

Chapitre 4: Animations

INF5071 — Infographie

Alexandre Blondin Massé

Université du Québec à Montréal

Hiver 2019

Plan

- 1 Généralités
- 2 Déformations
- 3 Systèmes articulés
- 4 Cinématique inversée

Généralités

Types d'animation

Basiques

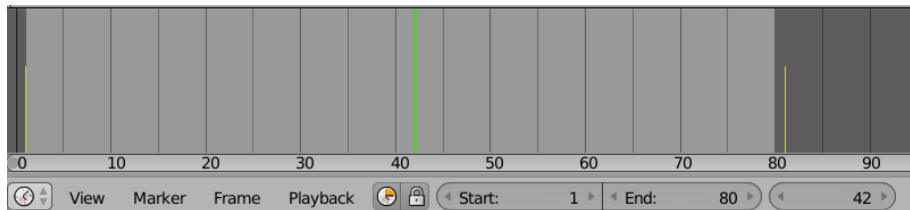
- **Paramètre** ou **propriété**: une valeur numérique varie dans le temps
- **Déformation**: la géométrie (sommets, arêtes, faces) varie dans le temps

Plus complexes

- **Système articulé** (armature): système hiérarchique qui agit sur la géométrie d'un modèle
- **Physique**: corps rigide, corps déformable, collisions élastiques ou non, application d'une force, mécanique des fluides, etc.
- **Shaders**: programmes de bas niveau

Ligne du temps

- Bien que le temps soit **continu**, il est préférable de le représenter de façon **discrète**
- Généralement, on **indexe** le temps avec des **entiers positifs**
- Chaque entier décrit un **instant** ou un **moment** (en anglais, *frame*)



Ligne du temps dans Blender

Barres **verte** (image courante) et **jaune** (image-clé)

Fréquence

- Lorsqu'on crée une application graphique, on souhaite **aligner** notre ligne du temps avec l'**horloge interne** de la machine
- Cela dépend du **matériel** et de la demande en **ressources** de l'application
- La stratégie consiste plutôt à se fixer une **fréquence souhaitée** (en anglais, *frame rate*)

Lorsqu'on ne réussit pas à **respecter** le ratio demandé, une de ces deux situations se produit:

- On **jette** des **instants** (*drop*)
- On **ralentit** le déroulement de l'application (*lag*)

Concevoir une animation

- Supposons que nous souhaitons animer un **modèle** particulier
- L'idée **naïve** consiste à décrire **chaque variable** pertinente pour **chaque moment**
- Autrement dit, on doit **construire** une fonction

Animation : Paramètre $\times \mathbb{N} \rightarrow$ Valeur

qui associe à un **paramètre** p au **temps** t la valeur $\text{Animation}(p, t)$.

Paramètres animables

Essentiellement **tous** les paramètres **numériques** peuvent être animés:

- La **position** de l'origine de l'objet
- Les **angles** de rotation d'un objet
- La **transparence**
- La **position** des sommets individuels
- Les valeurs R, G et B de sa **couleur**
- Les valeurs H, S et I de sa **couleur**
- L'**intensité** d'une source lumineuse
- Les **points** de contrôle d'une courbe de Bézier, etc.

En pratique, il est **fastidieux** de décrire l'état de chaque **paramètre** à chaque **instant**

Deux notions complémentaires

Instant-clé

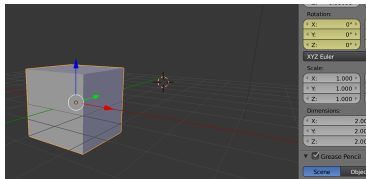
- On identifie les moments **charnières** (en anglais, *keyframe*)
- On fixe la ou les **valeurs** pertinentes

Interpolation

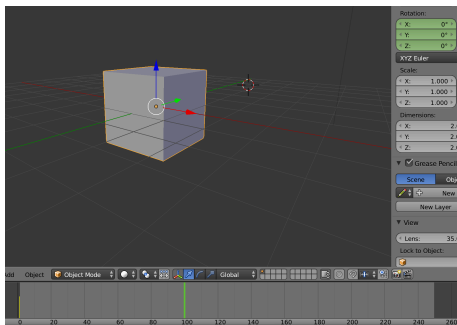
- On décrit l'évolution de la valeur **entre** les instants-clé
- Généralement à l'aide d'une **fonction** mathématique (*f-curve*)
- Plusieurs **types** d'interpolation: constante, linéaire, lisse, de Bézier, sinusoïdale, etc.

