

Les Softbodies: ou l'étude des corps souples à la façon de Blender

Merci à Diamond Editions pour son aimable autorisation pour la mise en ligne de cet article, initialement publié dans Linux Magazine N°76

Olivier Saraja - olivier.saraja@linuxgraphic.org

Avec sa version 2.37, Blender s'est vu doté d'un outil formidable pour la simulation d'objets élastiques ou gélatineux, ou de façon plus générale, la simulation de vêtements: les Softbodies, ou Corps Souples. Cet article propose de comprendre le fonctionnement des principaux paramètres, ainsi que de voir quelques mises en pratique des corps souples.

Tout d'abord, le principe résumé en quelques mots: prenons un objet quelconque, par exemple un cube. Au travers du moteur de calcul de corps souples désormais intégré à Blender, ce cube sera soumis à deux familles de forces; les forces « extérieures » comprendront des effets aussi subtils que la gravité, le vent, ou l'animation directe au-travers de courbes IPO, d'une armature ou d'une cage de déformation de type *lattice*, mais aussi les collisions avec d'autres objets; les forces « intérieures » comprendront la raideur (*stiffness*) des liaisons entre les points de contrôle (*vertex*) ou l'amortissement/friction (*damp/friction*). Les forces « extérieures » auront tendance (le plus souvent) à déformer le corps souple, les forces « intérieures » à le ramener à sa position initiale (si possible) ou la position la plus neutre possible en fonction de l'environnement. C'est donc l'interaction continue des forces extérieures et intérieures qui régiront le comportement du corps souple; le réalisme de cette simulation ne tient plus alors qu'au réglage adéquat des forces intérieures.



Figure 01: un courant d'air qui emporte un rideau... un effet si simple à réaliser avec les Softbodies!

1. Bien comprendre les bases: cas du pendule rigide

Nous allons commencer très simplement. Ouvrez une session de Blender, et conservez telle

quelle la scène par défaut. Passez en vue Caméra (touche [0] du pavé numérique), et éditez (touche [tab]) le cube. Sélectionnez (touche [B]) tous les points de contrôle à l'exception de l'une quelconque des arêtes verticales et supprimez-les (touche [X]). Sélectionnez ensuite (touche [B] toujours) les deux points de contrôle restants. Passez d'abord en vue de face puis en vue de côté (respectivement touche [1] et touche [3] du pavé numérique) et, à chaque fois, utilisez la touche [G] (et la touche [Ctrl] pour contraindre le déplacement à une valeur réglée) pour déplacer le point supérieur de l'arête au centre géométrique de l'ancien cube; sélectionnez ce point (et lui seul) en cliquant sur lui avec la touche droite de la souris. Maintenant, passez en vue de côté (touche [3] du pavé numérique) et appuyez sur [Maj]+[S] pour ordonner au curseur de se positionner sur la sélection (option **Cursor -> Selection** dans la fenêtre qui apparaît). Quittez le mode d'édition (touche [tab]) et basculez dans le menu **Editing** (touche [F9]), dans l'onglet **Mesh**. Localisez le bouton **Centre Cursor** et cliquez dessus. Vous pouvez maintenant faire tourner (touche [R]) le pendule de -45° autour de son nouveau centre.

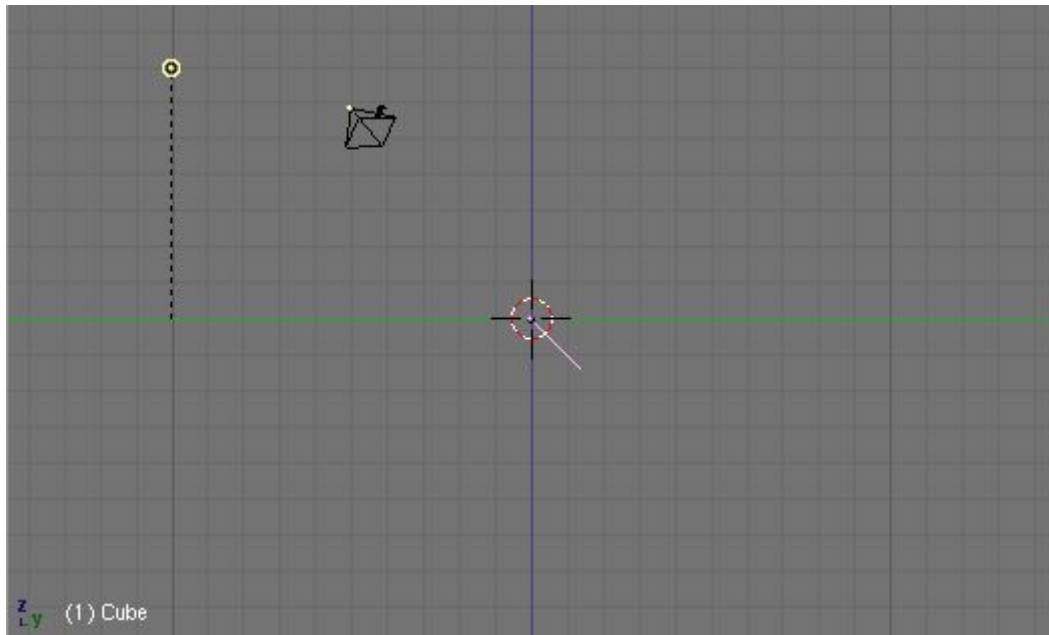


Figure 02: un pendule très primitif, prêt à être animé

Notre scène est prête à être animée, il ne nous reste plus qu'à mettre en oeuvre la magie des *Soft Bodies*. Veillez à ce que le pendule soit sélectionné, et basculez dans le menu **Object** (touche [F7]). Localisez et activez l'onglet **Softbody**; il ne contient pour l'instant qu'un unique bouton (**Enable Soft Body**) mais nous allons y remédier en cliquant dessus. Tout un tas de nouveaux paramètres font leur apparition.



Figure 03: les paramètres de Corps Souple par défaut

Pour observer dans les fenêtres 3D le comportement de votre Corps Souple, il vous suffit d'utiliser la combinaison [Alt]+[A]; une pression sur la touche [Echap] vous permet d'interrompre la simulation. Si vous essayez maintenant, il ne va strictement rien se passer. En effet, toutes les forces « intérieures » sont réglées à leurs valeurs par défaut, mais il n'y a pour l'instant aucune force extérieure pour exercer son influence sur le Corps Souple, d'où l'absence d'effet. Il est facile

d'y remédier, grâce à la plus simple des forces « extérieures » qu'il est possible de mettre en place: la gravité. Dans les boutons numériques de l'onglet **Softbody**, repérez celui intitulé **Grav** et donnez-lui une valeur égale à 9.81 (ce qui correspond peu ou prou à la gravité terrestre, on va pas chipoter). Refaites un coup de [Alt]+[A] depuis la vue de côté (touche [3] du pavé numérique). Le résultat peut paraître étonnant: le pendule entier est translaté vers le bas, puis remonte et redescend en oscillant, alors que vous vous seriez certainement attendu à ce qu'il oscille à partir de son point supérieur. Ce comportement est normal et correspond au paramétrage par défaut du Corps Souple: aucun point fixe n'ayant été déterminé par l'utilisateur, c'est comme si le pendule tombait en chute libre et remontait alternativement. Pour vous amuser, localisez le bouton numérique **Goal** et faites le varier de 0.000 (véritable chute libre et infinie) à 1.000 (l'objet campe sur ses positions et ne bronche même pas). Pour une valeur intermédiaire (comme 0.500) l'objet entier va « tomber » sur une certaine distance avant de remonter et osciller jusqu'à trouver une position d'équilibre entre les deux extrêmes.

Il s'agit là de la première notion importante lors de la mise en oeuvre des *Soft Bodies*. Le *Goal* est une notion de « poids » applicable à chaque point de contrôle de l'objet. Ce bouton permet de donner simplement à l'ensemble des points de contrôle une valeur de *Goal* commune; dans notre cas, nous souhaiterions que le point supérieur du pendule reste fixe, tandis que le point inférieur oscille simplement. Il va donc nous falloir attribuer des « poids » différents à ces deux points de contrôle. Dans le cadre d'un maillage plus complexe, nous pourrions avoir recours au mode **Weight Paint**, mais ici nous n'avons aucune face, seulement des points de contrôle et des arêtes. Nous allons donc créer des **Vertex Groups** appropriés à notre simulation.

