

La Modélisation et Blender

Guillaume MAS Diane PRIMAULT

Licence 3 Informatique
Université Montpellier 2

04 décembre 2014



1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

Définition : modélisation 2D/3D

C'est l'étape en infographie tridimensionnelle consistant à créer un objet en 2D/3D, par ajouts, soustractions, ou par modifications de ses constituants.

Utilisations de la modélisation

Elle trouve sa place, dans de nombreux domaines variés tels que :

- L'industrie
- L'infographie
- La programmation dédiée aux jeux vidéos
- Aux sciences

Images vectorielles

- Des images numériques composées d'objets géométriques individuels.
- Définies par divers attributs de formes, de positions, de couleurs, etc.
- En comparaison avec les images matricielles qui sont constituées de pixels.



1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- **Modélisation polygonale**
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

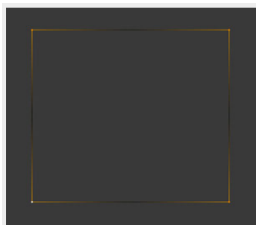
2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

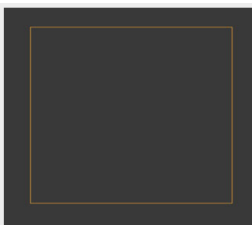
- Construction à partir de plans, ou polygones simples.
- En multipliant ces polygones, on va générer des formes de bases.
- En combinant ces formes de bases on crée des objets simples ou complexes.

Composition d'un polygone

- Vertex (Sommet)
- Edge (Arêtes)
- Face



Vertex - Au pluriel Vertices (sommets)



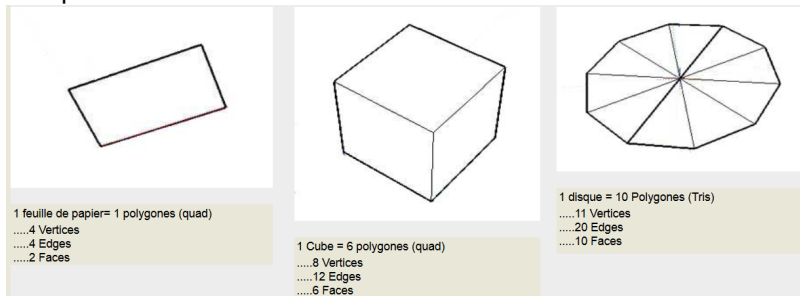
Edge (arêtes)



Face (face)

Modélisation Polygonale

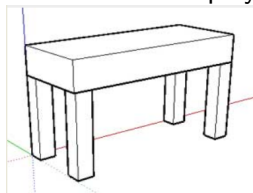
- En multipliant ces polygones, nous pouvons générer des formes basiques.



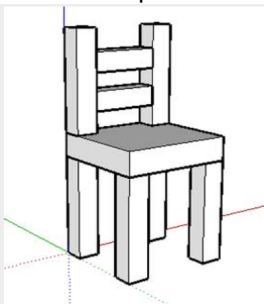
- Pour éviter de devoir reconstruire des formes simples, Blender propose des primitives simples.

Modélisation Polygonale

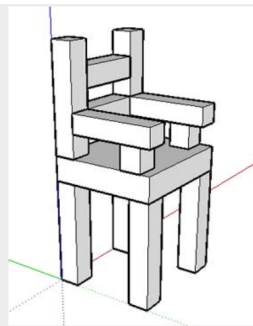
- Les objets plus complexes sont obtenus, par combinaisons ou déformations de polygones ou de primitives



1 table = 5 cubes déformés



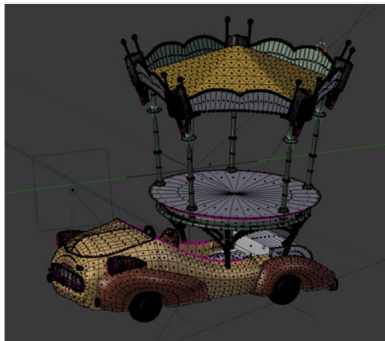
1 chaise = 9 cubes déformés



1 fauteuil = 13 cubes déformés

Modélisation Polygonale

- Simple à première vue, elle permet tout de même de modéliser des objets complexes.



1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- **Modélisation par courbes**
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

- Les courbes, tout comme les surfaces sont des objets calculés à partir de fonctions mathématiques, au lieu de vertices.

- Ces courbes sont calculées à partir des fonctions de *Bezier* et des *Nurbs*(*NonRationalB – Splines*).

