez sur le bouton *BAKE* pour lancer la simulation. Une fois le calcul terminé, supprimez (touche [X]) ou déplacez sur un autre calque (touche [M]) les cylindres et la boîte de la flaque, pour ne conserver que le domaine (le fluide résultant) et l'obstacle. La combinaison de touches [Alt]+[A] dans la vue 3D permet alors de visualiser

### APPFONDIR Différents types d'obstacles

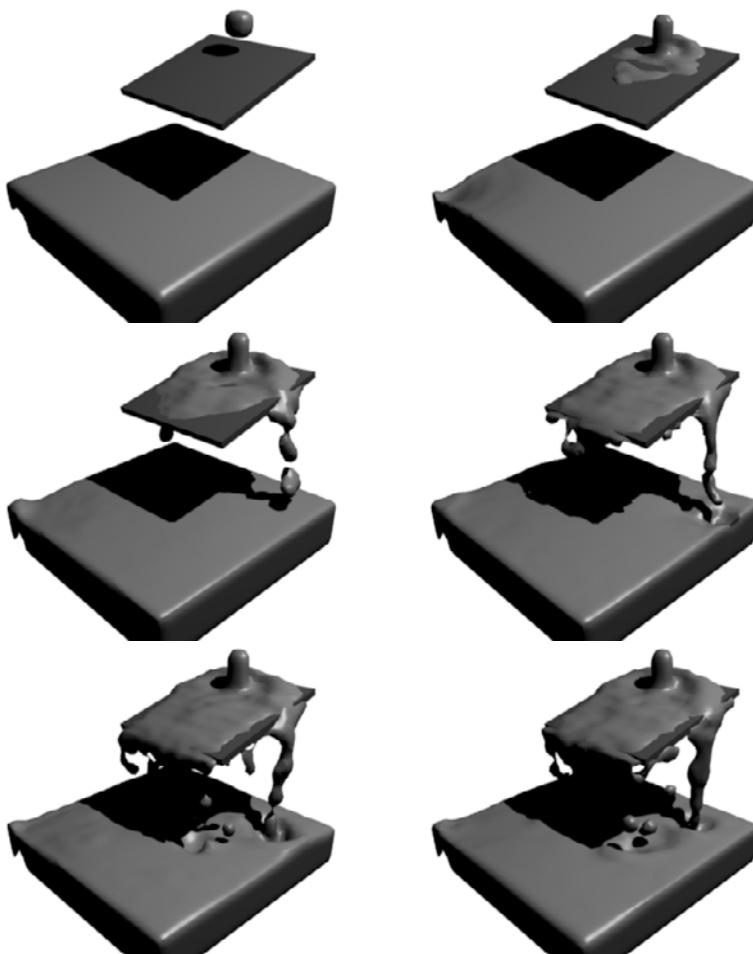
Les obstacles peuvent désormais avoir trois comportements différents.

- *No Slip* : il s'agit de l'option par défaut, et de la seule option possible pour les obstacles mouvants. À leur contact, les fluides ont des vitesses normale et tangentielle nulles (correspondant à des fluides « glauants »).
- *Free* : cette option n'est possible que pour les obstacles immobiles. À leur contact, les fluides ont une vitesse normale nulle (correspondant à des liquides parfaitement fluides).
- *Part* : cette option permet de spécifier, pour les obstacles immobiles, un comportement mixte entre *Free* et *No Slip*, la proportion étant déterminée par le bouton numérique *PartSlip Amount*.

Les parois du domaine, étant après tout des obstacles, peuvent également adopter ces options, propres aux obstacles.

liser l'animation. Comme précédemment, pour effectuer le rendu, vous pouvez sélectionner le fluide et lui adjointre un matériau approprié.

Vous noterez, lors de la visualisation, que dans l'angle le plus à gauche, l'évacuation joue parfaitement son rôle, et que le niveau de fluide diminue brusquement, jusqu'à être compensé par le fluide coulant de la source. Au niveau de l'obstacle, le liquide se répand assez naturellement, en coulant et en débordant à la fois. Vous noterez enfin la taille importante des gouttes, due à deux facteurs : la faible *Resolution* du domaine d'une part, et la toute petite échelle de la scène, d'autre part, spécifiée par le *Realworld-size*.



### APPROFONDIR **Obstacles en mouvement**

Le système de simulation des fluides prend en compte des obstacles mobiles. Cela veut dire que vous pouvez utiliser des courbes IPO pour déplacer un obstacle sous un jet d'eau, ou laisser tomber un obstacle dans une flaque de liquide. Dans les deux cas, le simulateur tient compte de l'objet mobile, s'il a correctement été déclaré comme un obstacle. Si l'obstacle est un maillage animé (par des armatures, par exemple, ou au moyen d'une relation parent-enfant), activez le bouton *Animated Mesh : Export*. Le calcul de la simulation sera toutefois malheureusement allongé.

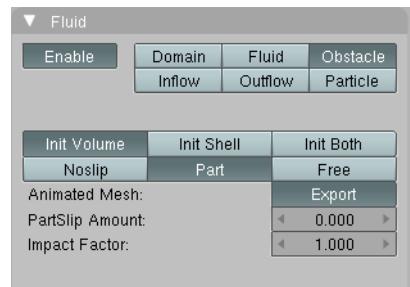
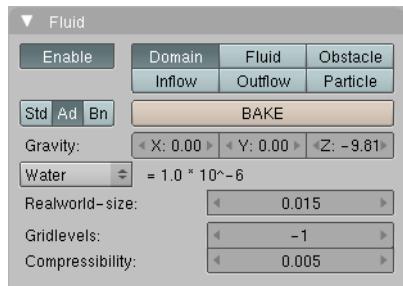


Figure 8–41

Figure 8–42  
Quelques images de la simulation



**Figure 8-43**  
Mémoire requise par la simulation



**Figure 8-44** Les options Advanced de l'onglet Fluid Simulation

## Quelques conseils méthodologiques

### Plusieurs objets fluides et obstacles ?

Vous pouvez mettre en œuvre, dans votre simulation de fluides, autant d'objets fluides et d'obstacles que souhaité. Les seules conditions sont que ces objets ne doivent pas se chevaucher ou s'intercepter, et qu'ils doivent tous être à l'intérieur du domaine pour être pris en considération.

### Résolution et mémoire

Le domaine est découpé, dans sa plus grande dimension, en petits cubes élémentaires dont le nombre est égal à la valeur de la résolution. Il en résulte qu'il est facile d'associer une quantité de mémoire « consommée » par la simulation, en fonction de la résolution spécifiée. Au-dessus du bouton *Resolution*, Blender affiche à chaque fois la mémoire nécessaire à la simulation. Si vous voulez éviter que votre ordinateur passe son temps à faire des accès disque (*swapping*), consacrez toujours à la simulation moins de mémoire que la quantité de mémoire physique dont dispose votre ordinateur. Une fois la simulation passée, cela n'a plus trop d'importance, puisqu'elle aura été convertie en géométrie dans des fichiers distincts, que Blender réutilisera au moment des rendus.

### Viscosité et taille réelle du domaine

La viscosité du liquide est critique pour déterminer sa facilité à « couler » dans votre simulation. En cliquant sur le bouton *Advanced*, vous accédez aux réglages physiques du simulateur ; ici, tout est prétréglé pour l'artiste qui n'a pas de culture technique. En particulier, vous choisissez la viscosité de votre fluide dans un menu déroulant, l'eau (*Water*) étant le choix par défaut ; les options disponibles sont l'huile (*Oil*) et le miel (*Honey*). La valeur de viscosité de chaque option apparaît à côté de son nom, et l'option *Manual* vous permet même de spécifier une viscosité totalement personnalisée.

À noter également le bouton numérique *Realworld-size*, qui permet de définir la taille du plus grand côté du domaine, ce qui influera, bien évidemment, sur le réalisme de la simulation.

