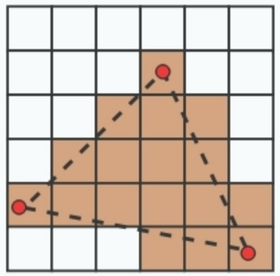
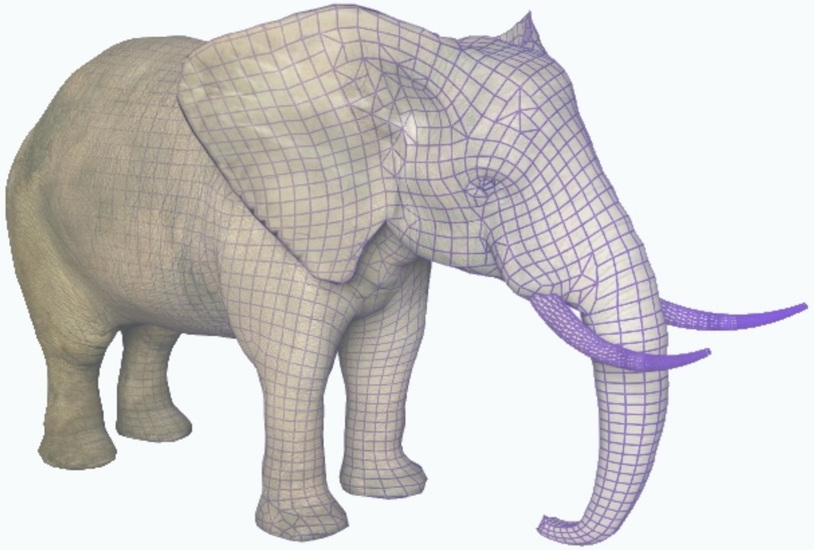
Fête de la Science
Annonay, 06/10/2018

Les mondes virtuels 3D

Pour tester, créer, jouer, s'y promener, y interagir ...







Damien Rohmer
damien.rohmer@polytechnique.edu

Création 3D - Les débuts

Premières créations initiées en la CAO (~60)





Applications aux sciences
imagerie médicale, physiques, simulation, etc







Développement (économique) poussé par l'industrie du loisir
Jeux-vidéos, effets-spéciaux, cinéma d'animation

Dans les années 2000
- Les scènes 3D sont partout, photoréalisme atteint
- Le grand public peut les voirs, jouer dans des mondes préconçus
- Mais on ne concevoit pas directement ses modèles 3D, on ne les façonnent pas.







Création 3D - Etat actuel

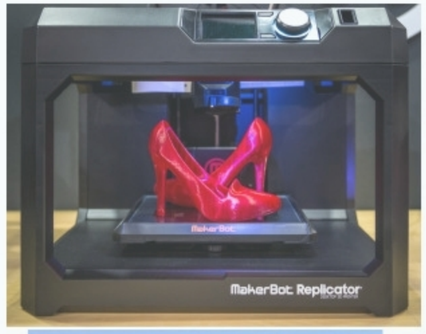
- Démocratisation d'outils utilisant les modèles 3D
  Imprimantes 3D

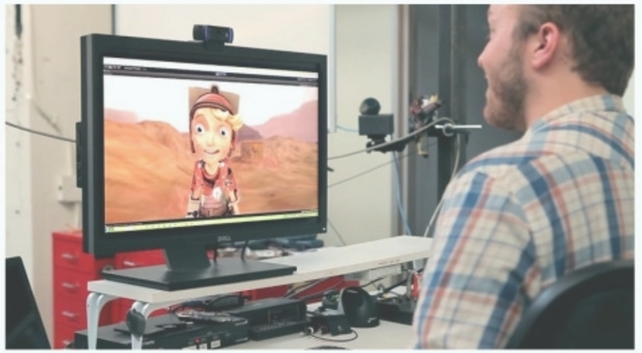
- Interaction étroite entre réel et virtuel
  Casques réalité virtuelle et augmentée

- Possibilité d'acquérir des données 3D
  Camera de profondeur (Kinect), multi-view, lasers

- Simplification du prototypage/partage de données 3D
  Tablettes, plateformes collaboratives