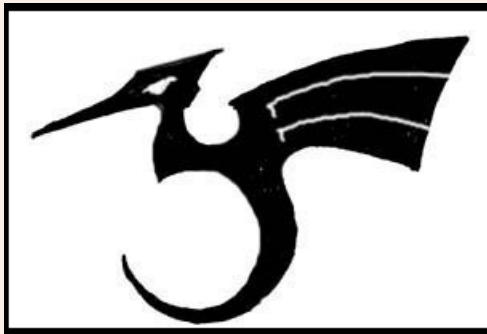
Ces deux types de fonctions bien que différentes, travaillent à l'aide de vertices de contrôles afin de créer un polygone de contrôle.

- Comparé au mesh, les courbes ont des avantages mais aussi des inconvénients :
 - elles sont des fonctions mathématiques, donc facile à manipuler pendant la modélisation,
 - en contrepartie, lors du rendu, leurs manipulations peuvent devenir rapidement lourd pour le CPU.

Modélisation par courbes

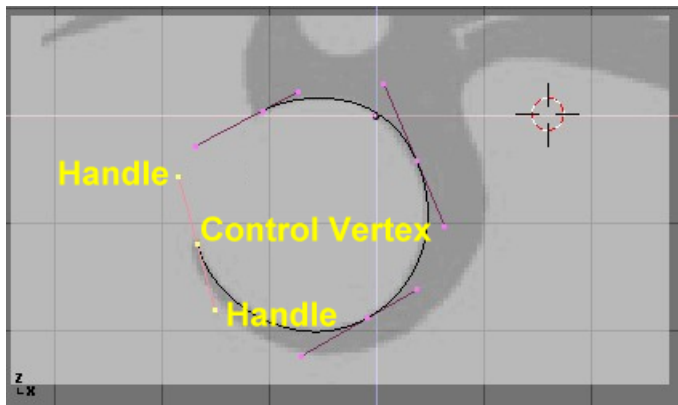
Pour mieux comprendre, prenons un exemple

A partir d'une image dessinée à la main, nous allons la modéliser.



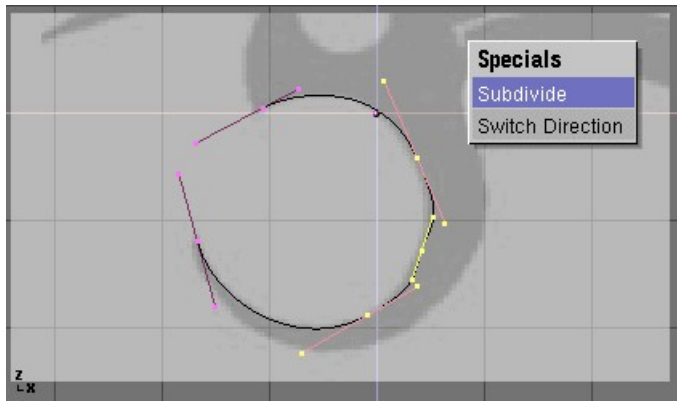
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



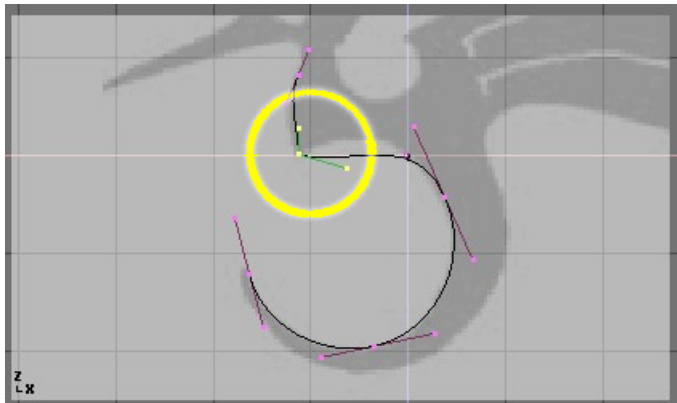
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



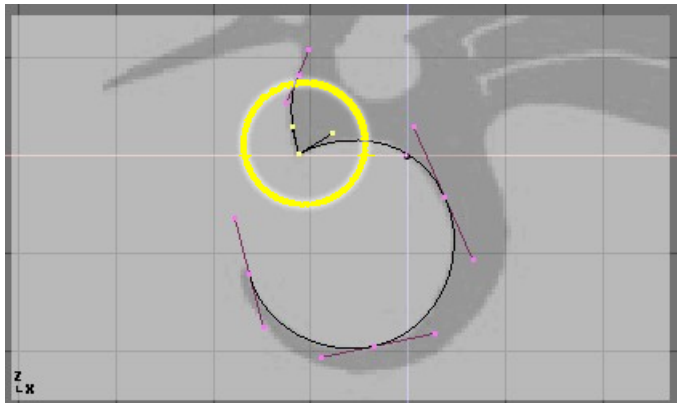
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