### Recommencer la simulation

Par défaut, votre simulation est programmée de la frame *Start* 1 à la frame *End* 250. Si vous recommencez la simulation en changeant un paramètre, lors de l'opération de *baking*, tout semblera conforme à vos aspirations. Mais, lorsque vous rejouerez votre animation grâce à la combinaison de touches *[Alt]+[A]*, seule la première simulation sera prise en compte.

Pour y remédier, deux options :

- supprimez le contenu du répertoire où Blender stocke les simulations ; c'est la seule façon de vraiment remettre à zéro la simulation ;
- réglez le début et la fin de l'animation sur d'autres frames, par exemple *Start* 251 à *End* 500 ; l'avantage est que la première simulation est toujours inscrite sur le disque, et que vous pouvez y revenir si nécessaire.

D'autres méthodes plus « propres » verront peut-être le jour prochainement, en fonction de l'inventivité des utilisateurs ou des futurs développements de Blender.

### **Mes objets sont hermétiques !**

Vous venez de modéliser une jolie coupe, un superbe verre, ou vous souhaitez remplir la carafe du chapitre 3 ? Mais lorsque le liquide se déverse dans votre objet, il semble rebondir sur une surface virtuelle, alors que votre récipient est bien ouvert ! Ou alors, le flux ne suit pas exactement les parois.

C'est peut-être que les normales de votre récipient ne sont pas toutes orientées dans le même sens : en mode *Edit* (touche *[Tab]*) la combinaison de touches *[Ctrl]+[N]* devrait résoudre le problème. Vous avez peut-être également des points superposés, surtout si vous avez utilisé la fonction *Spin* pour créer votre récipient : toujours en mode *Edit* (touche *[Tab]*), le bouton *Rem Double* du panneau *Mesh Tools* du menu *Editing* (touche *[F9]*) permet de supprimer les points en double.

Éventuellement, votre récipient est peut-être sous le coup d'un modificateur de type *Subsurf*. Appliquer le modificateur grâce au bouton *Apply* peut alors être une bonne idée, sinon le fluide suivra les contours de la forme non modifiée !

Attention, malgré ces astuces, certaines géométries pourraient continuer à causer problème. Il faut alors trouver de nouvelles astuces, ou une révision du simulateur pour des performances supérieures en matière de collisions.

## **L'animation squelettale**

Que vous soyez intéressé par les animations, ou que votre souhait soit simplement de réaliser de belles images fixes, il est peu probable que vous puissiez passer à côté de la mise en place de squelettes pour certains sujets de vos images, comme les personnages ou les animaux. En effet, modéliser un personnage directement dans sa pose finale est un exercice extrêmement difficile, et il est souvent plus aisé de modéliser celui-ci

### **3ds MAX Bipèdes**

Depuis l'intégration de Character Studio en standard avec 3ds max, la création de hiérarchies de squelettes bipèdes est très simple et permet de créer des mouvements en fonction de la gravité, de l'équilibre, et d'autres facteurs. Malheureusement, Blender n'offre rien de comparable à ce jour, et il est nécessaire d'animer les personnages soi-même.

dans une pose « neutre », de lui donner une armature (un squelette), et de le « poser » a posteriori. Bien sûr, une fois que l'on a un personnage prêt à poser, on a parcouru plus de la moitié du chemin pour l'animer.



**Figure 8-45**

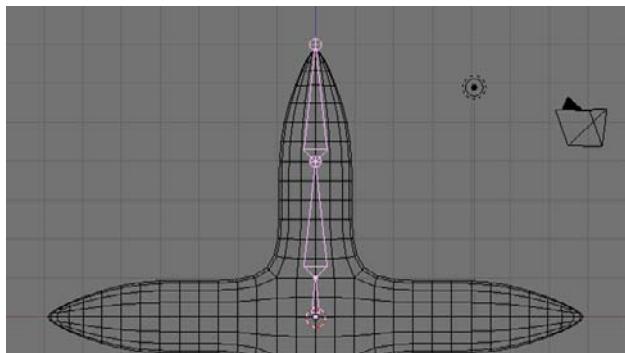
FlamencoBot, © 2005 par Robert J. Tiess :  
<http://www.artofinterpretation.com/>

## Création d'une armature

Dans un premier temps, nous allons apprendre à créer une armature (ou squelette) à un sujet quelconque. Ouvrez le fichier nommé `exercice-ch08.07-depart.blend` du répertoire `/exercices` du DVD-Rom d'accompagnement. Vous trouverez là un sujet primitif, une sorte d'étoile de mer à quatre branches.

Le curseur est au milieu de la scène, au centre du sujet. Ajoutez une armature, soit en utilisant la touche `[Espace]` puis en choisissant `Add` et `Armature`, soit en passant par la barre de menus principale, `Add` puis `Armature`. Un premier « os » (`bone` en anglais) est apparu à partir du curseur. Entrons dans le mode `Edit` grâce à la touche `[Tab]`. L'os a une longueur égale à une unité de Blender, et son extrémité est jaune, indiquant qu'elle est sélectionnée. Nous allons ajouter d'autres os à celui-ci ; l'extrémité étant sélectionnée, appuyez sur la touche `[E]` pour extruder un nouvel os à partir du précédent. Le nouvel os apparaît en jaune, et vous pouvez le dimensionner

à la souris, de sorte qu'il fasse à peu près 3 unités de Blender (en maintenant pressée la touche *[Ctrl]* pendant cette opération, l'os s'allonge automatiquement par unités entières de Blender). Appuyez sur la touche *[Entrée]* ou utilisez le *bouton gauche* de la souris pour valider le nouvel os. Répétez une nouvelle fois cette opération pour créer le troisième os. En appuyant sur la touche *[Tab]*, vous quittez le mode d'édition de l'armature, et vous pouvez aisément visualiser celle-ci.



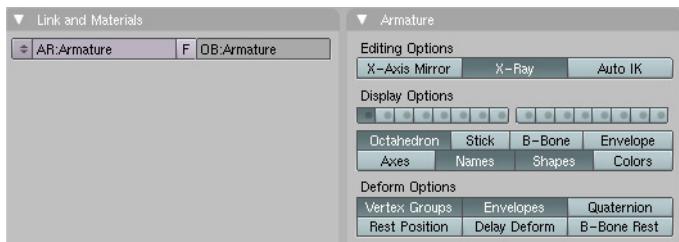
**Figure 8-46**  
Notre première armature !

Appuyez sur la touche *[F9]* pour passer dans le menu *Editing*, si d'aventure vous n'y êtes plus (ce doit être le cas à l'ouverture du fichier d'exemple). Vous devriez observer la présence de deux panneaux. Le premier, *Link and Materials*, est vierge à l'exception de deux champs, *AR:* et *OB:*, portant tous les deux le nom *Armature*. Le champ *AR:* est le nom du bloc de données correspondant à cette armature, et *OB:* le nom de l'armature en tant qu'objet Blender. Les deux s'appellent *Armature*, et c'est là le détail qui va nous intéresser.

Dans le second panneau, *Armature*, se trouvent des options d'édition, d'affichage et de déformation de l'armature. Nous y reviendrons très prochainement, mais vous pouvez déjà activer l'option *X-Ray* (dans la vue ombrée, les os deviennent visibles par transparence) et l'option *Names* (dans les deux vues, les noms individuels de chaque os deviennent visibles). Pour l'instant, conservez l'option d'affichage *Octahedron* active. Nous nous intéresserons très prochainement à l'option *Envelope*, particulièrement conviviale et intuitive.

#### ASTUCE Joindre des armatures séparées

Vous pouvez doter un même modèle d'autant d'armatures que souhaité : il suffit d'attribuer un modificateur *Armature* à chacune d'elles. Mais pour des raisons pratiques, vous souhaiterez souvent que toutes les armatures n'en fassent qu'une. Grâce à la sélection multiple, sélectionnez-les toutes en terminant par celle qui donnera son nom à l'armature résultante, et appuyez sur la combinaison de touches *[Ctrl]+[J]* pour les réunir.