Avec le pendule sélectionné, passez dans le menu **Editing** (touche [F9]) et plus particulièrement dans l'onglet **Links and Material**, vous verrez la mention *Vertex Groups*, sans boutons ni contrôles toutefois; c'est parce qu'il n'est possible de définir de tels groupes qu'en mode édition. Appuyez donc sur la touche [Tab], et de nouveaux boutons vont apparaître. Appuyez immédiatement sur le bouton **New** pour créer un nouveau groupe que nous nommerons PENDULE (voir illustration 04 suivante).

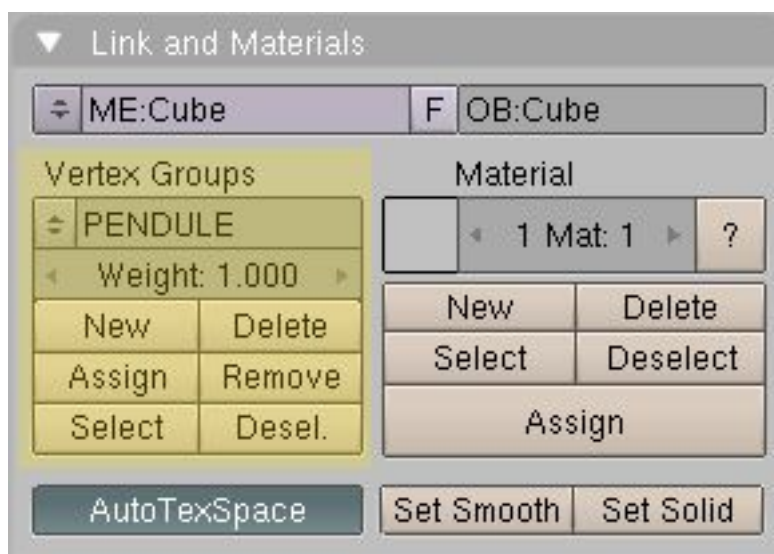


Figure 04: l'interface permettant la création des groupes de points de contrôle

Dans une vue 3D (par exemple celle de côté), sélectionnez le point supérieur du pendule; en cliquant sur le bouton **Assign**, vous lui attribuerez le poids spécifié dans le bouton numérique intitulé **Weight**, soit 1.000 par défaut. Une fois ceci fait, vous pouvez quitter le mode édition (touche [Tab]) et retourner dans l'onglet **Softbody**. Localisez le bouton **Use Goal**, vous verrez un petit ascenseur sur son côté droit. En cliquant sur celui-ci, vous pourrez faire apparaître les *Vertex Groups* disponibles; bien sûr, sélectionnez PENDULE. Vous constatez que le bouton **Goal** de tout à l'heure n'est plus accessible, puisque vous avez manuellement défini de nouveaux poids.



Figure 05: les paramètres de notre pendule élémentaire

Normalement, vous avez déjà réglé la valeur de la gravité (**Grav**) à 9.810; si ce n'est pas le cas, modifiez-la maintenant. Dans le second bloc de paramètres, juste sous le bouton **Use Goal**, vous trouverez **G Stiff** (*Goal Stiffness*, ou Raideur à l'Objectif); il s'agit de l'effort interne qui va pousser le corps souple à rester le plus près possible de sa position de départ. Le point pivot ayant été fixé au moyen des *Vertex Groups*, si nous souhaitons que les points de contrôle ne faisant pas partie du groupe puissent osciller librement, nous régleront cette valeur à 0.000. Enfin, dans le dernier groupe de paramètres se trouve **E Stiff** (*Edge Stiffness*, ou Raideur des Arêtes); le Corps Souple étant, par définition, élastique, l'arête reliant les deux extrémités de notre pendule risque de s'allonger. Il s'allongera d'autant plus que la valeur d'**E Stiff** est proche de 0.000, et restera d'autant plus constante qu'elle sera proche de 0.999 (valeur max admise par le solveur). Dans notre cas, nous souhaitons un pendule parfaitement rigide, nous donnerons donc une valeur de 0.999 à **E Stiff**.

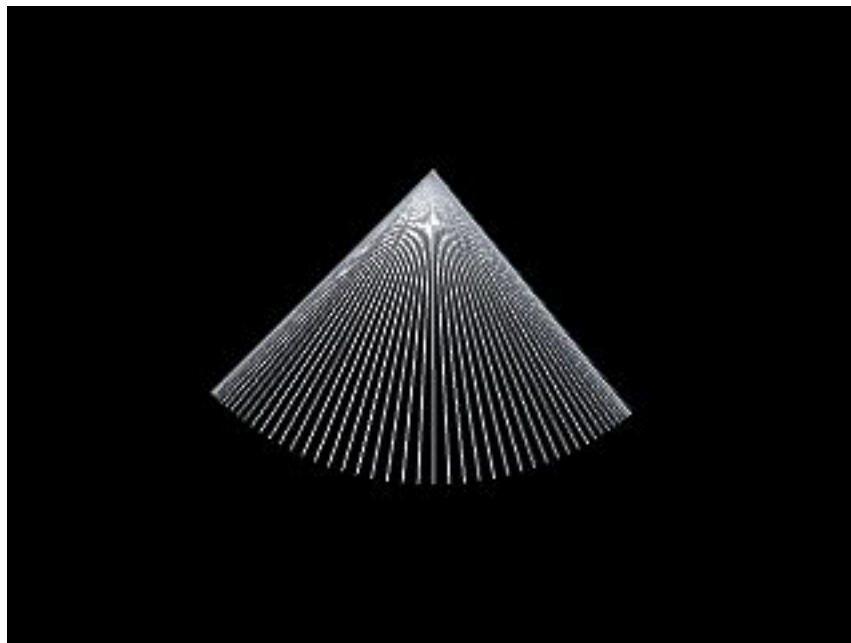


Figure 06: en vue de côté, le mouvement de notre pendule rigide, sur une cinquantaine de frames superposées

Vous retrouverez sur le cédérom d'accompagnement du magazine (ou en téléchargement sur www.linuxgraphic.org) un fichier intitulé `pendule-simple.blend`. C'est ni plus ni moins que le résultat de cet exercice de base. Vous pouvez vous y référer si vous ne parvenez pas au même résultat, ou si vous souhaitez directement expérimenter certaines valeurs sans avoir à reconstruire la scène entière.

Cas du pendule articulé

Nous pouvons envisager d'appliquer la même configuration de *Softbodies* à un pendule souple et peu ou pas élastique. L'expérience à mener est simple, et est résumée dans le fichier `pendule-articule.blend` du cédérom d'accompagnement. Sélectionnez le pendule précédent, et entrez dans le mode édition ([Tab]). Sélectionnez tous les points de contrôle (touche [A]) et ensuite subdivisez (touche [W], choisissez l'option **Subdivide**) à deux reprises. Par bonheur, n'ayant qu'un seul point dans le *Vertex Group* avec un poids défini, vous n'aurez pas besoin de redéfinir le groupe entier. Il vous suffit de quitter le mode édition (touche [Tab] à nouveau) et d'appuyer sur [Ctrl]+[A] en étant dans une fenêtre 3D.



Figure 07: toujours en vue de côté, en superposition sur une quarantaine de frames, le pendule qui oscille depuis sa position d'origine à gauche

Cette variante est intéressante dans le sens où, en plus d'osciller, on voit clairement le pendule souple se déformer sous les efforts conjugués de l'inertie et de la gravité.

2. Exercice d'approfondissement: cas du rideau

Nous allons continuer de progresser pas à pas, en nous attachant cette fois à une simulation un peu plus complexe. Au niveau des forces « internes », nous allons simplement mettre en place des *Vertex Groups* à peine plus complexes pour tenir compte des amarrages multiples d'un rideau classique; du côté des forces « externes », nous aurons un courant d'air, la gravité, et la collision du rideau avec l'encadrement d'une fenêtre.