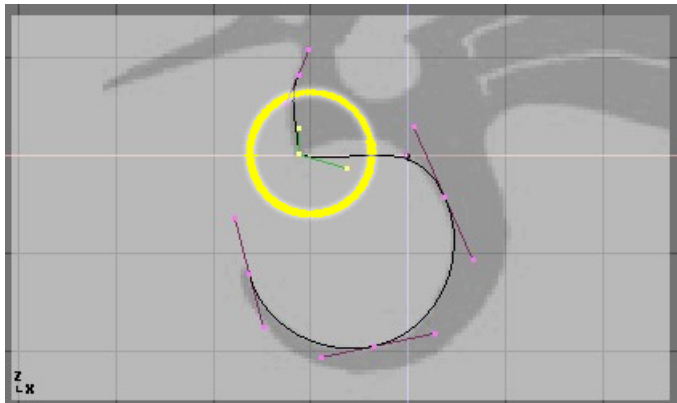
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



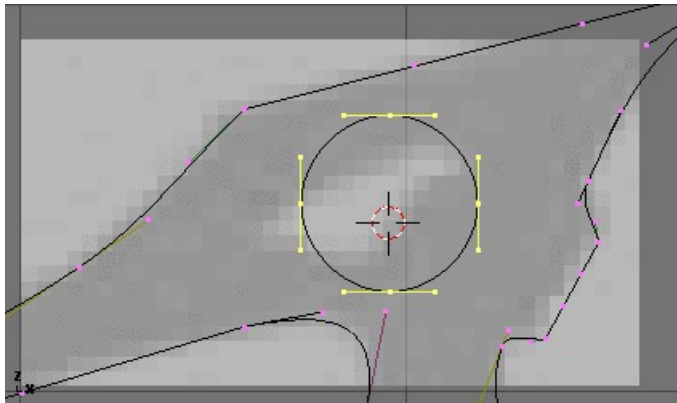
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



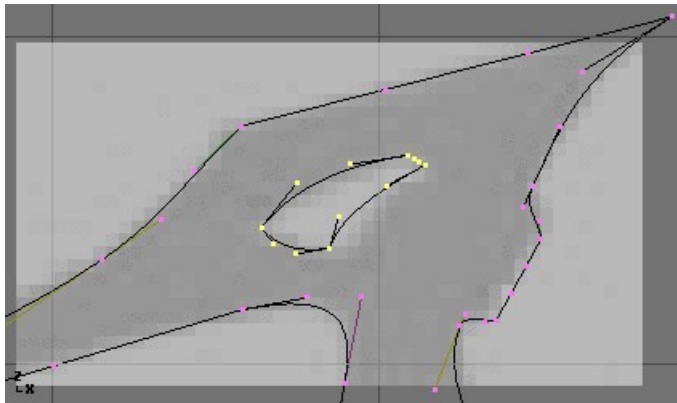
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



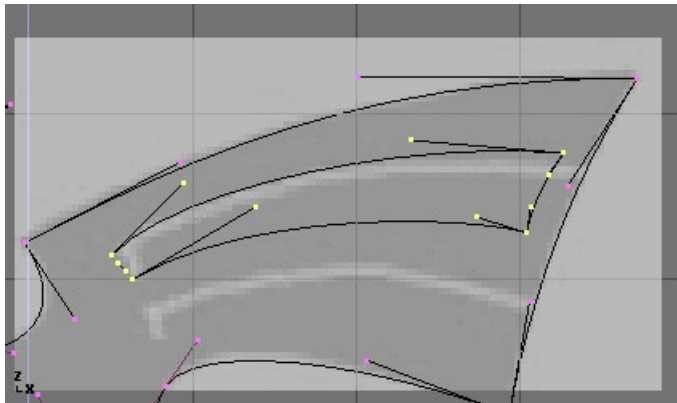
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



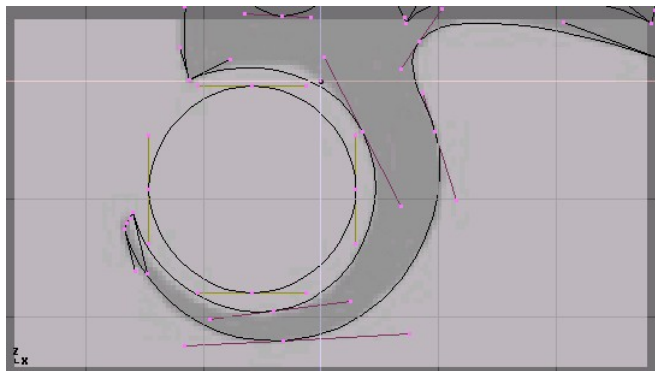
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