**Figure 8-47**  
Les panneaux *Link and Materials* et *Armature*

### ASTUCE Sélection sur les os

Vous pouvez sélectionner aussi bien une articulation ou l'autre, en cliquant avec le *bouton droit* de la souris sur les petits ronds à chaque bout d'un os qui les symbolisent. Bien évidemment, vous pouvez également sélectionner l'os entier en cliquant sur la partie centrale de l'os.

### ERGONOMIE Raccourcis clavier pour l'édition des poses

Les raccourcis suivants se révéleront utiles lors de votre carrière d'animateur, en mode *Pose* (le modèle suit les déformations de l'armature).

- Touche *[R]* : permet de faire tourner l'os autour du point pivot spécifié ; la touche classique pour poser un modèle.

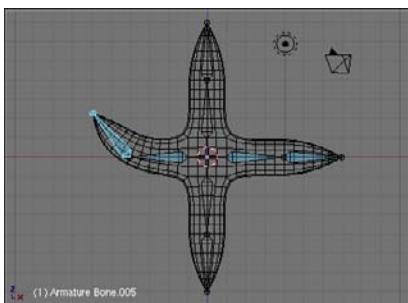


Figure 8-48

- Touche *[S]* : permet de redimensionner l'os à partir du point pivot spécifié ; une touche destinée à certains effets spéciaux (dilatation, gonflement...).

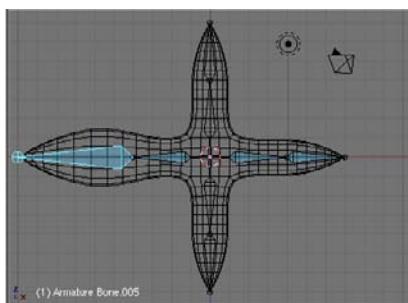


Figure 8-49

Entrez maintenant en mode d'édition, et sélectionnez le dernier os créé. Dans ce mode, un nouveau panneau, intitulé *Armature Bones*, fait son apparition. Les paramètres qui y sont présentés nous permettront de définir la façon (ainsi que dans quelle mesure) chaque os de l'armature peut déformer le maillage qui l'entoure. Nous notons en particulier le champ *BO*: qui porte le nom de l'os sélectionné ou en cours d'édition ; s'il fait partie d'une chaîne d'os, un champ numérique *child of* précise de quel os il est l'enfant. Le paramètre *Dist* permet de définir jusqu'à quelle distance (en unités de Blender) l'os est en mesure de déformer le maillage environnant. Ensuite sont disponibles diverses options, parmi lesquelles *Hinge* et *Deform*. Par défaut, seule *Deform* est activée, signifiant que vous autorisez l'os à déformer le maillage environnant à concurrence de la force *Weight* spécifiée. *Hinge* (littéralement, charnière) permet de définir un os qui n'hérite pas de l'angle de rotation des os placés avant lui dans la chaîne. Pour bien comprendre ce que cela veut dire, tentons l'expérience.



Figure 8-50

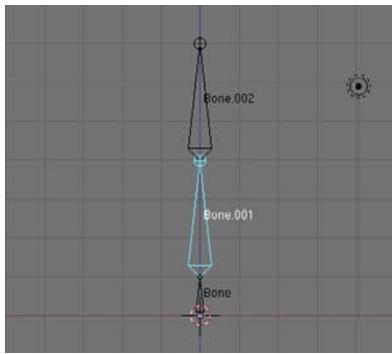
Le panneau Armature Bones

### ERGONOMIE Raccourcis clavier pour l'édition des os

Les raccourcis suivants se révéleront utiles lors de votre carrière d'animateur.

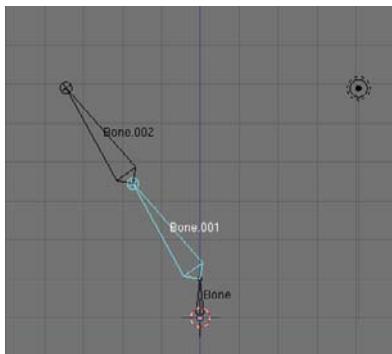
- Touche *[L]* : avec le pointeur de la souris positionné au-dessus d'un os, permet de sélectionner la chaîne entière.
- Touche *[X]* : permet de supprimer un os sélectionné ; sélectionner une extrémité seulement n'est pas suffisant pour procéder à la suppression.
- Touche *[E]* : à partir de l'extrémité sélectionnée, un nouvel os sera extrudé/ajouté.
- Touche *[W]* : pour subdiviser un os sélectionné. Les subdivisions multiples sont possibles.
- Combinaison *[Alt]+[M]* pour fusionner des os.
- Touche *[F]* pour ajouter un os entre deux articulations déjà existantes ou entre une articulation existante et le curseur 3D.
- Combinaison *[Ctrl]+[Alt]+[P]* : pour séparer un os (ou une chaîne) de l'armature courante et les placer dans une nouvelle.
- Touche *[Ctrl]+[P]* : pour « parenter » un ou plusieurs os à l'os actif. Avec l'option *X-Mirror* active, l'opération se réalise sur l'os symétrique plutôt que sur l'os l'actif, lorsque cela est possible.
- Combinaison *[Maj]+[D]* : la duplication d'un os duplique également les contraintes, les limitations de transformation et les réglages IK.

Quittez le mode d'édition et entrez dans le mode *Pose* (combinaison *[Ctrl]+[Tab]*). Sélectionnez l'os central, normalement nommé *Bone.001*. Il apparaît désormais en bleu.



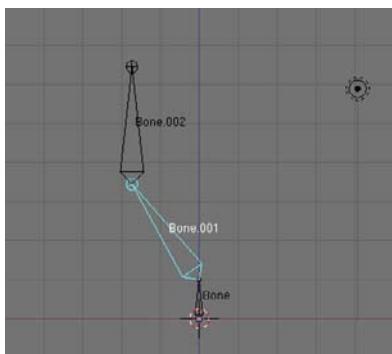
**Figure 8-51**  
Notre armature dans sa position de repos

Appuyez sur la touche [R] pour faire tourner l’objet : vous constaterez que l’os à l’origine de la chaîne (Bone) ne bouge pas, mais que l’os enfant de l’os en cours de pose accompagne tous les mouvements. En effet, les os enfants se voient appliquées les mêmes rotations que les os parents.



**Figure 8-52**  
Par défaut, les os enfants suivent les rotations des os parents.

Sélectionnez maintenant le dernier os de la chaîne : Bone.002. Dans le panneau *Armature Bones*, activez l’option *Hinge*. Sélectionnez à nouveau l’os parent de celui-ci (Bone.001, au milieu de la chaîne) et faites-le à nouveau tourner : cette fois-ci, le dernier os de la chaîne conserve ses rotations propres.



**Figure 8-53**  
Avec l’option *Hinge*, les os enfants conservent leur orientation propre, malgré les rotations des os parents.

## Mode miroir

Vous savez déjà qu'il est possible de modéliser vos personnages en mode miroir grâce au modificateur approprié. Pour faciliter la création des armatures, il est également possible de les créer dans un mode miroir particulier. Pour activer ce mode, dans le panneau *Armature*, activez l'option *X-Axis Mirror Edit*, puis utilisez la combinaison de touches *[Maj]+[E]* pour insérer un premier os symétrique en mode miroir. Vous continuerez à insérer de nouveaux os normalement (touches *[E]* ou *[Ctrl]* et bouton gauche de la souris). Pour désactiver le mode miroir, désactivez l'option *X-Axis Mirror Edit*.

L'option *Hinge* est très intéressante pour tout modèle articulé à tendance mécanique : une porte s'ouvrant sur ses gonds, un bras robotisé, un système bielle-manivelle. Pour la poursuite de vos expérimentations, désactivez *Hinge* pour le dernier os ; vous avez désormais compris son fonctionnement.