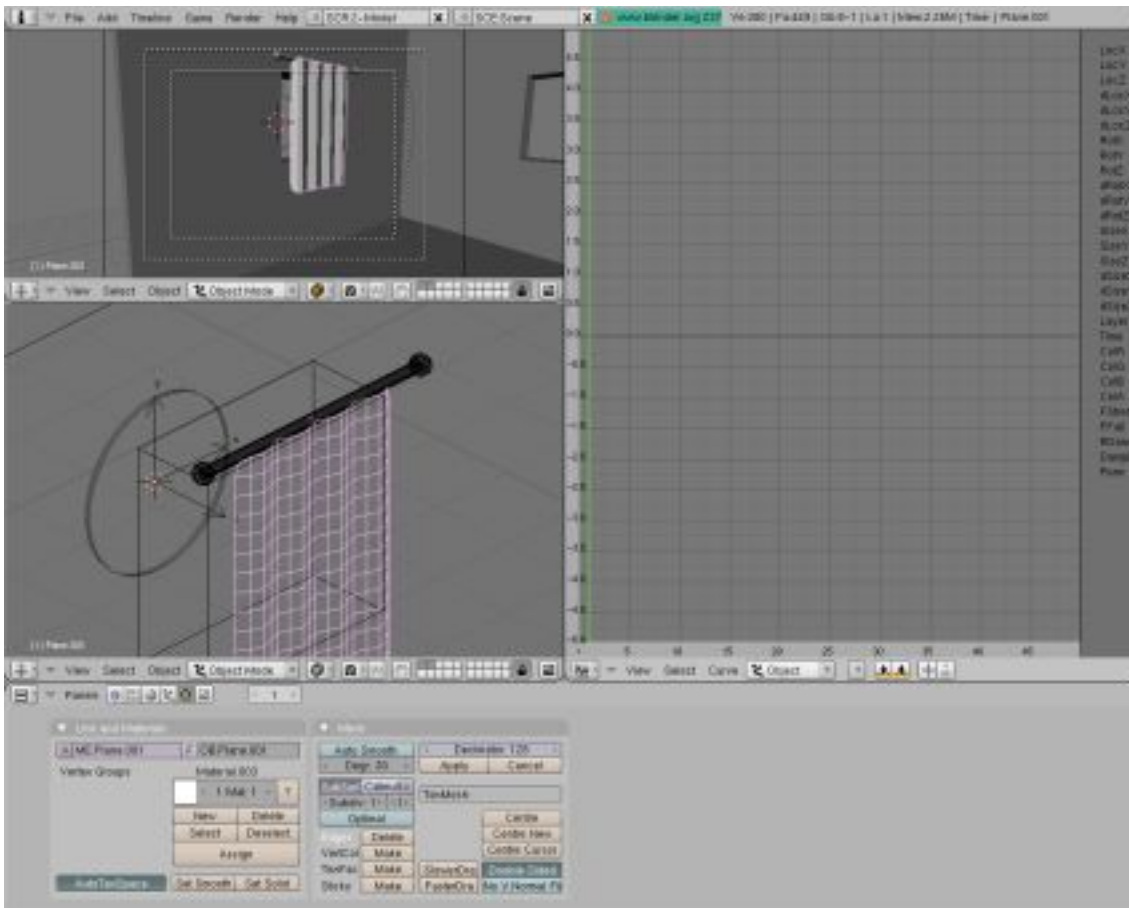


Figure 08: notre fichier de travail rideau-base.blend, à l'ouverture dans Blender

2.1 Détermination du Goal du rideau

Pour simplifier les choses, nous allons nous référer au fichier `rideau-base.blend` du cédérom d'accompagnement du magazine (ou en téléchargement sur www.linuxgraphic.org). Ouvrez ce fichier dans Blender, le rideau est déjà sélectionné et le menu **Editing** (touche [F9]) est visible. Nous allons commencer par définir le *Goal* du rideau, en créant un *Vertex group* et en lui attribuant certains points de contrôle judicieusement choisis. Entrez dans le mode d'édition en appuyant sur la touche [Tab]. Sélectionnez maintenant un point de contrôle sur deux de la première rangée de points du rideau, en commençant par le point de contrôle situé le plus à gauche, comme sur la Figure 09 ci-contre.

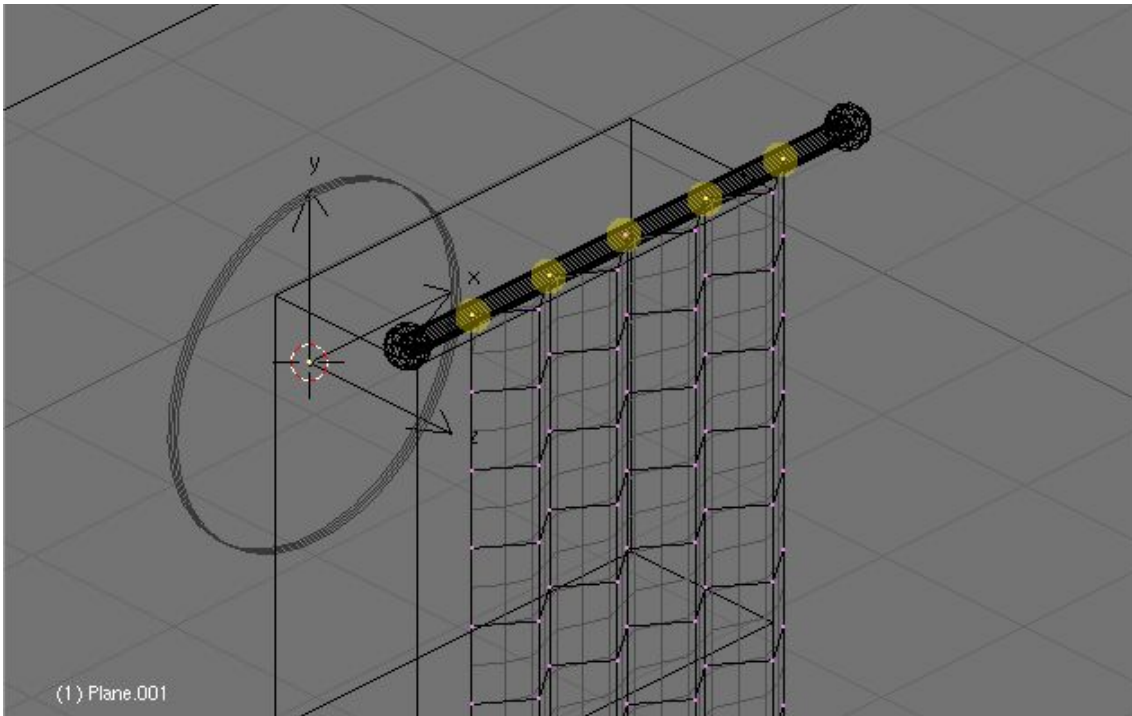


Figure 09: choix des points de contrôle pour la définition du Goal

Dans l'onglet **Link and Materials**, cliquez sur **New** pour la création d'un nouveau *Vertex Group*. Renommez-le RIDEAU, par exemple, puis cliquez sur le bouton **Assign**. Il y a une façon très visuelle de vérifier l'attribution des « poids ». Quittez le mode d'édition d'objet (touche [Tab]) et, au pied de la fenêtre 3D, choisissez le Mode d'affichage **Weight Paint**. Le rideau se colore instantanément en bleu (points de contrôle libres) et en rouge (points de contrôle « cloués ») sur place par la création d'un *Vertex Group* avec un **Weight** par défaut de 1.000). Dans ce mode, vous avez accès à un nouvel onglet intitulé **Paint**, qui vous permet d'ajouter « au pinceau » du « poids » aux points de contrôle du rideau (vous pouvez afficher ceux-ci en cliquant sur le bouton **Wire**).

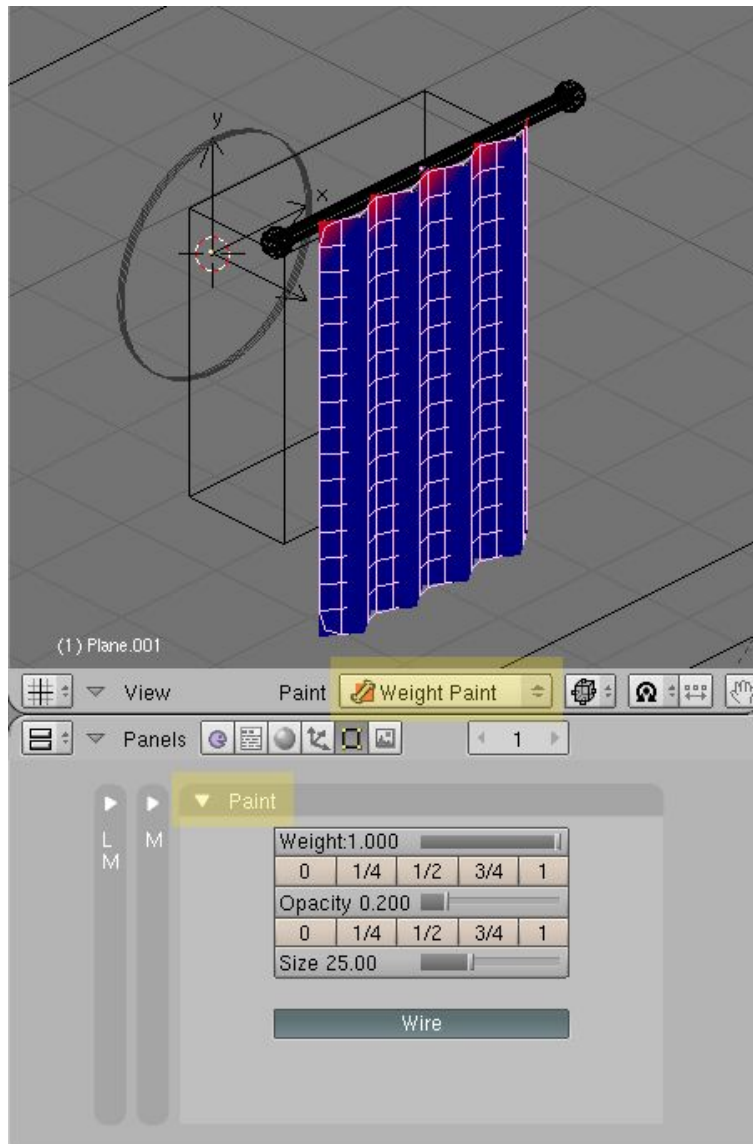


Figure 10: peindre les « poids » directement sur le rideau? Tout à fait possible avec Blender!