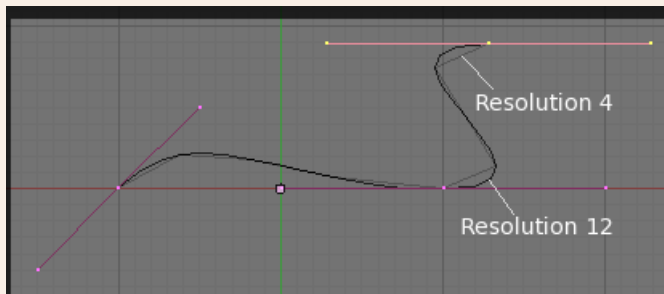
Modélisation par courbes

Pour mieux comprendre, prenons un exemple



Résolution de la courbe

Même si ces courbes sont des objets mathématiques, il faut définir le nombre de points intermédiaires entre chaque paires de points de contrôles.



1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- **Modélisation par subdivisions de faces**
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

Modélisation par subdivisions de face

Qu'est-ce qu'une subdivision ?

Vocabulaire

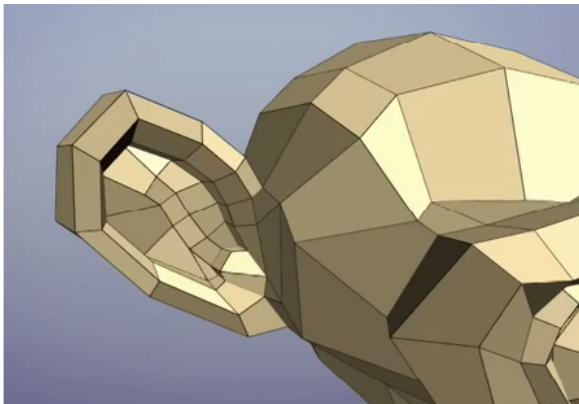
- Mesh = maillage
- Subdiviser les faces d'un mesh pour l'adoucir.
- Modeler des surfaces complexes sans trop de données (vertices, UV-mapping, ...).

Méthodes sous Blender :

- **Simple** Algorithme basique
- **Avancée** Catmull-Clark, subdivise et lisse le maillage