Instant-clé (*keyframe*)

- On **fixe** la valeurs de chaque paramètre à animer pour
- En Blender, les **moment-clés** sont identifiés en **jaune**
- En Blender, les valeurs **interpolées** sont identifiées en **vert**



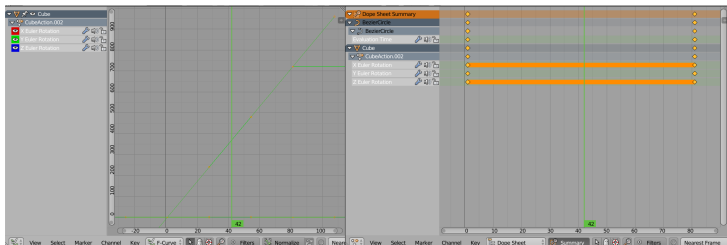
Rotation à un instant-clé



Rotation à un instant quelconque

Interpolation

- Lorsque les **instants-clé** ont été correctement configurés, il ne reste plus qu'à décrire le comportement **entre** ces instants
- Plusieurs langages (comme Javascript) utilisent la notion de *tween* pour combiner les **instants-clé** et l'**interpolation**



L'éditeur de graphe
(*Graph editor*)

L'éditeur d'animation
(*Dope sheet*)

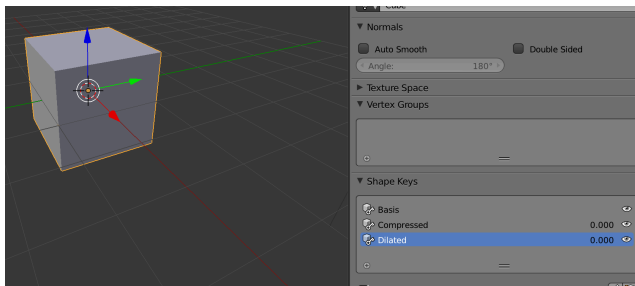
Déformations

Déformation

- Appelée *shape keys* ou *morph* en anglais
- Il suffit de suivre la **même stratégie** que pour les animations simples
- On identifie les **déformations-clé**
- Puis on décrit l'**interpolation** entre ces instants-clé.
- Plus on identifie de moments-clé, **meilleure** est la qualité de l'animation

Exemple

- Dans Blender, il faut choisir l'onglet *Data*, dans la section *Shape Keys*
- Ensuite, on déforme le maillage selon la **forme** souhaitée
- Puis on crée l'animation en modifiant la **valeur** associée

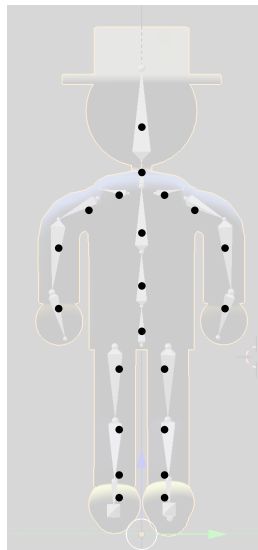
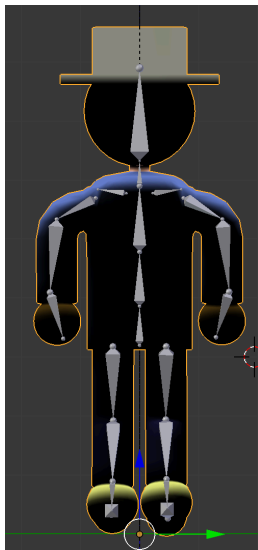