Les points de contrôle dans la zone d'influence rouge resteront strictement immobiles au cours de la simulation de Corps Souple, tandis que ceux dans la zone bleu répondront librement aux contraintes imposées par les forces tant « extérieures » que « extérieures ». Il est d'ailleurs temps de commencer à définir celles-ci.

2.2 Détermination des forces « intérieures »

Avec le rideau sélectionné, entrons dans le menu **Object** (touche [F7]) et activons l'onglet **Softbody**. Comme dans les exemples précédents, en appuyant sur le bouton **Enable Soft Body**, nous accédons aux paramètres disponibles. Notre premier réflexe sera d'ordre physique: nous déterminons la gravité terrestre affectant le rideau, ainsi que sa masse: **Grav:** 9.810 et **Mass:** 5.00 (je sais, ça fait lourd pour un voile mais c'était pour avoir un joli mouvement lors de l'animation). De même, pour avoir une simulation plus fine, nous diminuons l'**Error Limit** de 0.100 à 0.050. Nous ne devrions pas voir beaucoup de différence, mais si la puissance de votre ordinateur vous le permet sans que cela se ressente significativement sur le temps de rendu de l'animation, pourquoi s'en priver?

Dans la seconde volée de paramètres, nous laissons le bouton **Use Goal** activé mais nous utilisons les flèches pour faire apparaître les *Vertex Groups* disponibles. Nous n'en avons défini qu'un seul: RIDEAU, que nous nous empressons de sélectionner. Nous souhaitons par ailleurs que les points de contrôle libres du rideau puissent se déplacer librement, sans qu'une force interne mystérieuse ne les ramène artificiellement vers les points contraints par le *Goal*: nous fixons donc le paramètre **G Stiff** à une valeur nulle. De même, il n'y a pas de raison que notre voile ne

souffre d'un amortissement particulier, aussi fixerons nous également **G Damp** à une valeur nulle. Enfin, nous confirmons que nous souhaitons une fourchette de *Goal* comprise entre 0.000 et 1.000 pour tout notre rideau, nous ne toucherons donc pas aux paramètres **G Min** et **G Max** que nous conserverons par défaut.

Enfin, nous nous intéresserons à la dernière volée de paramètres. Comme nous ne voulons pas renforcer artificiellement la rigidité de notre rideau (il ne s'agit après tout que d'un voile, et pas d'une lourde tenture) nous n'activerons *pas* le bouton **Stiff Quads**. En revanche, même si notre rideau a pour vocation d'être particulièrement souple, nous ne souhaitons pas qu'il soit extensible. Au contraire, nous voulons que chacun de ses segments conserve une longueur constante. Pour cela, nous augmentons jusqu'au maximum (0.999) la valeur du paramètre **E Stiff**.

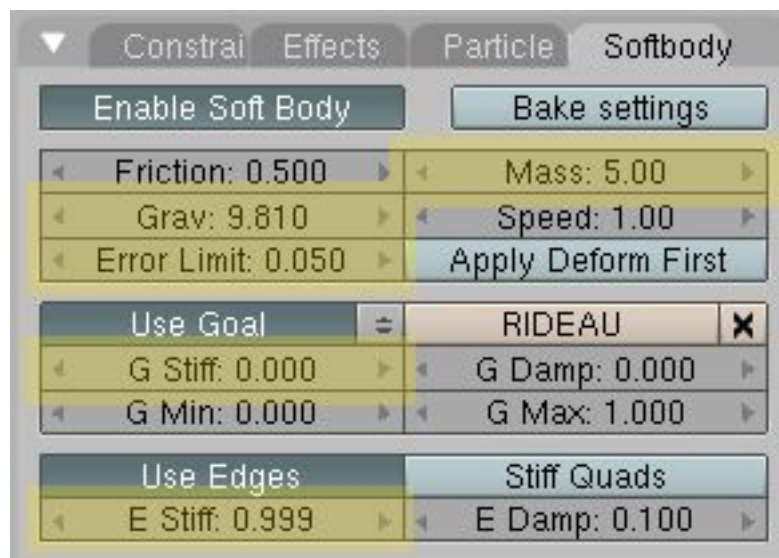


Figure 11: la configuration complète des forces internes affectant notre rideau

Le rideau ayant été modélisé dans une position assez neutre, vous ne devriez pas observer beaucoup d'animation si vous appuyez sur [Alt] + [A] à l'intérieur de l'une des fenêtres 3D à animer. C'est parce que notre scène manque pour l'instant de forces extérieures pour bouger tout ça!

2.3 Détermination des forces « extérieures »

Nous pouvons aisément en identifier de deux types distincts: les forces de collision (le rideau est susceptible de rentrer en contact avec le mur ainsi qu'avec sa tringle) et les champs d'action externes (on peut aisément imaginer une faible brise s'engouffrant par l'ouverture dans le mur).

Sélectionnez le mur derrière le rideau, puis basculez dans le menu **Object** (touche [F7]) et activez l'onglet **Particle interaction**. Cliquez sur le bouton **Deflection**: quels que soient les futurs mouvements du rideau, il ne devrait plus traverser l'encadrement de la fenêtre mais au contraire glisser sur lui. Effectuez quelques tentatives, en jouant successivement sur les paramètres **Damping** (qui va plus ou moins gérer la capacité de rebond du rideau sur l'encadrement de la fenêtre), **Inner** et **Outer** (respectivement, une marge intérieure et extérieure pour « aider » l'interaction de l'encadrement avec le rideau).

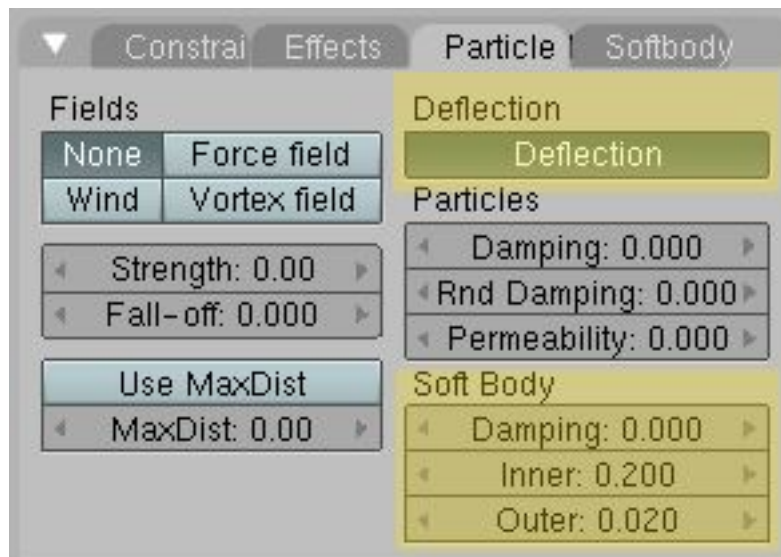


Figure 12: réglage des collisions

De la même façon, sélectionnez la tringle de rideau et activez également la propriété de Deflection, avec les mêmes valeurs. Pour la simulation de la brise, la procédure est à la fois très proche et très différente. Ici, il n'y a pas d'objet physique pour émettre du vent, mais nous avons placé derrière la fenêtre un objet de type **Empty**. Il n'a aucune géométrie, aucune propriété physique, mais il peut être désigné comme étant la source d'un courant d'air. Sélectionnez-le et basculez également dans le menu **Object** (touche [F7]) et son onglet **Particle interaction**. Ici, vous avez le choix entre plusieurs **Fields** (ou champs d'effet): le vent (contrainte exercée dans une direction donnée), le champ de force (contrainte omni-directionnelle mais repoussant les particules ou les corps souples) et le vortex (à l'opposé du champ de force, le vortex aura tendance à attirer les particules et les corps souples). Vous allez activer le bouton **Wind** et définir sa puissance nominale **Strength**. Amusez-vous à faire varier cette valeur, et constatez les résultats dramatiques qu'elle peut avoir sur le mouvement du rideau; nous dirons qu'une valeur d'environ 0.40 procure les résultats attendus.