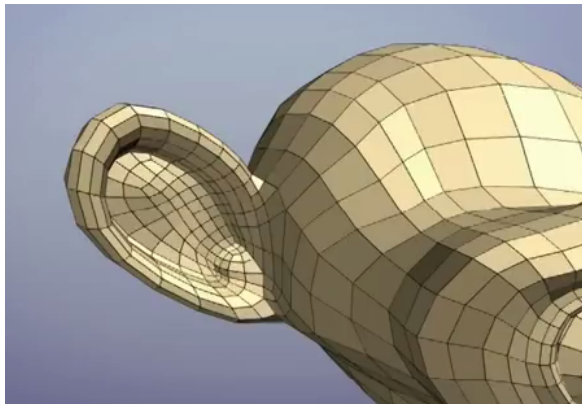
Modélisation par subdivisions de face

Niveaux de subdivision

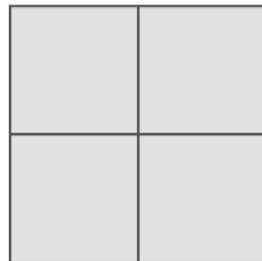


Modélisation par subdivisions de face

Niveaux de subdivision



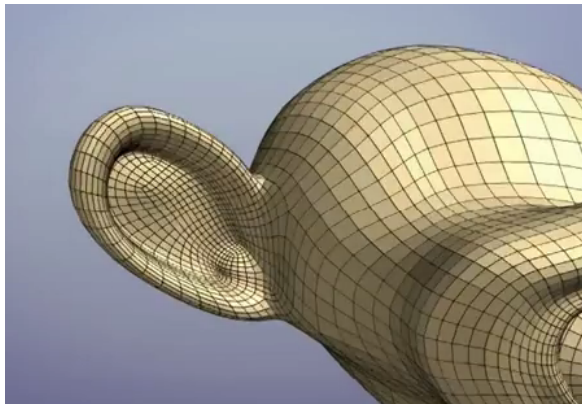
Niveau : 1



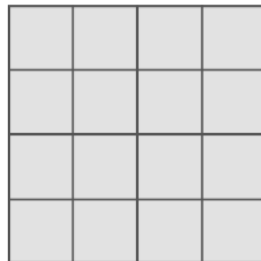
Faces : 4

Modélisation par subdivisions de face

Niveaux de subdivision



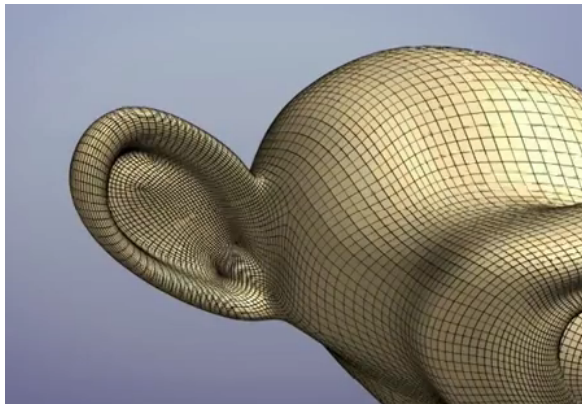
Niveau : 2



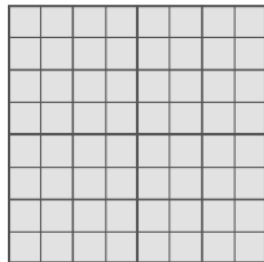
Faces : 16

Modélisation par subdivisions de face

Niveaux de subdivision



Niveau : 3



Faces : 64

Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),



Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),
- Pour chaque arête : ajouter un *point d'arête* (moyenne des 2 *points de face* et des 2 *points originaux*),



Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),
- Pour chaque arête : ajouter un *point d'arête* (moyenne des 2 *points de face* et des 2 *points originaux*),
- Relier les *points de face* créés aux *points d'arête* correspondant,



Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),
- Pour chaque arête : ajouter un *point d'arête* (moyenne des 2 *points de face* et des 2 *points originaux*),
- Relier les *points de face* créés aux *points d'arête* correspondant,
- Pour chaque *point original* P :



Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),
- Pour chaque arête : ajouter un *point d'arête* (moyenne des 2 *points de face* et des 2 *points originaux*),
- Relier les *points de face* créés aux *points d'arête* correspondant,
- Pour chaque *point original* P :
 - considérer toutes les faces qui touchent P et calculer la position moyenne F de leur *point de face*,



Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),
- Pour chaque arête : ajouter un *point d'arête* (moyenne des 2 *points de face* et des 2 *points originaux*),
- Relier les *points de face* créés aux *points d'arête* correspondant,
- Pour chaque *point original* P :
 - considérer toutes les faces qui touchent P et calculer la position moyenne F de leur *point de face*,
 - considérer toutes les arêtes qui touchent P et calculer la position moyenne A des milieux de chaque arête,



Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),
- Pour chaque arête : ajouter un *point d'arête* (moyenne des 2 *points de face* et des 2 *points originaux*),
- Relier les *points de face* créés aux *points d'arête* correspondant,
- Pour chaque *point original* P :
 - considérer toutes les faces qui touchent P et calculer la position moyenne **F** de leur *point de face*,
 - considérer toutes les arêtes qui touchent P et calculer la position moyenne **A** des milieux de chaque arête,
 - déplacer P au barycentre de ces positions $\frac{F+2A+(n-3)P}{3}$



Modélisation par subdivisions de face

Catmull-Clark

Algorithme récursif

- Pour chaque surface : ajouter un *point de face* (moyenne des 4 *points originaux*),
- Pour chaque arête : ajouter un *point d'arête* (moyenne des 2 *points de face* et des 2 *points originaux*),
- Relier les *points de face* créés aux *points d'arête* correspondant,
- Pour chaque *point original* P :
 - considérer toutes les faces qui touchent P et calculer la position moyenne **F** de leur *point de face*,
 - considérer toutes les arêtes qui touchent P et calculer la position moyenne **A** des milieux de chaque arête,
 - déplacer P au barycentre de ces positions $\frac{F+2A+(n-3)P}{3}$
- Modifier les points originaux → modifier leurs points d'arêtes.



Modélisation par subdivisions de face

Quel niveau choisir ?

Pour un **quadrangle** et pour une subdivision de **niveau n** :

→ **$4n$ faces produites**

Pourquoi ne pas choisir le niveau le plus élevé ?