### Les différents modes d'une armature

Le mode *Object* est le mode classique de représentation d'un objet dans Blender. Dans ce mode, c'est l'armature (ou squelette) que vous manipulez dans sa globalité. En appuyant sur la touche *[Tab]*, vous pouvez entrer dans le mode d'édition (*Edit*), ce qui vous permet de manipuler chaque os individuellement. La position de chaque os est importante, car vous définissez ici la pose au repos de l'armature, et elle doit correspondre, autant que possible, à la pose de modélisation du modèle. Le mode *Pose* (combinaison *[Ctrl]+[Tab]*) enfin, permet de changer la pose de l'armature, et donc du modèle ; mais à chaque fois que vous entrerez à nouveau en mode d'édition, tant l'armature que le modèle reviendront provisoirement à la pose neutre de repos.

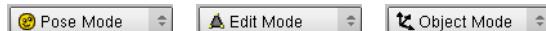


Figure 8-54

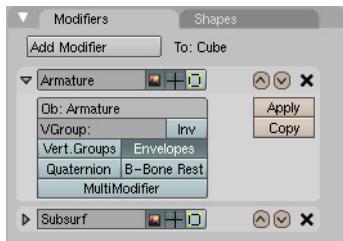
## Appliquer les déformations de l'armature au modèle

Pour l'instant, nous avons réussi à créer une armature, mais celle-ci n'étant pas encore liée au modèle, elle ne parvient pas à le déformer en fonction de ses poses propres. Il existe plusieurs méthodes pour y parvenir, mais la procédure générale est la suivante :

- 1 modélisation de la figure à animier** : plus les maillages sont denses, plus les opérations sont difficiles à paramétrier et lentes à mettre en place. En particulier, il est important d'imaginer de quelle manière le maillage en cours de modélisation va se plier ou se déformer en cours d'animation, en particulier au niveau des articulations des personnages ;
- 2 définition d'une armature** : cette étape peut être extrêmement simple (pour positionner grossièrement des personnages) ou sophistiquée (avec des contrôleurs qui piloteront les os de l'armature pour simplifier au maximum le travail de l'animateur). C'est ce que l'on appelle le *rigging* ;
- 3 lien de l'armature au maillage** : soit par parentage direct, soit par l'usage d'un modificateur *Armature* ;
- 4 spécification des sommets du modèle affectés par chaque os de l'armature et en quelles proportions** : c'est l'étape la plus importante et la plus difficile. Traditionnellement, elle est réalisée manuellement (technique du *Weight Painting*), mais des outils avancés permettent de les réaliser semi-automatiquement (*Envelopes*, *Bone Heat Weighting*). C'est ce que l'on appelle le *skinning*.

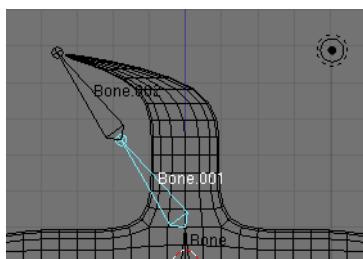
## Par la méthode des enveloppes

La première étape est fondamentale : il faut spécifier à Blender quelle armature utiliser pour les déformations du modèle. Sélectionnez l'étoile de mer (bouton droit de la souris), rendez-vous dans le menu *Editing* (touche [F9]) si vous l'avez quitté, et affichez l'onglet *Modifiers*. Si vous utilisez le fichier de démonstration, il y a déjà un modificateur actif : *Subsurf* ; cliquez alors sur le bouton *Add Modifier* et choisissez *Armature* dans la liste déroulante. Désactivez l'option *Vert.Groups* et ne conservez que l'option *Envelopes*. Dans le champ *Ob:* saisissez le nom de l'armature (rappelez-vous, c'est le nom dans le champ *OB:* de l'onglet *Link and Materials* lorsque l'armature est sélectionnée). Il s'agit normalement, tout simplement, de *Armature* (faites attention à respecter la casse du nom : majuscules et minuscules comptent).



**Figure 8–55**  
Ajout d'un modificateur Armature au modèle

Nous allons maintenant faire quelques tests de déformation ; sélectionnez à nouveau l'armature et entrez en mode *Pose*. Choisissez l'un ou l'autre des os, et amusez-vous à le faire tourner grâce à la touche [R]. Le résultat est probablement décevant, puisque le maillage du modèle ne suit que peu ou pas les déplacements des os !



**Figure 8–56**  
Les déformations du modèle ne sont pas du tout celles attendues.

Le résultat est très mauvais, le *rig* doit absolument être affiné. C'est là que la notion d'enveloppe va jouer un rôle clé dans le rigging de ce modèle : grâce aux enveloppes des os, nous allons définir physiquement et graphiquement la zone d'influence de chaque os.

Quittez le mode *Pose* pour entrer dans le mode d'édition de l'armature, et assurez-vous que vous êtes toujours dans le menu *Editing* (touche [F9]).

### REMARQUE Importance de l'ordre des modificateurs !

Si vous souhaitez que le modificateur *Subsurf* s'applique au maillage déformé par l'armature, et non pas l'inverse, pour obtenir une parfaite continuité des branches de l'étoile de mer, il faut impérativement que le modificateur *Armature* soit tout en haut de la pile des modificateurs. Utilisez les petites flèches verticales pour déplacer les modificateurs dans la position souhaitée.

## 3DS MAX Animation de foules

Le module *Character Studio* permet de créer des foules de bipèdes à l'aide d'un système d'animation procédurale. Blender dispose également d'un module permettant ce genre de tour de force ; il s'agit d'un script Python, nommé *Blender People* et écrit par Harkyman. Pour découvrir le projet :

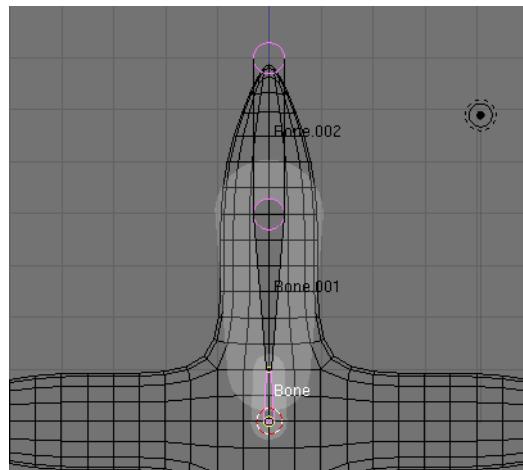
- ▶ <http://www.harkyman.com/bp.html>

Blender People est en fait une suite de scripts Python qui permettent, grâce à une base de données MySQL, de gérer le comportement d'une foule importante, y compris des scénarios de combat incluant des stratégies d'attaque, de défense, de retraite, de marche, et encore bien d'autres possibilités.

### COMPRENDRE Au sujet des os et des enveloppes

Lorsque la méthode des enveloppes est utilisée, l'enveloppe est définie par un rayon à la base et un rayon à l'extrémité. Tous les sommets du modèle situés dans le volume ainsi délimité sont déformés à 100 % par le mouvement de l'os. La zone d'effet au-delà des os est définie par la valeur *Dist* ; les sommets pris dans cette zone d'effet sont déformés conformément à leur distance par rapport à l'os. Ce taux de déformation évolue selon une loi quadratique jusqu'à s'annuler à la limite de la zone d'influence.

Dans le panneau *Armature*, choisissez l'option d'affichage *Envelope*. La physionomie de chaque os change, pour admettre un rayon à la base et un rayon à l'extrémité, la jonction entre ces rayons étant réalisée de façon continue. Mais surtout, les aires d'influence sont matérialisées par une zone gris clair très visuelle.

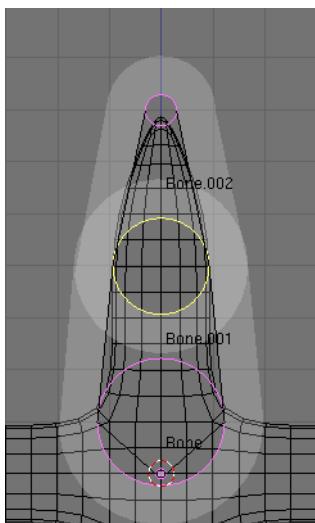


**Figure 8-57**

Visualisation des os sous forme d'enveloppes

#### ERGONOMIE Édition des enveloppes

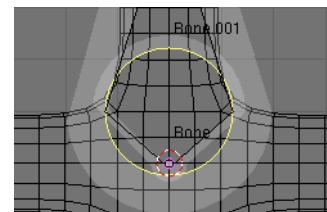
En mode *Pose*, la touche *[S]* permet de redimensionner le rayon de la base ou de l'extrémité de l'os, selon ce qui est sélectionné. Lorsque l'os entier est sélectionné, la combinaison de touches *[Alt]+[S]* permet de redimensionner la zone d'effet au-delà des os.