On en fait un peu trop là...

Le paramètre suivant, **Fall-off**, détermine plus ou moins la perte de puissance en fonction de la distance par rapport à l'émetteur; plus ce nombre sera élevé, plus le vent retombera rapidement lorsqu'il s'éloignera de son émetteur. Il faut avouer que dans notre cas, il n'y a pas d'autre Corps Souple susceptible d'être affecté par ce paramètre, il a donc été arbitrairement fixé à cette valeur, par simple amusement. Il en est de même avec **MaxDist**: en activant le bouton **Use MaxDist**, vous déterminez un volume sphérique (de rayon égal à la valeur **MaxDist**) au-delà duquel le *Field* devient artificiellement inopérant, quels que soient les *Strength* et *Fall-off* spécifiés. Ici, nous spécifieront 5.00 afin de garantir que le rideau reste dans la zone d'effet du vent, mais nous aurions tout aussi bien pu nous passer de ce paramètre. A nouveau, il a été employé par simple amusement.

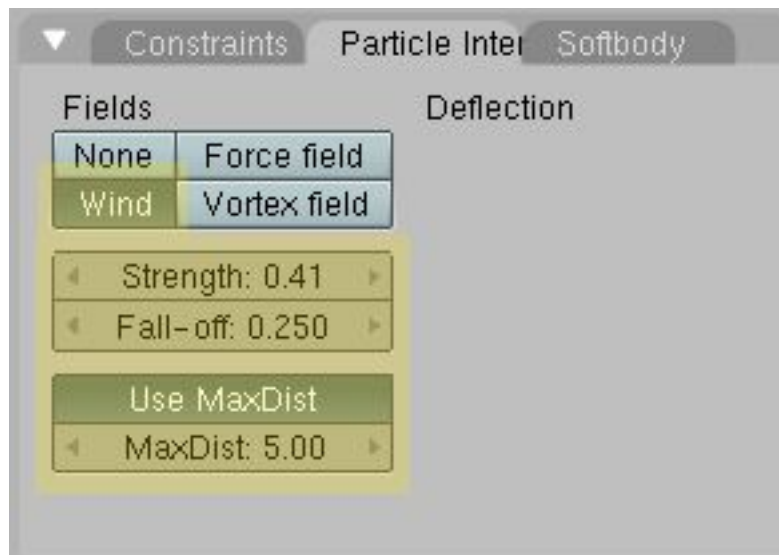


Figure 13: définition de la puissance du vent

Mais pour l'instant, le vent souffle avec une puissance parfaitement constante, ce qui n'est guère pratique lorsque l'on souhaite simuler une brise chaotique ou simple coup de vent! Heureusement, il nous est très facile de faire varier sa puissance en fonction du temps, grâce aux courbes **IPO** de Blender. L'opération est assez simple à réaliser; sélectionnez bien évidemment l'objet *Empty*, puis cliquez (bouton gauche) sur le paramètre **Fstrength** (colonne de droite de la fenêtre IPO). Vous pouvez maintenant « librement » dessiner la courbe de contrôle de la force du vent. Pour ce faire, c'est facile: en maintenant la touche [Ctrl] pressée, ajoutez des points aux endroits de votre choix, sur le graphe, en cliquant directement sur lui avec le bouton gauche de la souris. Pour avoir un rideau déjà en mouvement lors de la première *frame*, nous vous conseillons de créer votre premier point d'interpolation avant le zéro de la barre des temps, en abscisse. Vous pouvez poser les autres plus librement, en prenant garde toutefois à ne pas saisir de valeur, en ordonnée, trop importante! Lors de nos essais préliminaires, nous avons vu qu'une valeur optimale, dans le cadre d'un souffle parfaitement continu, était d'environ 0.40, aussi essaierons-nous de nous maintenir, par exemple, sous la barre horizontale des 1.00. De même, pour nous amuser et plus de réalisme (ainsi que d'avoir une chance de voir la gestion de la collision du rideau avec le mur au tout début de notre animation), la valeur **Fstrength** passera alternativement d'une valeur positive à une valeur négative, mais concrètement, vous pouvez vous amuser à poser vos points d'interpolation au petit-bonheur-la-chance: la nature et le hasard étant ce qu'ils sont, vous risquez d'obtenir des résultats sympathiques!

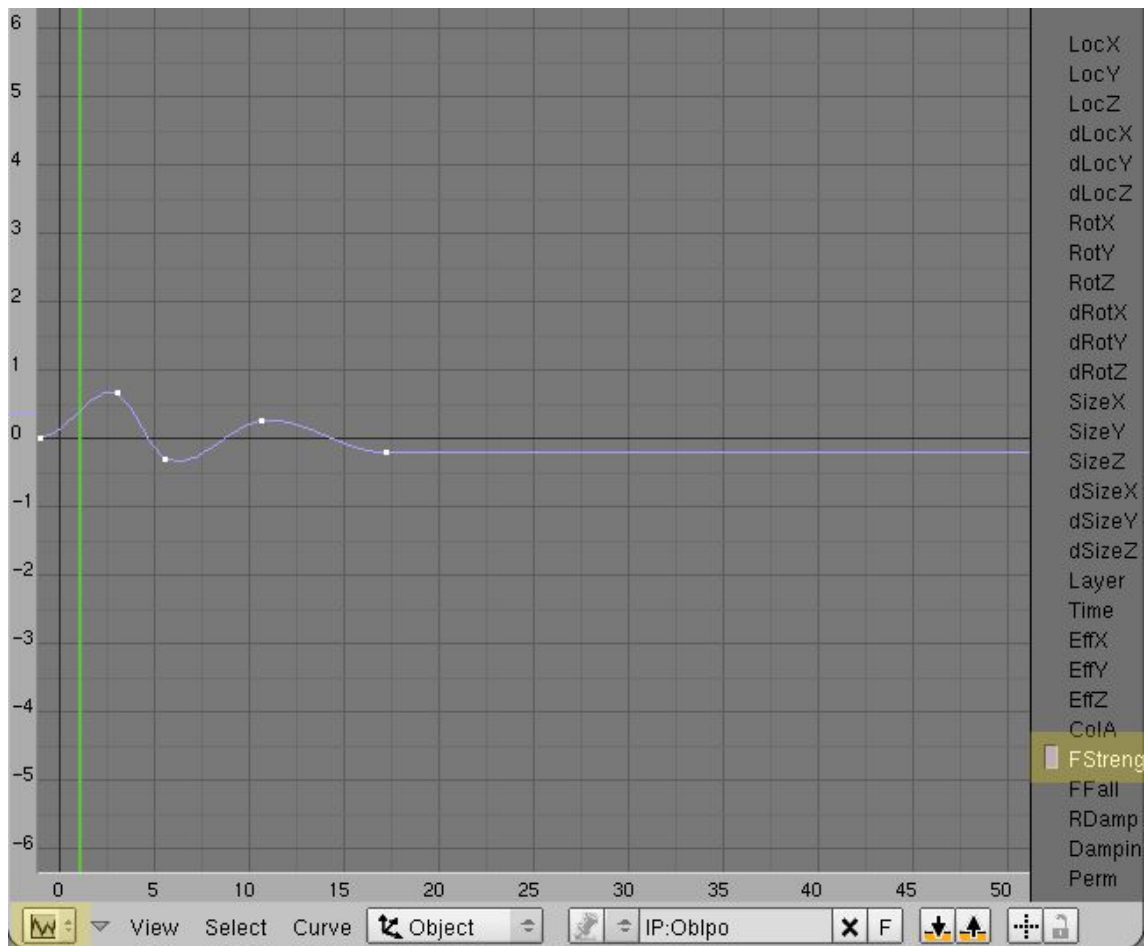


Figure 14: animer la force du vent grace à une courbe IPO? Simple comme cinq clics de souris!

Nous en avons fini avec le réglage de cette simulation! Appuyez sur [Alt] + [A] pour pré-visualiser la simulation dans l'une quelconque des fenêtres 3D, puis lorsque vous être enfin satisfait, vous pouvez lancer le calcul de l'animation!