Changement majeur
  Le grand publique se retrouve acteur/créateur de modèles 3D

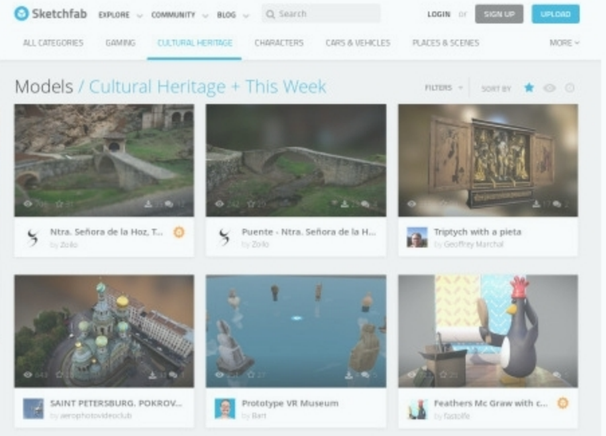










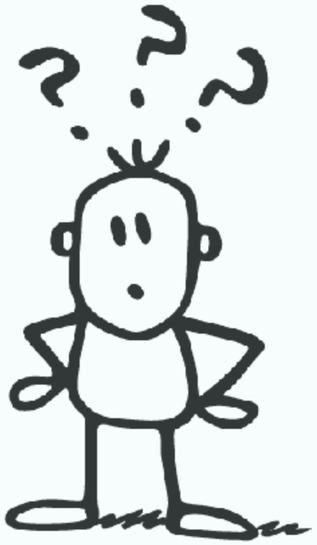


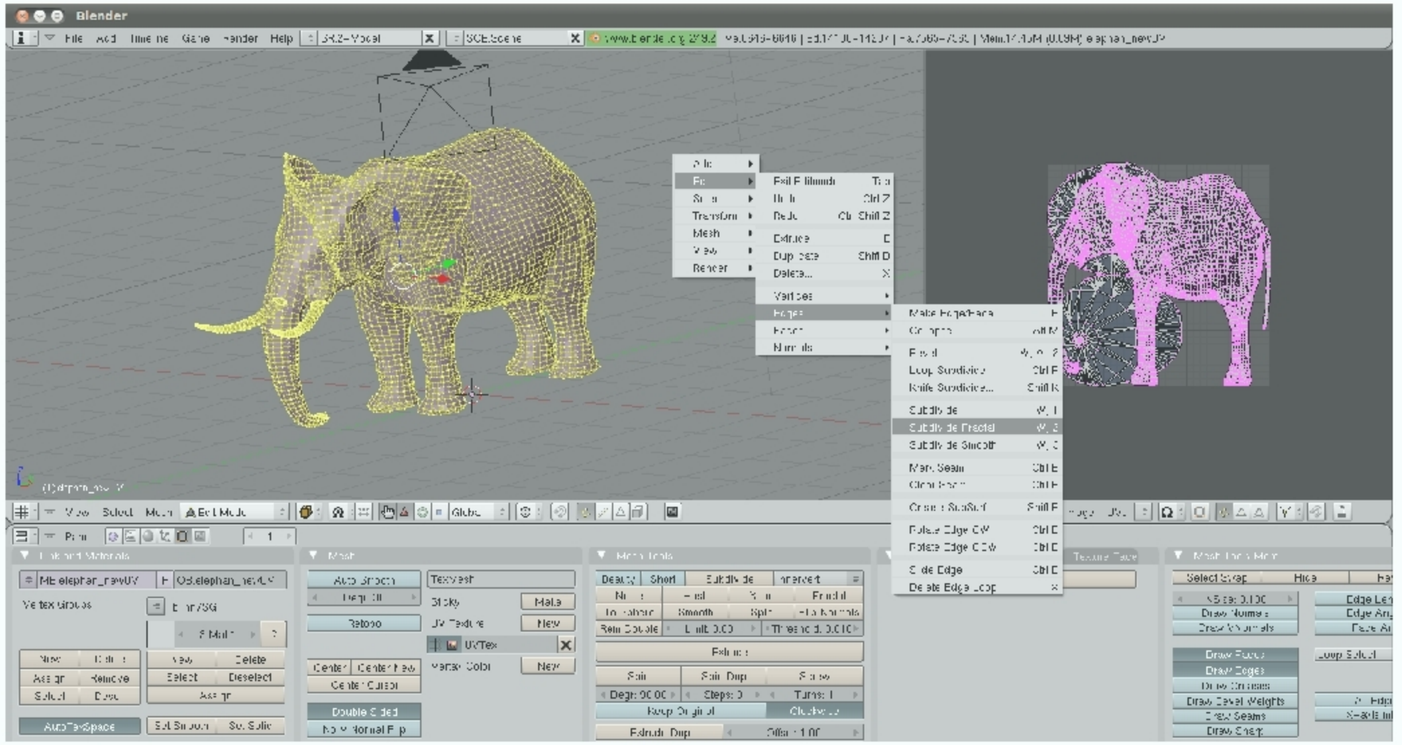
Création 3D

Conclusion: Il est aisé de convevoir ses propres modèles 3D.