**Figure 8-59**

Vue des os avec toutes les enveloppes redimensionnées pour englober le modèle

Commencez par sélectionner (*bouton droit de la souris*) le cercle à la base du deuxième os (ou à l'extrémité du premier, puisqu'il s'agit d'une chaîne d'os) : il doit s'afficher en jaune. Appuyez sur la touche *[S]* pour le redimensionner, de sorte à ce qu'il tangente la base du bras vertical de l'étoile de mer. Notez qu'il va totalement absorber l'os *Bone*, à la racine de la chaîne, mais ce n'est pas grave.

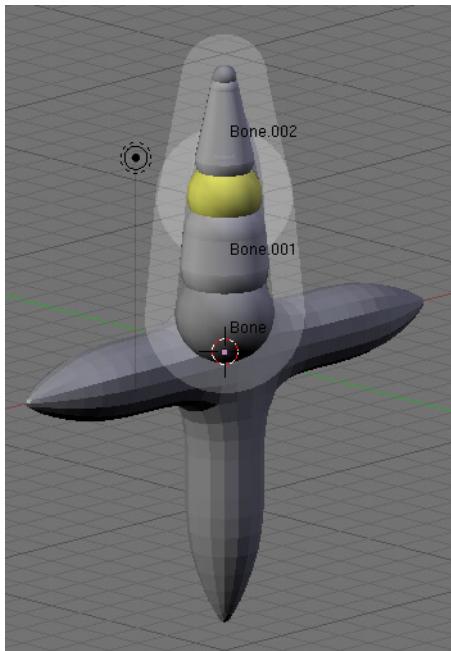


**Figure 8-58**

Redimensionnement de la base de l'enveloppe du premier os

Selectionnez maintenant le cercle à l'extrémité du deuxième os (ou à la base du troisième) et, de même, redimensionnez-le de sorte à ce qu'il tangente les bords du bras de l'étoile de mer.

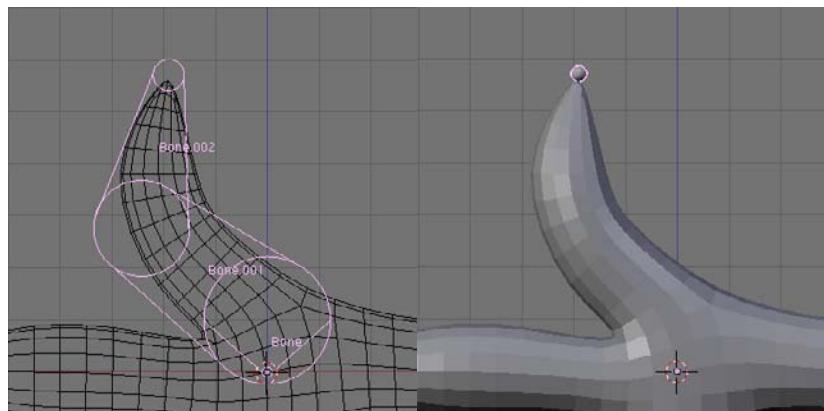
A priori, nous n'avons pas besoin de redimensionner le cercle constituant l'extrémité du dernier os de la chaîne, mais nous pourrions très bien être amenés à le faire sur d'autres modèles. L'essentiel ici est que les enveloppes de chaque os englobent du mieux possible les volumes du maillage à animer. Un petit coup d'œil sur une vue ombrée nous permet de constater que les enveloppes englobent bien le bras vertical supérieur de l'étoile.



**Figure 8–60**  
Vue ombrée des enveloppes

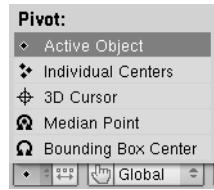
Vous pouvez quitter le mode d’édition de l’armature, et entrer à nouveau dans le mode *Pose* ; prenez un instant garde à sélectionner le centre de l’objet actif comme point pivot des rotations.

Puis, grâce à la touche *[R]*, amusez-vous à faire tourner les différents os de l’armature, et observez la réponse du modèle à ces rotations.



### 3DS MAX Angles de renflement

Cette fonctionnalité de Character Studio permet de modifier la forme des muscles en fonction de l’angle d’une articulation. Si rien n’est automatisé en la matière, Blender permet toutefois d’assujettir des *Shape Keys* à la position d’un os, par exemple, et d’obtenir des résultats analogues, au prix de plus de travail, il est vrai.



**Figure 8–61**  
Le centre de l’objet actif  
en guise de point pivot des rotations

**Figure 8–62**  
La déformation du modèle est désormais  
à la hauteur de nos attentes.

**Figure 8-63**

Création des groupes de sommets partir de l'influence des os

#### ASTUCE **Testez votre skinning**

Si vous souhaitez savoir comment se comporte votre modèle, quelques astuces utiles sont à connaître :

- en mode *Pose*, les os réagissent seulement à la commande *[R]* ou *[S]*. Une commande *[G]* est automatiquement convertie en *[R]* ;
- pour tester les déformations de façon plus libre, essayez la suite de touches *[R]* *[R]* au lieu de *[R]* et déplacez la souris pour constater que le mouvement ne s'inscrit plus dans le plan de l'écran mais dans l'espace ;
- activez le bouton *Auto IK* de l'onglet *Armature* : déplacez un os (touche *[G]*) et voyez comment les os en amont réagissent automatiquement.

**Figure 8-64**

Exemple de groupes de sommets créés par la méthode du Bone Heat Weighting

## Par la méthode du Bone Heat Weighting

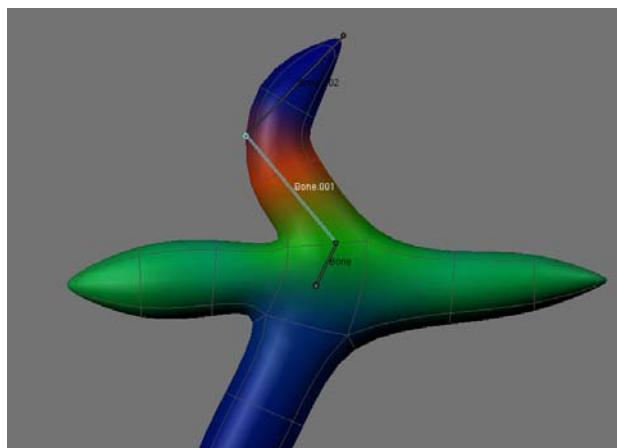
Cette méthode alternative est beaucoup plus simple à mettre en œuvre dans la mesure où il n'y a pas besoin de spécifier de rayon d'effet à chaque os : l'algorithme déduit automatiquement le poids à attribuer à chaque sommet en fonction de sa proximité à un ou plusieurs os existants et en fonction de la géométrie à déformer.

En clair, il suffit de créer l'armature du personnage, de « parenter » le maillage à celle-ci et ensuite de spécifier la méthode :

- 1 sélectionnez le maillage puis ajoutez l'armature à la sélection ;
- 2 utilisez la combinaison *[Ctrl]+[P]* pour parenter le maillage à l'armature ;
- 3 choisissez de parenter à l'*Armature* ;
- 4 choisissez de créer les groupes de sommets affectés (*Create*) à partir de la méthode *Create From Bone Heat*.

Cette méthode peut être également appliquée après avoir parenté ou utilisé un modificateur *Armature*, dans les modes *Weight Paint* et *Pose*, grâce à la touche *[W]* et à l'option *Apply Bone Heat to Vertex Groups*.