- Résolution de l'écran
- Temps de chargement + Mémoire système
- Objet éloigné → bas niveau

1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- **Modélisation par surfaces implicites**
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

Modélisation par surfaces implicites

Primitives implicites : Surface équipotentielle

- \neq modèles paramétriques (coordonnées des points)
- Pas représentées explicitement : $f(x, y, z) = 0$
- *Sphère* : $f(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 + 1$

Modélisation par surfaces implicites

Primitives implicites : Surface équipotentielle

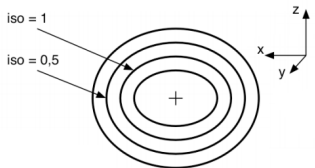
- \neq modèles paramétriques (coordonnées des points)
- Pas représentées explicitement : $f(x, y, z) = 0$
- *Sphère* : $f(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 + 1$
- Réduisent à \mathbb{R}^3 pour la modélisation de formes
- Le formalisme implicite définit une surface comme un ensemble de points de l'espace vérifiant une propriété
- Liée à la valeur prise en ces points par une fonction
 $F : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$ on associe un scalaire à tout point de l'espace

Modélisation par surfaces implicites

Primitives implicites : Surface équipotentielle

- Surface S définie comme l'*iso-surface* de l'*iso-valeur* fixée par la fonction F : $S = \{P \in \mathbb{R}^3 / F(P) = iso\}$
 - la fonction implicite
 - le champ scalaire
 - la fonction de potentiel

Figure: A chaque *iso-valeur* correspond une *iso-surface*



Modélisation par surfaces implicites

Primitives implicites : Surface équipotentielle

- S fermée \rightarrow sépare l'espace en 2 (extérieur / intérieur)
- Connaître la position du point par rapport à la surface frontière
- Avec un potentiel strictement décroissant, position de P :
 - Si $F(P) > iso$, le point P est à l'intérieur de la surface,
(Volume implicite / équipotentiel)
 - Si $F(P) = iso$, le point P est sur la surface,
 - Si $F(P) < iso$, le point P est à l'extérieur de la surface

Modélisation par surfaces implicites

Volumes / Surfaces implicites

Primitive implicite à squelette ponctuel

- d'un centre Q_i
- d'une fonction de densité F_i

Scène composée de n primitives

⇒ forme complexe (volume ou surface implicite)

Fonction de densité globale F

- Mélange : $F(P) = \sum_{i=1}^n (F_i(P))$
- Union : $\cup(F_1, F_2, \dots, F_n)(P) = \max(F_1(P), F_2(P), \dots, F_n(P))$
- Intersection : $\cap(F_1, F_2, \dots, F_n)(P) = \min(F_1(P), F_2(P), \dots, F_n(P))$
- Appliquer des fonctions

Figure:
Mélange



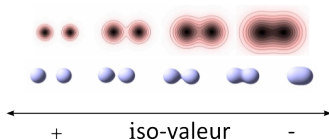
Figure:
Intersection



Modélisation par surfaces implicites

Volumes / Surfaces implicites

- Influence de l'iso-valeur



Avantage

- Contrôle sur la continuité et la dérivabilité des surfaces obtenues
⇒ réaliser la jonction de deux objets sans une arête vive mais par une surface lisse.

1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

2 méthodes

- **CSG** ("Constructive Solid Geometry" dite aussi "modélisation solide" ou "modélisation volumique"),
- **B-Rep** ("Boundary Representation" ou "modélisation surfacique").

Modélisation par géométrie de construction de solides

Modélisation volumique

- Combinaison d'objets solides simples
cylindre, sphère, cône,...
- Transformations géométriques
translation, rotation, homothétie
- Utilisation d'opérateurs géométriques booléens
union, soustraction, intersection,...

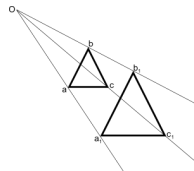


Figure: Homothétie

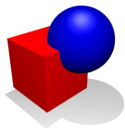
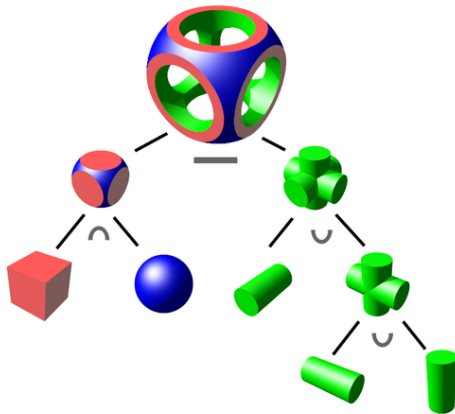


Figure: Transformations

Modélisation par géométrie de construction de solides

Modélisation volumique : Structure

- Stockée sous forme arborescente
(description des opérations et des éléments manipulés)
- Facilite les modifications