Création 3D

Conclusion: Il est aisé de convevoir ses propres modèles 3D.





Création 3D

Conclusion: Il est aisé de convevoir ses propres modèles 3D.

Cout/temps passé sur la 3D n’a jamais été aussi élevé

- Films animations/VFX
  Pirates of the Caribbean ($300M), Avengers ($350M), Toy Story 3 ($200M)
  Cout moyen par séquence VFX (<10s) $50 000
  Beaucoup + que de dessiner images par images

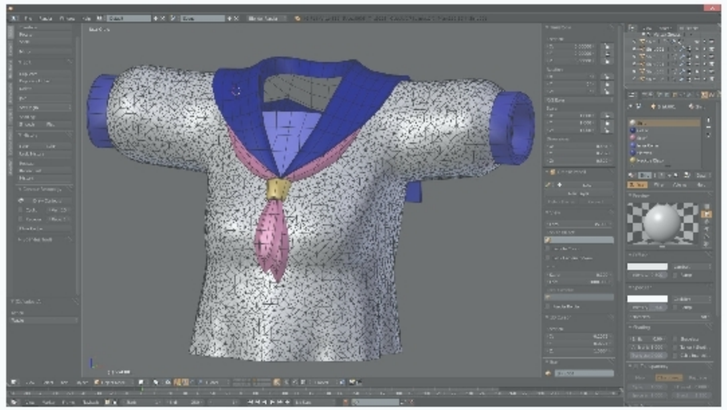
- Jeux vidéos AAA
  $100, 2 à 4 ans de développements
  >100 développeurs, milliers d’artistes

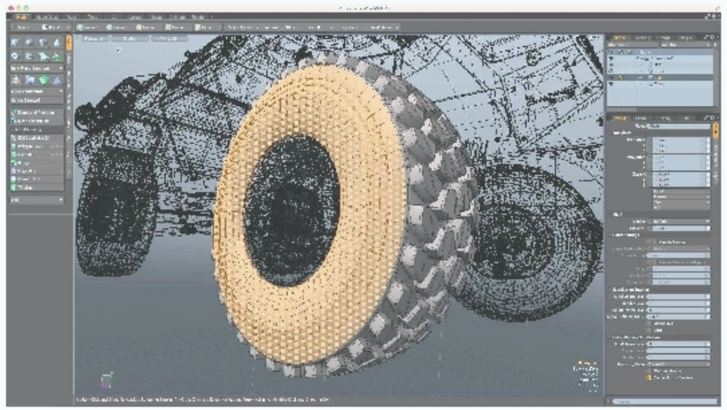
Création 3D

Les outils 3D se sont améliorés

… mais restent complexes et très techniques (3 ans d'études infographistes).