Dans la plupart des cas, cette méthode devrait offrir de meilleurs résultats que la méthode des enveloppes, mais il se peut que le skinning ne soit pas toujours parfait ; lorsqu'un os est pivoté d'une très grande valeur, il se peut que l'articulation correspondante se contracte de façon peu acceptable. De même, avec certains maillages très mal construits (en particulier ceux présentant des arêtes de longueur nulle), il est possible que cette méthode échoue tout simplement.



Dans la mesure où les autres branches de notre étoile n'ont pas d'os définis, vous noterez que les premiers os de l'armature, lorsqu'ils sont tournés, déforment plus ou moins sensiblement, en fonction de la distance, le reste du maillage. Si l'armature était complète, il en serait bien évidemment autrement, chaque branche étant parfaitement déformée par les os les plus proches.

## Par la méthode du Weight Painting

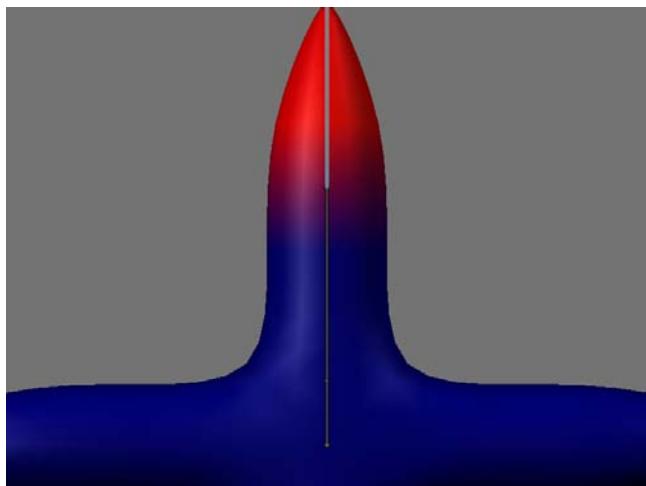
En réalité, cette méthode est la plus ancienne ; elle est antérieure aux outils *Envelope* et *Bone Heat Weighting*. En réalisant la procédure qui suit, vous corrigez bien évidemment les *Weights* des groupes de sommets existants, mais vous les créez tout aussi bien.

Idéalement, pour faciliter la visualisation des opérations, dans l'onglet *Armature* du menu *Editing* [F9], activez les options *X-Ray* et *Stick*. Ainsi, l'armature sera toujours visible à l'écran, mais elle ne masquera pas de façon flagrante le maillage.

Selectionnez le maillage puis l'armature. Utilisez la combinaison [Ctrl]+[P] et choisissez d'établir la relation de parent avec l'option *Armature*, en sélectionnant l'option *Name Groups*. Alternativement, vous pouvez spécifier au maillage le modificateur *Armature*, en citant celle à prendre en compte dans le champ *Ob:*, en cochant l'option *Vert.Groups* et en désactivant *Envelopes*.

Avec le *bouton droit* de la souris, sélectionnez maintenant l'armature et entrez dans le mode *Pose* ; cette étape est absolument indispensable ! Sélectionnez ensuite, toujours avec le *bouton droit*, le maillage à déformer et passez en mode *Weight Paint*.

Selectionnez, dans ce mode, le premier os dont vous allez spécifier l'influence tel que celui qui constitue l'extrémité de la branche. Dans le panneau *Paint* du menu *Editing* [F9], choisissez *Weight 1.000* et *Opacity 1.000* et coloriez à l'aide du petit pinceau l'extrémité du maillage susceptible d'être affectée par l'os courant.



Bien évidemment, vous répéterez ces opérations pour chacun des os ; en mode *Weight Paint*, n'hésitez pas à faire tourner le modèle dans tous les

### Astuce Armature parent deform

Si vous avez utilisé la combinaison [Ctrl]+[P] pour réaliser le parentage du maillage à l'armature (*Bone Heat Weighting* ou *Weight Painting*), le modificateur *Armature* ne fait pas automatiquement son apparition dans le panneau concerné. À la place, vous retrouvez un bouton *Make Real* en face d'un pseudo-modificateur intitulé *Armature parent deform*. En cliquant dessus, vous transformez le parentage en un véritable modificateur *Armature* dont les boutons *Vert.Groups* et *Envelopes* sont par défaut activés.

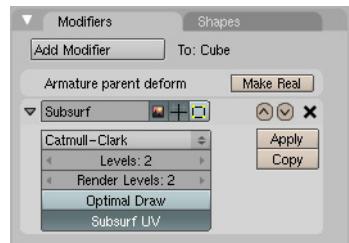
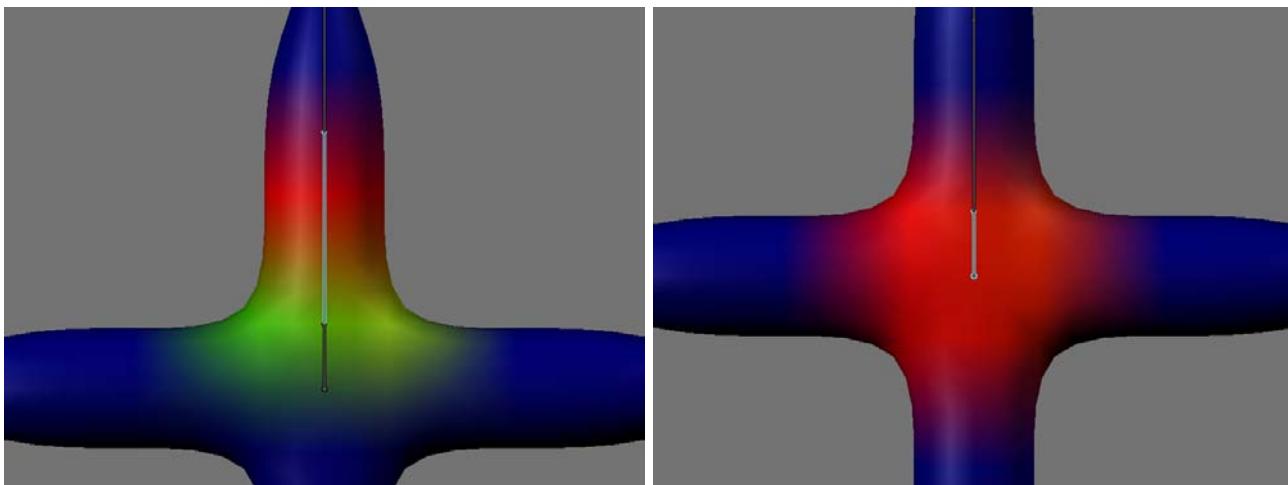


Figure 8-65

Figure 8-66

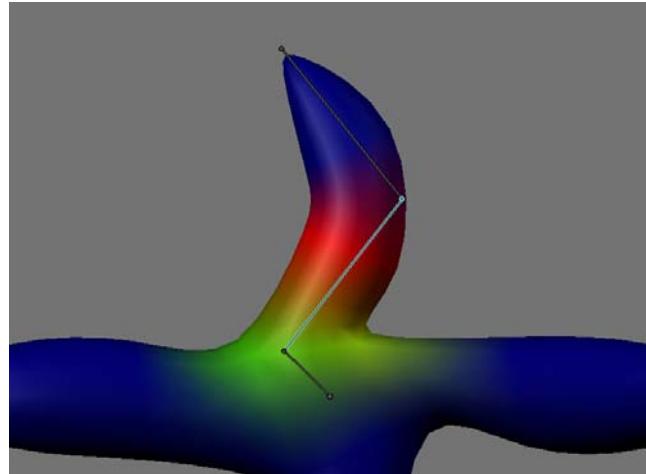
Les couleurs chaudes (maxi : rouge) indiquent les portions de maillage totalement déformées par l'os sélectionné et les couleurs froides (mini : bleu) caractérisent les portions qui restent insensibles à son influence.

sens, en changeant régulièrement l'os sélectionné, pour vous assurer que tous les sommets sont bien colorés.