Avantages

- Frontières parfaites et non approchées pour les volumes complexes (\neq techniques à base de polygones)
- Optimisation/accélération des calculs :
basés sur des volumes plutôt que sur les polygones
(*calculs de projection, calculs de collision entre deux solides*)

Modélisation par géométrie de construction de solides

Modélisation volumique : Structure

Avantages

- Frontières parfaites et non approchées pour les volumes complexes (\neq techniques à base de polygones)
- Optimisation/accélération des calculs :
basés sur des volumes plutôt que sur les polygones
(*calculs de projection, calculs de collision entre deux solides*)

Inconvénients

- Liberté de modélisation restreinte
- Hiérarchies d'opérations très complexes

Modélisation par géométrie de construction de solides

Modélisation surfacique

- Représenter la peau des objets géométriques en "cousant" des carreaux géométriques restreints, portés par des surfaces canoniques
- Représentation dans laquelle un solide est entièrement représenté par son bord (constitué de faces, arêtes et sommets)

1 La modélisation et ses techniques

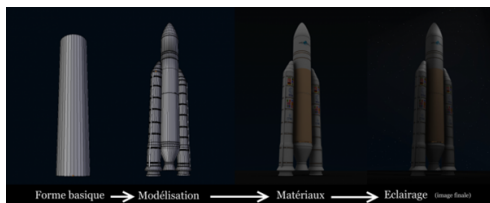
- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

Imagerie de synthèse

- Modélisation d'un objet
- Mise en couleurs (matériaux et textures)
- Eclairage
- Rendu
- Animation



Caractéristiques

- Modeleur intuitif et performant
- Méthodes d'animation multiples
- Blender Game
- Formats d'import/export variés
- Simulation de fluides
- Softbodies, moteur physique
(simuler les collisions et déformations d'objets)
- Interface personnalisable
- Rendus externes possibles (YafaRay, Indigo...)
(générer une image plus réaliste)
- Scripteur Python (permet de créer de petits plugin)

Présentation de Blender

Avantages / Inconvénients

Avantages

- Logiciel **libre** et **gratuit**
- Léger : environ 20 Mo
- Portabilité : Windows, Linux, Mac OS X
- Performant
- Visualisateur d'images, éditeur vidéo, module dédié à la création et l'exécution de jeux (Blender Game)

Inconvénients

- Difficile d'utilisation au début

1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

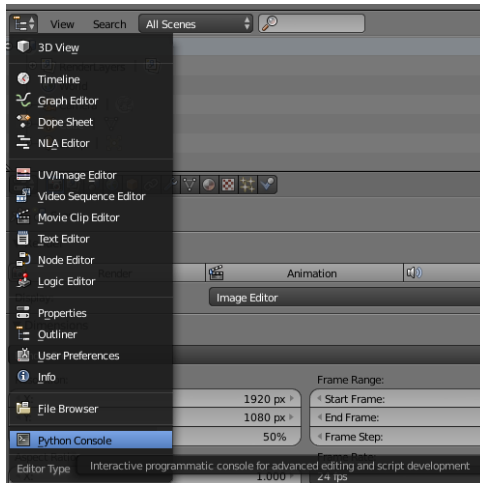
2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

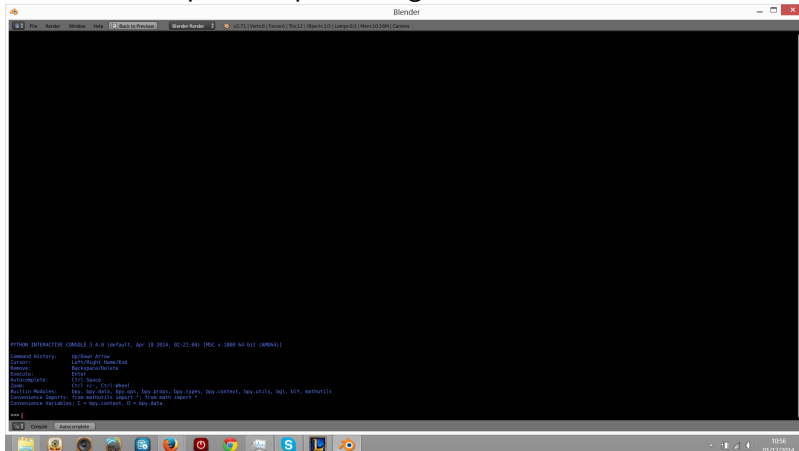
Généralités

- Blender possède un interpréteur python.
- Pour gérer toute la partie animation/rendu 3d...
- Pour modéliser par l'intermédiaire d'algorithmes, les formes 3d désirées.
- Une grande documentation est présente sur le site de blender.org
- Lancer pour les scripts depuis le menu principal de blender, pour une interaction intuitive