Figure 15: l'animation du rideau n'a finalement pas posé beaucoup de difficultés

3. Dernier cas de figure: la gelée anglaise!

Nous avons jusqu'à présent étudié des corps rigides ou souples, soumis à des contraintes extérieures, mais peu ou pas élastiques. Cela veut dire qu'aucune des arêtes constituant les maillages expérimentaux ne se sont allongé significativement, à moins d'avoir diminuer la valeur

E Stiff des *Softbodies* en dessous de son maximum. Pour être complet, il nous reste toutefois à étudier les corps souples qui auront une forte tendance à se déformer sous la pression des contraintes tant internes qu'externes. Illustration!

3.1 Notre scène de travail

Lancez Blender, ou initialisez la scène par défaut en appuyant sur [Ctrl] + [X]. En vue de dessus (touche [7] du pavé numérique) ajouter un plan ([ESPACE] > Add > Mesh > Plane) et redimensionnez-le à trois fois sa taille actuelle (touche [S] jusqu'à obtenir SizeX = Size Y = SizeZ = 3.00). Appelez le panneau flottant **Transform Properties** grâce à la touche [N], et modifiez les propriétés de localisation: LocZ = -3.000 et de rotation: RotY = -15.000. Dupliquez ce plan (touches [Maj]+[D]) et de la même façon, modifiez les propriétés de localisation: LocX = -2.00, LocY = 0.00 et LocZ = -6.00 et restaurez toutes les propriétés de location à zéro: RotX = RotY = RotZ = 0.00.

Sélectionnez la caméra, et réinitialisez les propriétés de transformation de localisation ([Alt] + [G]) et de rotation ([Alt] + [R]). La caméra revient en position neutre au centre de la scène. Grâce au panneau flottant (toujours la touche [N] si vous avez précédemment fermé le panneau) modifiez ses propriétés de localisation: LocX = -2.00, LocY = -10.00, Loc Z = -3.00 et de rotation: RotX = 90.00, RotY = RotZ = 0.00. Vous pouvez maintenant définitivement clore le panneau flottant.

Sélectionnez maintenant le Cube par défaut. Passez en mode édition (touche [tab]) et sélectionnez tous les points de contrôle (touche [A]). Appuyez sur la touche [W] pour accéder aux opérations spéciales sur maillage et choisissez **Subdivide**. Recommencez l'opération, pour un total de deux fois, avant de quitter le mode édition ([tab] à nouveau). Basculez dans le menu **Editing** (touche [F9]) et dans l'onglet **Mesh**, activez le bouton **SubSurf** en conservant les réglages par défaut (**Subdiv: 1** pour l'affichage comme pour le rendu). Dans l'onglet **Link and Materials**, appuyez sur **Set Smooth** pour atténuer, au rendu ou en prévisualisation, les facettes à la surface de notre cube.

Il ne nous reste plus qu'à donner à notre cube une belle apparence de gelée et l'affaire sera dans le sac, nous pourrions passer aux choses sérieuses. Basculez dans le menu **Shading** (touche [F5]); dans l'onglet **Material**, changez la couleur de base (**Col**) du cube en rouge (R = 0.75, G = 0.00 et B = 0.00) et rendez-le légèrement transparent (A = 0.35). Dans l'onglet **Shaders**, augmentez la valeur de **Spec** à 1.00. Enfin, dans l'onglet **Mirror Transp**, activez les boutons **Ray Mirror** et **Ray Transp**; réglez le curseur **RayMir** à 0.05 et **IOR** à 1.25, puis pensez à donner une valeur moyenne à Filter (0.5 environ).

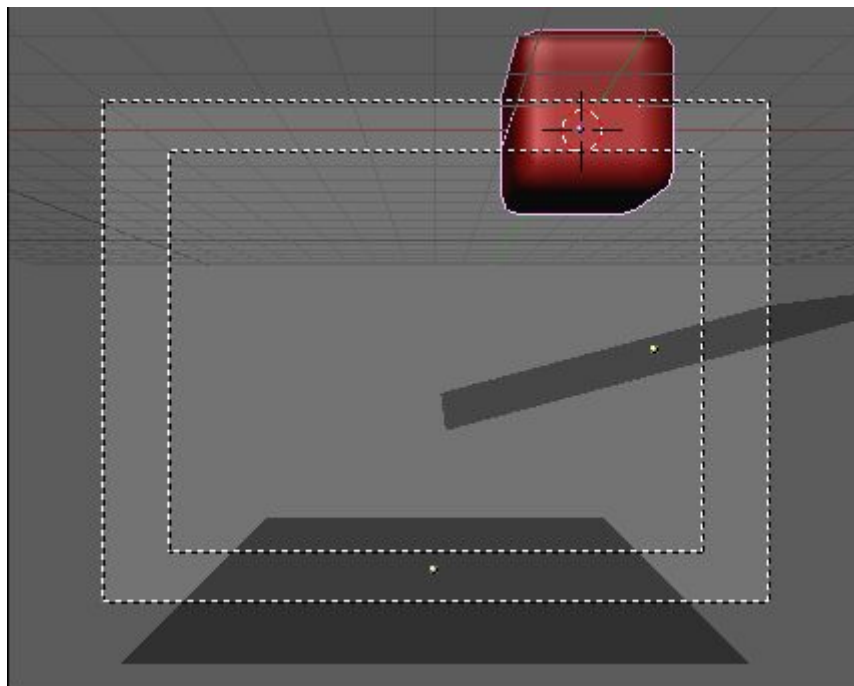


Figure 16: notre scène de test des corps en gelée

Pour les fainéants ou les plus pressés, cette scène est disponible sur le cédérom d'accompagnement du magazine (ou en téléchargement sur www.linuxgraphic.org) sous le nom de `gelee-base.blend`.

3.2 Les défecteurs

Il apparaît de façon assez évidente que le but de l'expérimentation va consister à faire tomber un cube en gelée sur un plan incliné et observer comment il va glisser jusqu'au plan horizontal suivant. Mais pour que cette manipulation fonctionne, il faut bien évidemment paramétrer les plans de façon à ce que le solveur de *Softbodies* les prennent en considération pour les détection de collision.

Pour cela, sélectionnez tour à tour chacun des deux plans, et effectuez la manipulation suivante: basculez dans le menu **Object** (touche [F7]) et dans l'onglet **Particle Interaction**, activez le bouton **Deflection**. Le bouton numérique **Damping** de la catégorie **Soft Body** est actuellement réglé à une valeur de 0.1. Cela représente potentiellement, dans notre cas, trop de forces de frottement pour notre gelée. Pour le plan incliné du dessus, diminuez cette valeur à 0.010 et seulement à 0.050 pour le plan horizontal du dessous. Vous pourrez toujours expérimenter d'autres valeurs ultérieurement; en particulier, essayez également de régler le **Damping** du plan horizontal à 0.010 histoire de vous amuser!

3.3 Notre cube de gelée

Nous voilà enfin parvenu au coeur du sujet! Sélectionnez le Cube et, si vous n'êtes plus dans le menu **Object**, retournez-y d'un coup de touche [F7]). Activez l'onglet **Softbody** et cliquez immédiatement sur le bouton **Enable Soft Body**. Dans un premier temps nous allons nous contenter simplement de régler la gravité à une valeur désormais familière: **Grav**: 9.81 et à désactiver le bouton **Use Goal**. L'animation est sans appel: avec les paramètres par défaut, notre cube de gelée va s'aplatir comme... une crêpe!

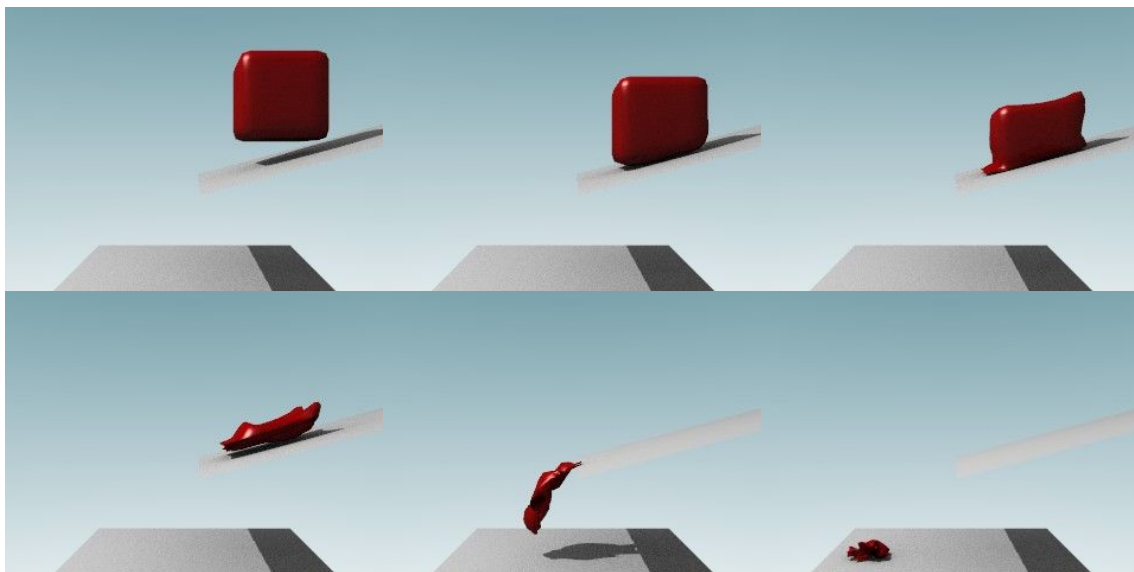


Figure 17: notre gelée manque de consistance. Dommage, on y croyait pourtant!