**Figure 8-67** Les Weights de tous les sommets sont attribués pour chaque os disponible dans l'armature.

Il ne vous reste maintenant plus qu'à vérifier que le maillage se déforme conformément à vos souhaits : il est en effet essentiel de garder un esprit critique sur cette étape qui est traditionnellement la plus délicate de tout le processus d'animation. En effet, elle met souvent en lumière des défauts de conception/modélisation au niveau du maillage à déformer, qui se prête parfois peu ou mal à l'animation. Mais, avec l'expérience, bonne modélisation, bon rigging et bon skinning se combinent pour permettre des modèles parfaitement animés. Dans l'immédiat, sans quitter le mode *Weight Paint*, sélectionnez les os un à un, en les faisant tourner jusqu'à mettre en évidence des défauts de skinning.



**Figure 8-68**

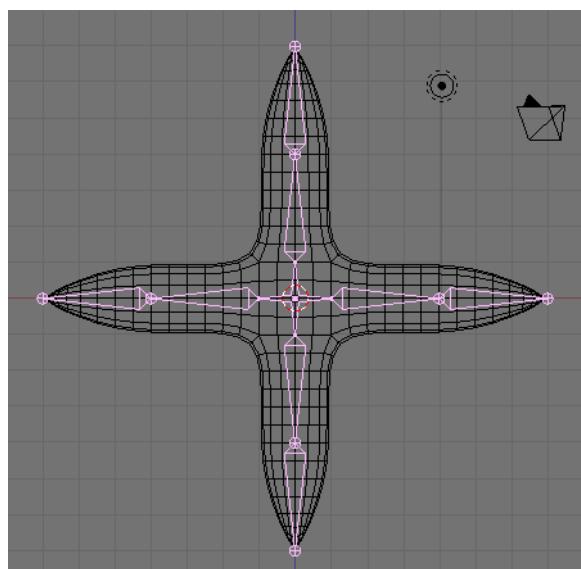
Le mode Pose étant actif, il est possible, en faisant bouger un os, de repérer, durant le Weight Painting, les zones à problèmes.

Il est également possible de corriger de façon dynamique les déformations d’un os particulier, en faisant tourner celui-ci et en corrigeant son *Weight* (ou celui de ses os adjacents) pour limiter les déformations non sollicitées ou les pincements de maillage.

## Compléter l’armature

Pour l’étape finale qui suit, nous considérerons que vous avez utilisé la méthode des enveloppes (dans le cas contraire, attendez d’avoir terminé le rigging et une armature complète avant de réaliser le parentage et le skinning). Avec l’armature en mode édition, rendez-vous dans le panneau *Armature*, dans les options d’affichage, et choisissez *Octahedron* pour simplifier les opérations à venir. Si le curseur de Blender n’est plus au centre de la scène, sélectionnez la base du premier os Bone,appelez le menu d’aimantation (*Snap*), grâce à la combinaison de touches *[Maj]+[S]*, et choisissez *Cursor>Selection*. Enfin, utilisez le curseur 3D en guise de pivot aux futures opérations de rotation.

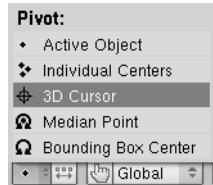
Maintenant, sélectionnez les trois os de l’armature (touche *[A]* jusqu’à ce qu’ils apparaissent tous en jaune, ou sélection multiple avec le  *bouton droit* de la souris et la touche *[Maj]* enfoncee), et appuyez sur la combinaison de touches *[Maj]+[D]* pour les copier. Vous êtes automatiquement entré en mode déplacement ; aussi, sans toucher à votre souris, appuyez sur la touche *[R]* pour passer en mode rotation ; maintenez appuyée la touche *[Ctrl]* pour faire tourner la copie des os de  $5^\circ$  en  $5^\circ$ , jusqu’à  $-90^\circ$ . Renouvez l’opération jusqu’à ce qu’une copie de la chaîne d’os initiale occupe chacun des bras de l’étoile de mer.



**Figure 8-70**  
Le modèle est désormais pourvu d’une armature complète.

### ASTUCE Mélanger les différentes méthodes

Vous pouvez, par exemple, réaliser le skinning de votre modèle soit par la méthode des *Enveloppes* ou celle du *Bone Heat Weighting*, et ensuite corriger l’une ou l’autre en utilisant le traditionnel *Weight Painting*. Il vous faut alors activer l’option *Vert.Groups* (dans le modificateur *Armature*) pour que les modifications soient appliquées au maillage.



**Figure 8-69**

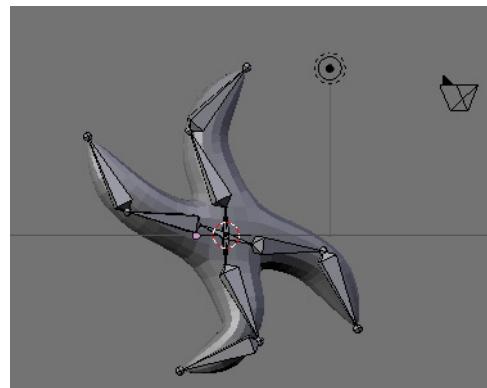
Le curseur 3D en guise de point pivot des rotations

### ASTUCE Les manipulateurs de transformation 3D

S'ils sont relativement peu commodes en mode *Edit*, les manipulateurs de transformation 3D se révèlent particulièrement adaptés à la manipulation des objets en mode *Object* ou des os en mode *Pose*. Plus encore, en orientation *Local*, ils se montrent des alliés précieux des animateurs. Sur une armature en mode *Pose*, utilisez le manipulateur de rotation en orientation locale pour vous en persuader.

- **[Ctrl]+[Espace]** : (dés)active le manipulateur en appelant un menu déroulant ;
- **[Ctrl]+[Alt]+[G]** : affiche le manipulateur de déplacement ;
- **[Ctrl]+[Alt]+[R]** : affiche le manipulateur de rotation ;
- **[Ctrl]+[Alt]+[S]** : affiche le manipulateur de mise à l'échelle ;
- **[Alt]+[Espace]** : appelle un menu déroulant permettant de choisir l'orientation du manipulateur : *Global, Local, Normal, View*.

Normalement, les os ont été dupliqués avec les informations d'enveloppe précédemment définies. Le modèle étant parfaitement symétrique, le *rig* est théoriquement complet et satisfaisant, mais pour d'autres modèles, il aurait peut-être fallu retoucher la taille des enveloppes. Quittez le mode d'édition pour passer en mode *Pose*, et après avoir repris *Active Object* comme point pivot, jouez avec la position des os pour donner à votre étoile de mer des poses aussi complexes que souhaitées. Enfin, vous pourrez toujours comparer votre *rig* avec celui du fichier *exercice-ch08.07-final.blend*.



**Figure 8-71**  
« Staying alive, staying alive ! »  
La première étoile de mer  
dansante est née...

### Cinématique inverse

Ce que nous avons appris jusqu'à présent peut se révéler suffisant pour la création d'images fixes ; grâce aux armatures, nous sommes désormais capables de faire prendre à nos modèles les poses que nous souhaitons, et déplacer un à un chacun des os, jusqu'à obtenir la position parfaite, est un sacrifice nécessaire mais qui porte sa propre récompense. Mais dans le cadre d'animation, procéder ainsi os par os, pour chaque geste, nécessitera non seulement bien des tâtonnements, mais aussi une réserve de temps et de patience considérables de la part de l'animateur.

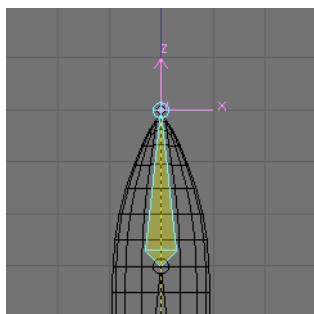
Heureusement, les outils de cinématique inverse (*Inverse Kinematics*, ou *IK*) lui viennent en renfort : par exemple, pour déplacer le pied d'un sujet, il lui suffira de déplacer son contrôleur ; le pied suivra, ainsi que tous les os qui ajusteront leurs positions angulaires pour que le pied suive le contrôleur.