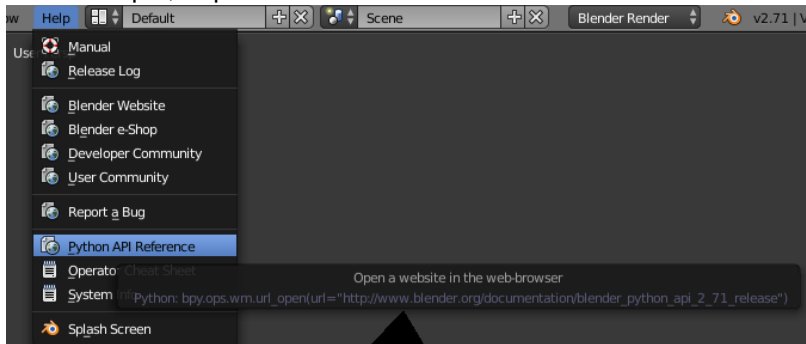
- Vous pouvez accéder à l'interpréteur depuis le menu outils.



- Lorsque vous lancez l'interpréteur, une petite fenêtre va s'ouvrir en haut à droite, que vous pourrez agrandir à loisirs.



- Il existe depuis Blender, un accès à la documentation relative à python et aux scripts, depuis le menu Aide.



- La documentation du python est présente sur le site de Blender.

Blender 2.71.0 5c2d7f7 - API documentation »

Table Of Contents

Blender Documentation Contents

- Blender/Python Documentation
- Application Modules
- Standalone Modules
- Game Engine Modules
- API Info

Next topic

[Quickstart Introduction](#)

Quick search

Go

Enter search terms or a module, class or function name.

Blender Documentation Contents

Welcome, this document is an API reference for Blender 2.71.0 5c2d7f7, built 2014-06-26.

A compressed ZIP file of this site is available

Blender/Python Documentation

- [Blender/Python Quickstart](#): new to blender/scripting and want to get your feet wet?
- [Blender/Python API Overview](#): a more complete explanation of python integration
- [Blender/Python Addon Tutorial](#): a step by step guide on how to write an addon from scratch
- [Blender/Python API Reference Usage](#): examples of how to use the API reference docs
- [Best Practice](#): Conventions to follow for writing good scripts
- [Tips and Tricks](#): Hints to help you while writing scripts for blender
- [Gotcha's](#): some of the problems you may come up against when writing scripts

Application Modules

- [Context Access \(bpy.context\)](#)
- [Data Access \(bpy.data\)](#)
- [Operators \(bpy.ops\)](#)
- [Types \(bpy.types\)](#)
- [Utilities \(bpy.utils\)](#)
- [Path Utilities \(bpy.path\)](#)

1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

Points Clés

- Le rendu 3D est l'étape finale d'un projet sur Blender, c'est le moment où votre projet va être testé.
- En fonction de la taille du projet, il est possible que vous ayez quelques soucis de puissances.
- Il existe un système, permettant de diviser le travail demandé au(x) processeur(s), entre plusieurs machines, le *renderfarm*.

Comment contrôler le rendu

- Output
- Render Layer
- Render
- Anim
- Baking
- Format
- Stamp

Les étapes pour un rendu optimisé

- Créer les images
- Éclairer la scène
- Premier rendu, qui optimise le temps de calcul
- Régler et ajuster l'éclairage et les matériaux
- Répéter les étapes précédentes
- Sauvegarde

3 outils de rendu

- Le moteur de rendu
- Compositing
- Montage

Optimisation du temps de calcul

- Blender consomme beaucoup de ressources en particulier sur le CPU, mais des solutions vous sont proposées afin d'optimiser les calculs.
- Si vous possédez un multicoeur, vous pouvez augmenter le nombre de thread afin d'utiliser tous vos coeurs dans les calculs.
- Si vous possédez plusieurs ordinateurs, sur un même LAN, vous pouvez partager le travail entre les différentes machines.
 - Passer le dossier contenant tous les fichiers de votre projet,
 - Lancer le logiciel Blender sur chaque machine,
 - Ouvrir ce projet.

Si vous passez par le chemin relatif, toutes les modifications seront automatiquement enregistrées sur le fichier original.

1 La modélisation et ses techniques

- Définition de la modélisation
- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes
- Modélisation par subdivisions de faces
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométrie de construction de solides

2 Blender

- Présentation de Blender
- L'interpréteur python
- Rendu 3D
- Sources

Sources

- www.blender.org
- www.wiki.blender.org