Systemes articulés

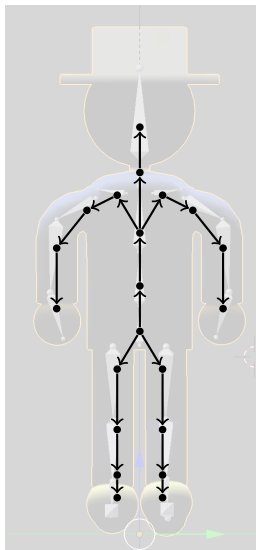
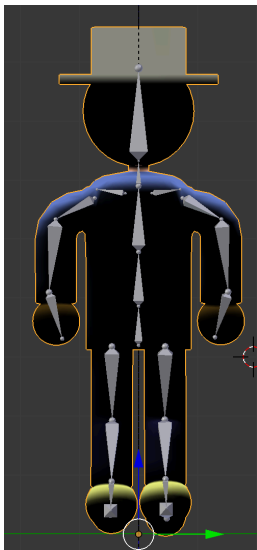
Système articulé

- Ensemble **hiérarchisé** d'objets appelés **os** ou **joints** agissant sur un maillage
- Peut être représenté par une **forêt enracinée** c'est-à-dire un ensemble d'arborescence (plusieurs racines)
- La **hiérarchie** est importante, car elle permet à certains os d'en influencer d'autres.
- Lorsque le système articulé est mis en place (ce qui peut être très long), il suffit de faire varier les **paramètres des os** pour obtenir une animation!

Exemple



Exemple



Habillage (*skinning*)

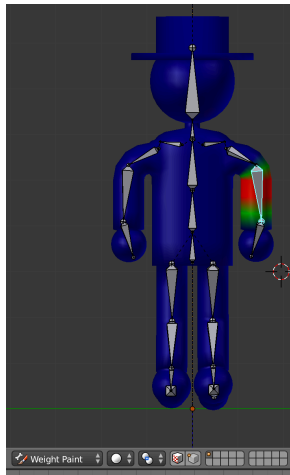
- Le **système articulé** et le **maillage** sont deux objets distincts
- Le processus par lequel on les met en relation s'appelle **habillage** (en anglais, *skinning*)
- Il s'agit essentiellement d'associer, pour chaque paire de sommet et d'os, le **poids** qu'on lui attribue:

$$\text{Skinning} : \{\text{sommets}\} \times \{\text{os}\} \rightarrow [0, 1].$$

→ 0 signifie que l'os n'influence pas le sommet et

→ 1 signifie que l'os et le sommet se déplacent de la même façon

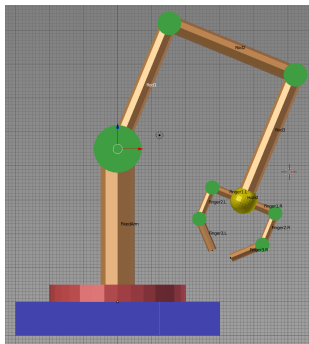
Exemple



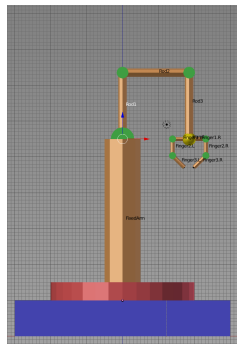
- Dans Blender, on utilise le mode *weight paint* pour attribuer des poids aux sommets;
- **bleu** = 0 (aucune influence);
- **rouge** = 1 (influence maximale);
- On doit affecter les poids pour chaque os

Transformations

- **Rotation**: autour d'une de ses extrémités
- **Translation**: surtout sur les os qui jouent le rôle de contrôleur
- **Changement d'échelle**: plus rare
- La hiérarchie **propage** les transformations



Rotation



Changement d'échelle

Animation d'un système articulé

Stratégie de base

- Même stratégie que pour les animations classiques;
- On identifie des **instants-clé**
- On applique les **transformations** correspondantes à ces moments-clé pour obtenir la **pose** souhaitée
- Puis on modifie l'**interpolation** en se fiant à notre observation

Exemple (animation de marche)

- Les **extensions maximales** (2 instants)
- Lorsque les jambes sont **alignées** (3 instants)
- Il y a des raccourcis possibles lorsqu'on identifie des **symétries**
- **Exemple**: image-miroir

Cinématique inversée

Contexte

- Animation d'un système articulé = processus **lourd**
- Application d'une transformation à chaque os
- Beaucoup d'ajustements pour obtenir un bon réalisme
- **Solution partielle**: la cinématique inverse!
- Transformations appliquées en **remontant** la hiérarchie
- Remplace plusieurs **rotations** par une seule **translation**