Reprenez le modèle de notre étoile de mer à quatre branches, désormais pourvue d'une armature complète, ou, si vous le souhaitez, ouvrez le fichier *exercice-ch08.07-final.blend*. L'armature est déjà sélectionnée, il vous reste à passer en mode *Pose*. Sélectionnez l'extrémité du dernier os du bras vertical supérieur, par exemple. Appuyez sur la combinaison de touches **[Ctrl]+[I]**, et choisissez *To New Empty Object* lorsque Blender vous demande sur quoi ajouter une nouvelle contrainte *IK*.



**Figure 8-72**  
Ajout d'une contrainte IK

Un objet de type *Empty* est apparu au bout de la chaîne d’os, et le dernier os apparaît peint en jaune. Sélectionnez l’*Empty* avec le *bouton droit* de la souris, appuyez sur la touche *[G]* pour pouvoir le déplacer, puis promenez-le autour de l’écran, tout en regardant comment les os de l’armature pivotent les uns par rapport aux autres pour suivre l’objet *Empty*. Dans ce cadre, l’objet *Empty* nous sert de contrôleur.



**Figure 8-73**  
Création d’un objet Empty en bout de chaîne d’os

Dans le menu *Editing* (touche *[F9]*), un nouveau panneau est proposé : il se nomme *Constraints* et présente toutes les options relatives à la cinématique inverse.

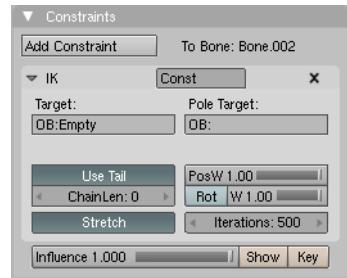
Grâce à des contrôleurs de ce type, l’animation d’un personnage constitué d’un nombre important d’os se trouve grandement simplifié, puisque c’est le solveur de cinématique inverse qui va s’occuper de positionner correctement tous les os de la chaîne, en fonction de la position du contrôleur. Mais il existe de nombreux autres types de contraintes disponibles dans Blender.

## Blender et les contraintes

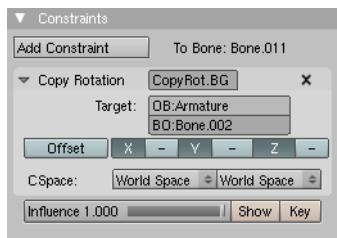
Les contraintes sont des fonctions qui permettent d’établir certains liens entre les objets. Il est possible, en particulier, d’établir des liens entre deux os de sorte que, par exemple, lorsqu’un os pivote dans une certaine direction, l’autre os suive la même transformation. On dit alors que le deuxième os est contraint par le premier, qui est la cible (*target*) de la contrainte (*constraint*) qui s’applique au second.

L’étude des contraintes et de l’animation en général est trop vaste et spécifique pour cet ouvrage, mais nous allons toutefois brièvement voir comment mettre en place une telle contrainte, outre la contrainte IK que nous venons de découvrir.

Ouvrez le fichier `exercice-ch08.07-final.blend`. L’armature est déjà sélectionnée, passez en mode *Pose*. Sélectionnez l’extrémité de la chaîne verticale supérieure qui figure plus ou moins la tête de votre étoile. Notez



**Figure 8-74**  
Le panneau Constraints

**Figure 8-75**

L'ajout d'une contrainte de rotation ne pose guère de difficultés.

qu'elle se nomme `Bone.002`, car elle sera la cible des contraintes que nous allons mettre en place ; son nom nous sera donc utile. Sélectionnez maintenant une autre extrémité, par exemple celle du bras gauche (à droite de l'écran en supposant que l'étoile nous fasse face). Dans le panneau *Constraints* du menu *Editing* [*F9*], cliquez sur le bouton *Add Constraint* et choisissez *Copy Rotation* dans la liste déroulante. Dans le champ *Target*, indiquez le nom de l'armature qui est la cible de la contrainte : spécifiez donc `OB: Armature`. Mais cette armature dispose de plusieurs os, aussi un champ `BO:` fait son apparition pour que vous notiez l'os concerné. Indiquez `Bone.002` que nous avons identifié plus tôt. Immédiatement, l'os qui subit la contrainte change son orientation pour s'aligner sur celle de l'os cible !

Répétez l'ajout d'une contrainte *Copy Rotation* à chacune des autres extrémités de l'étoile de mer. Pour vous y retrouver, pensez à renommer à votre guise chaque contrainte. Par exemple, indiquez `CopyRotBG` (copier la rotation sur le bras gauche) pour cette première contrainte.

**Figure 8-76**

Grâce à cette contrainte, il suffit d'orienter l'os de la tête pour que les os des autres extrémités s'orientent de la même manière.

Blender propose bien évidemment un grand nombre de contraintes, certaines utiles aux objets, d'autres utiles aux os et aux armatures, d'autres utiles aux deux. Voici une liste rapide et non exhaustive de quelques contraintes utiles.

- *Child Of* : cette contrainte sert à établir des parentages complexes et animables entre diverses cibles. Les différents canaux (*channels*) permettent de déterminer de quelle façon le parent va transformer ses enfants.
- *Copy Location*, *Copy Rotation*, *Copy Scale* : permet respectivement de copier la position, les angles de rotation ou les échelles d'une cible et de les appliquer à l'identique à l'objet contraint.

- *Limit Location, Limit Rotation, Limit Scale, Limit Distance* : servent à limiter la position, les angles de rotation ou les échelles sur une plage spécifique. Ces contraintes n’ont pas besoin de cible.
- *Track To* : cette contrainte permet de toujours orienter un objet (une caméra, par exemple) en direction de sa cible (un objet de la scène ou un *Empty*, par exemple).
- *Floor* : permet de spécifier des objets plans qui ne pourront être traversés par l’objet contraint. On peut ainsi créer des sols, des murs ou des plafonds virtuels pour les os du pieds, ces derniers ne pourront pas disparaître sous le sol au cours de l’animation.
- *Locked Track* : l’objet constraint va pivoter pour suivre un chemin.
- *Follow Path* : l’objet constraint va se déplacer pour suivre un chemin.
- *Stretch To* : cette contrainte permet d’étirer l’objet en direction de la cible ; si celle-ci se rapproche, l’objet constraint se comprime. Dans les deux cas, le volume de l’objet constraint s’efforce d’être constant : cela veut dire qu’en s’étirant, il va également devenir beaucoup plus fin !
- *IK Solver* : la chaîne entière de l’os constraint va être affectée par les déplacements de la cible ; cela est idéal pour animer une main en même temps que l’avant-bras et le bras !
- *Action* : permet d’appliquer préalablement une action basée sur la rotation d’un autre os. Cette contrainte est typiquement utilisée pour le gonflement du biceps lorsque l’on anime un bras.

L’ordre des contraintes sur les objets et les os est important. En particulier, une contrainte sur un objet (l’armature) sera évaluée en premier, avant les contraintes sur les os de cette armature. Dans la liste des contraintes, celles-ci sont évaluées et appliquées de haut en bas. Ainsi, des contraintes situées en bas de liste peuvent imposer leur comportement malgré des contraintes contradictoires placées plus haut dans la liste.

Vous pouvez spécifier plusieurs contraintes identiques l’une après l’autre, formant un bloc continu, mais avec des cibles (*Target*) différentes. Blender va alors évaluer le résultat du bloc en une seule fois, en considérant une cible « moyenne ». Si vous avez véritablement besoin de faire appliquer de façon séquentielle des contraintes identiques mais à des cibles différentes, insérez systématiquement une contrainte de type *Null* entre chacune ; cela forcera Blender à refaire des évaluations distinctes entre chaque *Null*.

#### BON À SAVOIR **La glissière Influence des contraintes**

Ce bouton glissière permet de régler l’influence de la contrainte sur l’objet affecté. Lorsque plusieurs contraintes s’appliquent à un objet, elles le feront proportionnellement à leur *Influence* respective : par exemple, si pour chacune *Influence* est égale à 1.000, les contraintes s’appliqueront à l’objet de façon équilibrée.