La quantité et la qualité demandé a augmenté plus rapidement que les outils

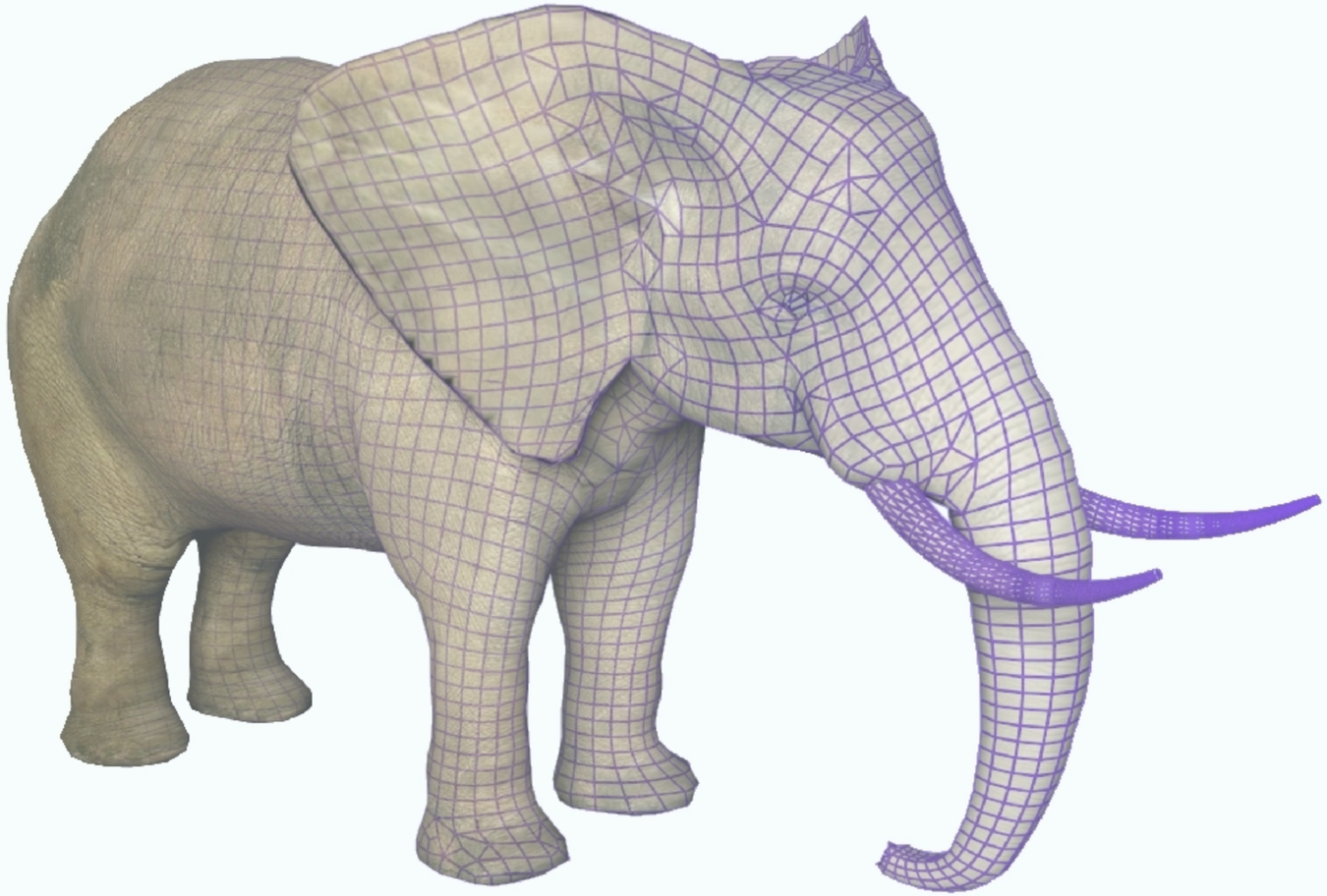






Modèle 3D

Qu’est ce qu’un modèle 3D ?



Modèle 3D brut

Modèle 3D = coordonnées, triangles

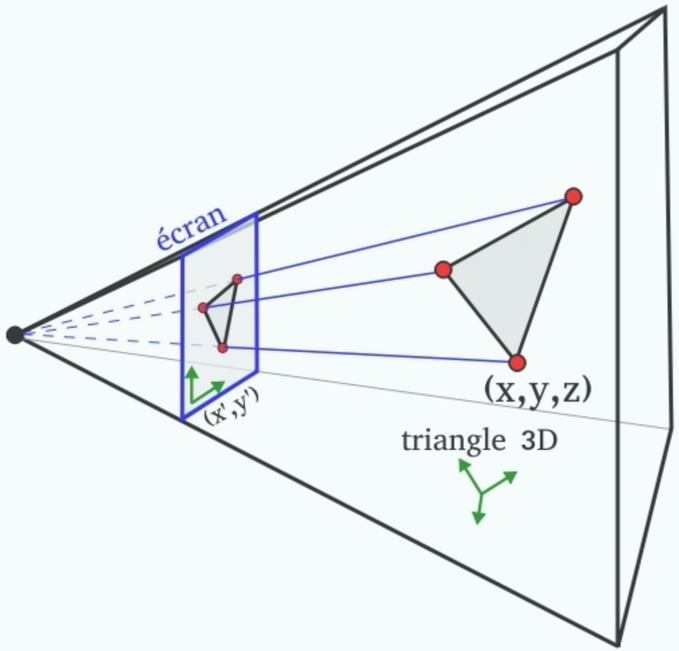
```
v -1.286757 4.995017 -3.233853 (0)
v -0.899986 4.228722 -3.708377 (1)
v -0.185132 4.442926 -3.824526 (2)
v -0.181934 5.285613 -3.805794 (3)
v -1.039871 5.729726 3.967623 (4)
v -0.842267 5.011299 3.955466 (5)
v -0.890037 4.185558 4.784204 (6)
v -1.130922 6.232293 3.471609 (7)
v -2.685840 6.616080 1.626066 (8)
v -1.093551 3.990365 2.370847 (9)
v -0.825046 4.041622 4.621404 (10)
v -0.000961 1.906963 -3.905520 (11)
v -0.871093 5.272240 4.085505 (12)
v -0.057543 3.715670 4.284769 (13)
v -0.025075 3.806755 4.332552 (14)
v 1.141498 6.097508 -2.320498 (15)
v 0.243225 4.775610 -3.805517 (16)
```

Comment en créer une image 2D ?