On le devine assez facilement, pour empêcher notre cube de gélatine de s'écraser lamentablement, il va falloir le rendre plus rigide! Cela va passer par l'augmentation du paramètre **E Stiff**: avec la valeur par défaut de 0.500, notre Corps Souple se déforme beaucoup trop à l'impact. Toutefois, une ré-visualisation rapide en mode fil-de-fer dans une vue 3D ([Alt] + [A]) nous montre que le cube s'écrase complètement malgré tout! Pourtant, si l'on y regardait de près, on constaterait sans doute que les arêtes n'ont pas du beaucoup s'allonger, respectant en cela l'imposition du paramètre **E Stiff**. N'y a-t-il donc rien que l'on puisse faire pour vraiment rigidifier l'objet! Bien sûr que si: en activant le bouton **Stiff Quads**, vous contraignez chaque face à se déformer comme si une arête supplémentaire liait deux sommets séparés par la diagonale.

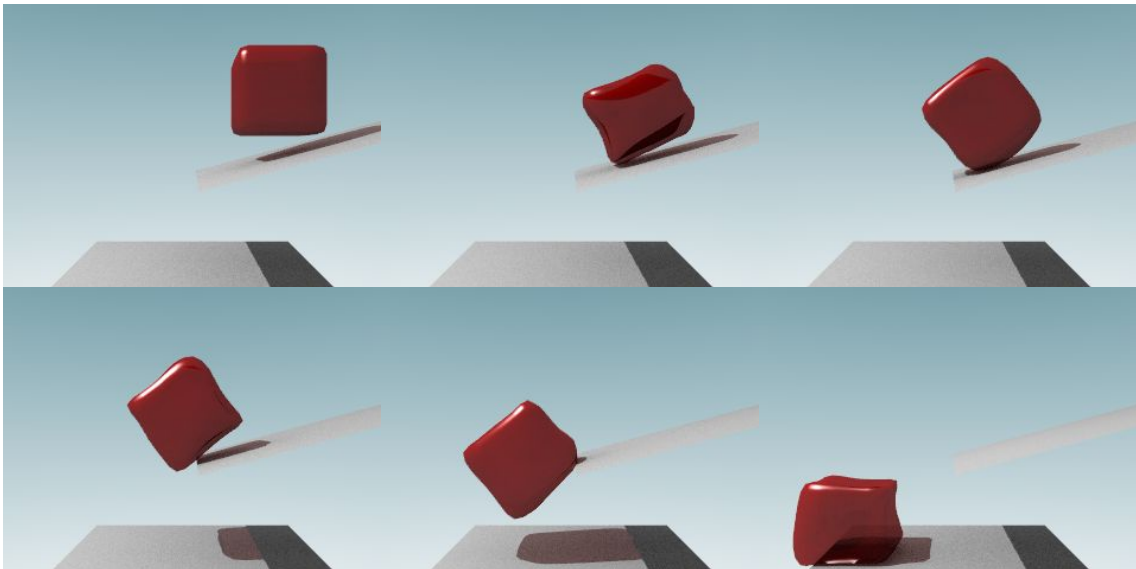


Figure 18: voilà une gelée que même nos amis anglais ne renieront pas!

Les paramètres de *Softbody* pour obtenir un objet composé de gelée sont donc assez simples et fondamentaux: un peu de gravité, pas mal de rigidité de la part des arêtes, et surtout des *quads* bien robustes!



Figure 19: la recette de la gelée n'est pas si difficile, finalement...

Astuce:

Il peut arriver (en particulier pour des maillages complexes) que le simple fait d'augmenter la rigidité **E Stiff** des arêtes ne permette pas d'obtenir l'effet recherché, malgré toute la finesse que l'on peut apporter aux paramètres du Corps Souple. Lorsque cela arrive (et cela finira par vous arriver un jour) vous aurez toujours le loisir d'employer la force brute! L'astuce est simple: la rigidité est assurée par les arêtes. Donc, au plus vous avez des arêtes à l'intérieure de votre volume, au plus celui-ci aura tendance à retenir sa forme d'origine alors qu'il devrait normalement s'écraser!

Si vous souhaitez vous simplifier la vie, en mode édition ([Tab]), sélectionnez tous les points de contrôle de l'objet (touche [A]) et appuyez sur la touche [E] pour les extruder, mais sans valider ni bouger la souris! Redimensionnez alors les points extrudés (touche [S] ou [Alt] + [S] selon ce qui convient le mieux à la géométrie de votre objet) jusqu'à ce qu'ils ne forment qu'un seul point unique. Pensez alors à supprimer les points en doublon (bouton **Rem Double** du menu **Editing**), sinon vous expérimenterez de bien drôles de comportements lors de la simulation!

Enfin, dans la mesure où il ne vous est possible de déterminer qu'une raideur unique pour toutes les arêtes de l'objet, vous ne pouvez pas spécifier des rigidités différentes d'une

partie à l'autre du maillage. Mais l'extrusion sélective de certaines zones de votre maillage peut vous permettre d'y parvenir puisque vous rigidifiez le maillage aux environs des points extrudés.

4. Et le reste?

Il y a plusieurs notions que nous n'avons pas abordées, ainsi que des paramètres intéressants pour l'instant passés sous silence. Avant de conclure cet article, nous allons nous efforcer de les éclaircir, ainsi que synthétiser ce que nous avons déduit de nos expérimentations.



Figure 20: les panneau de contrôle des corps souples

4.1 Les paramètres généraux

Le premier bloc de boutons de l'interface de gestion des *Softbodies* présente quelques boutons numériques auxquels nous ne nous sommes pas trop intéressés pour l'instant. Ils nous renseignent pourtant sur le comportement général de l'objet affecté, relativement à son environnement. A noter la présence du bouton **Apply Deform First**, qui implique que les transformations (via les courbes IPO, une armature ou des lattices) affectant le corps souples sont calculées en préliminaire à la simulation du corps souple en lui-même. Ainsi, en imaginant un bras qui se plie grâce à une armature, la manche sera d'abord déformée par l'armature (cas de l'animation classique) puis le solveur de corps souple se chargera de déterminer, le cas échéant, les plis résultants du vêtement.

Grav: ce paramètre représente de façon assez évidente la gravité. Cette force d'attraction est différente selon que vous soyez sur la Terre (**Grav:** 9.81), sur la Lune (**Grav:** 1.64) ou dans le vide spatial, loin de tout champ d'attraction terrestre ou solaire (**Grav:** 0.000). En l'absence de gravité, pas de poids, et ce même si vous spécifiez à votre objet une masse (**Mass**) énorme. En conséquence, votre corps souple flottera et ne sera affecté que par des forces extérieures (courbes IPO, armature ou *Fields* comme *Wind*, *Force* ou *Vortex*).

Mass: ce paramètre permet, justement, de déterminer la masse de l'ensemble des points de contrôle du corps souple. Plus cette valeur est élevée, plus le corps souple sera difficile à mouvoir par les forces extérieures de type *Field*. Il sera donc plus lent. En revanche, il aura plus d'inertie, ce qui pourra influencer sa trajectoire.

Friction: pour sa part, ce paramètre détermine plus ou moins la résistance de l'air lorsque le corps souple est en chute libre ou soumis à une force extérieure de type *Field*. Par exemple, si l'on fait tomber un corps souple d'une masse donnée, à une gravité donnée et depuis une hauteur donnée, sur un plan horizontal situé en contre-bas, il atteindra le plancher plus rapidement avec une valeur de *Friction* égale à 0.00 (rien ne s'oppose à sa chute) que si elle était égale à 1.00 (la résistance de l'air va le freiner légèrement).

Speed: ce facteur multiplicatif permet d'accélérer (>1) ou de ralentir (<1) le temps objectif de déformation des corps souples, pour correspondre à la vitesse subjective qu'elle doit avoir dans votre animation, si d'aventure vous estimez que les déformations observées lors du rendu ne sont pas réalistes.

Error Limit: les déformations du corps souple peuvent ne pas épouser assez fidèlement les obstacles de son environnement. Si vous constatez un tel comportement (notamment lorsqu'un

corps souple essaie de s'enrouler autour d'un objet aux arêtes vives) vous avez tout intérêt à diminuer ce paramètre. Ce sera malheureusement au détriment du temps de calcul, mais pour une machine moderne et avec des corps souples ne comportant que quelques centaines de points de contrôle, vous ne devriez pas constater de différence flagrante.

4.2 Les paramètres du Goal

Le deuxième bloc de boutons concerne la gestion du *Goal*. Les *Goals* ne sont à utiliser que si vous souhaitez que des contraintes externes viennent s'ajouter aux forces extérieures et intérieures abordées dans cet article, comme une courbe IPO, une armature ou un *lattice*. L'immobilisation des points de contrôle contenu dans un *Vertex Group* entre également dans ce cadre. De façon générale, un poids de 1.00 correspond à une immobilisation complète des points de contrôle correspondant, tandis qu'un poids de 0.00 implique leur totale liberté de réponse aux forces extérieures et intérieures. Les options qui suivent ne sont utiles que si le bouton **Use Goal** est activé.

Goal: il s'agit du « poids » moyen de tous les points de contrôle si aucun *Vertex Group* n'a été défini. Bien sûr, si c'est le cas, ce bouton disparaît pour être remplacé par le nom du groupe en question.

G Min et G Max: si vous utilisez les *Vertex groups* et que vous passez en mode **Weight Painting**, vous pourrez observer la cartographie colorée des poids assignés aux points de contrôle: rouge correspond à un poids de 1.00 (totalement immobile) et bleu à un poids de 0.00 (totalement libre). Ces deux paramètres permettent d'ajuster subtilement cette cartographie en assignant par exemple une valeur de 0.25 à la couleur bleu (**G Min** 0.25) et une valeur de 0.95 à la couleur rouge (**G Max** 0.95).

G Stiff: plus cette valeur est élevée, plus le corps souple sera lié fortement à l'état défini dans le *Goal*. Respectivement, plus elle est faible, plus le corps souple sera autorisé à s'éloigner de ce même état.

G Damp: il s'agit d'une sorte de coefficient d'amortissement appliqué au corps souple lorsqu'il essaie de tendre vers son état tel que défini par le *Goal*.

4.3 Les paramètres relatifs aux arêtes

Ce troisième et dernier bloc pilote la rigidité globale du corps souple en lui-même. Pour comprendre cette notion de rigidité, il suffit d'imaginer chaque arête du corps souple comme étant un ressort. Certains ressorts sont très souples, d'autres sont très durs, et il est facile d'imaginer qu'un assemblage à base de ressorts se déformera différemment lorsque vous le faites tomber par terre en fonction de leur rigidité. Les options qui suivent ne sont utiles que si le bouton **Use Edges** est activé.

E Stiff: sans surprise, il s'agit de la raideur des « ressorts » constituant le corps souple. Avec une valeur élevée, les arêtes auront tendance à ne pas s'allonger sous l'effet des forces et autres contraintes externes. Avec une valeur nulle, ils auront tendance à s'étirer à l'infini!

E Damp: à nouveau, il s'agit d'une sorte de coefficient d'amortissement qui influera sur la vitesse à laquelle la « force » du ressort ramènera le corps souple vers son état initial, si possible.

Stiff Quads: c'est un bouton magique qui aidera les corps souples à conserver une forme reconnaissable au lieu de s'effondrer sur eux-mêmes. Le principe en est simple: chaque face quadrangulaire se voit doter d'un ressort virtuel supplémentaire sur chaque diagonale.

4.4 Sauvegarde du résultat de la simulation

Nous avons jusqu'à présent totalement passé sous silence le bouton **Bake Settings** que nous aurions autrement expliqué en même temps que les paramètres généraux. On peut imaginer son intérêt dans une scène assez complexe, avec de nombreux corps souples en action chacun composé de nombreux points de contrôle. Pourquoi recommencer une fois de plus une simulation alors que vous l'avez déjà fait, peut-être des dizaines de fois, lors de sa mise au point?

Le principe du *Baking* est simple; on effectue les calculs, puis pour chaque frame, on enregistre la position relative de chaque point de contrôle, un peu comme si l'on avait une RVK par *frame*

(pour ceux qui ne le savent pas, RVK = *Relative Vertex Key*, une technique qui permet de décrire un état particulier d'un maillage relativement à son état initial; pratique pour l'animation faciale, notamment). Bien évidemment, la taille du fichier Blend va augmenter proportionnellement au nombre de points de contrôle du maillage et au nombre de *frames* de l'animation.

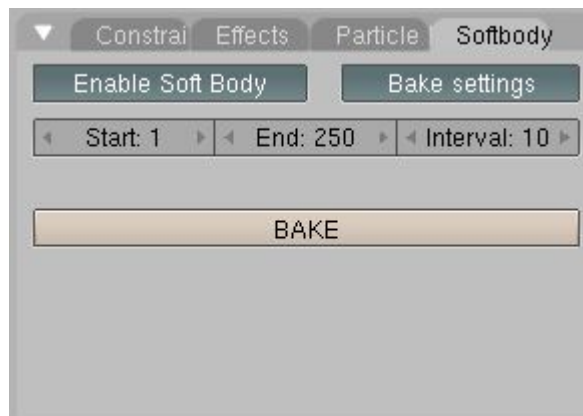


Figure 21: le panneau permettant d'enregistrer le résultat d'une simulation

Les options n'ont pas besoin d'être nombreuses. Un bouton (**Start**) vous permet de définir la première *frame* concernée par le *baking*, et un second (**End**), la dernière. En effet, pour une animation de 2500 *frames*, inutile d'enregistrer les déformations du corps souple sur la durée totale de l'animation si le plan concernant celui-ci ne dure qu'une centaine de *frames* au milieu de celle-ci. En revanche, si les déformations du corps souple sont particulièrement lentes, vous n'avez pas non plus intérêt à enregistrer les positions relatives de chaque point de contrôle (ou clé) pour chaque *frame*. Grâce au bouton numérique **Interval**, vous pouvez déterminer la fréquence d'enregistrement de ces données: lors du rendu, les positions relatives intermédiaires seront interpolées en fonction de celles enregistrées.

Une fois ces trois paramètres réglés, il vous suffit d'appuyer sur le bouton **BAKE** pour relancer l'ultime simulation, celle qui sera sauvegardée. Il se transforme alors en bouton **FREE BRAKE** (afin de rejeter cette sauvegarde, en vue d'en réaliser une nouvelle) avec, en guise de commentaire, le nombre de points de contrôle et de clés enregistrées, ainsi que la taille en Mo occupée par cette sauvegarde.

5. Conclusions

En consultant la documentation officielle des *Softbodies*, on peut légitimement être intimidé par toutes les notions de physique et de mécanique impliquées: gravité, masse, frottement, amortissement, raideur, déformation... Mais nous venons de voir qu'il était possible, par la pratique de cas simples, de parvenir à en saisir de façon fiable le fonctionnement, mais surtout de réaliser que cela n'a, au final, rien de sorcier.

Le développement de Blender offre aujourd'hui des perspectives particulièrement séduisantes, et les limitations actuelles (pas de détection de collision entre de multiples corps souples, pour l'instant) seront sans doute levées dans un futur pas trop lointain. Mais la porte a été ouverte vers la simulation d'autres phénomènes physiques, comme par exemple la dynamique des fluides, déjà accessible dans une version pour l'instant limitée, dans la version CVS de Blender.

La très bonne nouvelle est d'ailleurs qu'il n'y aura probablement pas de Blender 2.38. Le programme **Summer of Code** sponsorisé par **Google** (dont dix consacrés à Blender) vont permettre une telle accélération dans son développement sur des thèmes majeurs que le programme va très certainement passer directement en version 2.40. L'avenir dira très bientôt ce qu'il en sera vraiment!

Liens

Les notes d'intégration des *Softbodies* sur le Wiki des développeurs :
wiki.blender.org/bin/view.pl/Blenderdev/Softbodies

La présentation des *Softbodies* dans les *Release logs* de Blender 2.37a:
www.blender3d.org/cms/Softbodies.549.0.html

La modeste page du développeur (fichiers et vidéos de démonstration):

mosebjorn.altervista.org/

La page de Blender (version actuelle: v2.37a): **www.blender.org**

Google Summer of Code 2005, liste des projets Blender approuvés:

wiki.blender.org/bin/view.pl/Blenderdev/SummerOfCode2005