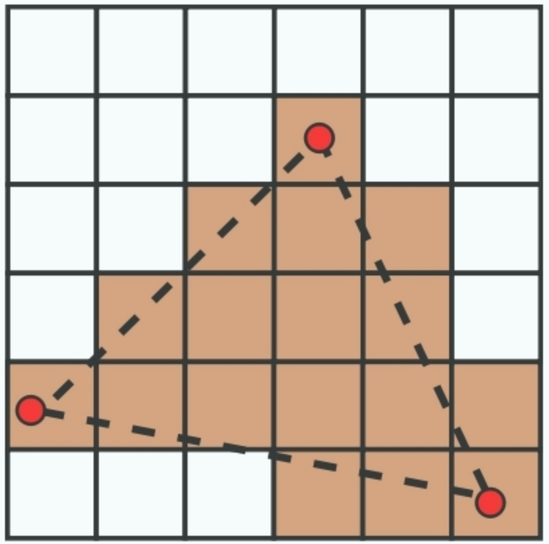
Rendu : Créer une image à partir de coordonnées

Objets formés de triangles

1. Projection des triangles sur l'écran



2. Rasterization





⇒ Au moins 25 fois par secondes

- Projette tous les sommets des triangles sur l'image
- Remplis chaque pixel à l'intérieur des triangles

(carte graphique moderne traite plusieurs millions de triangles par seconde)

Recherche





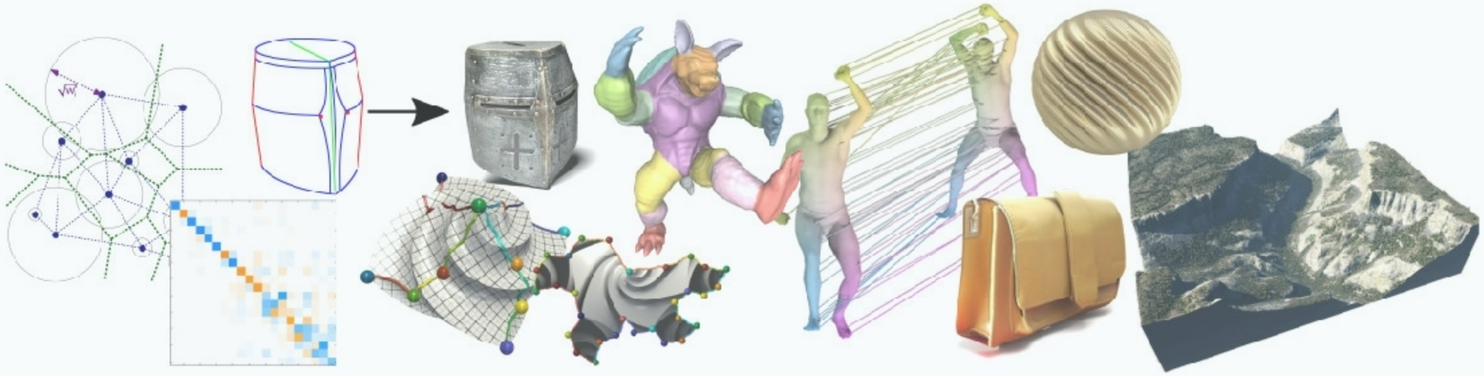
LIX - Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Polytechnique

Equipe STREAM

Structure Representation and Extraction for Computer Animation and Geometric Modeling

https://www.lix.polytechnique.fr/stream/

4 Enseignants Chercheurs, 10 étudiants en thèse



Deux axes de recherches en Informatique Graphique

- Analyser et structurer les données géométriques
- Modélisation et animation expressive basée structure

Objectifs de recherches

Questions traitées

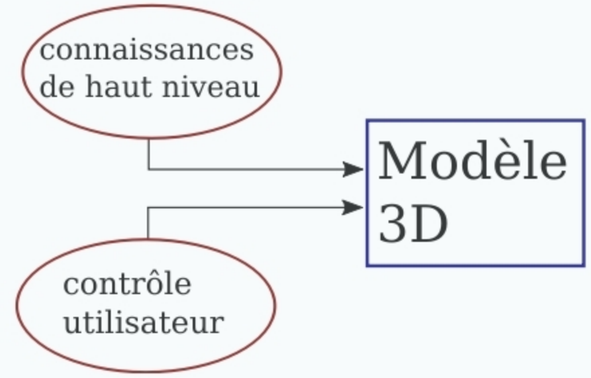
- Comment créer efficacement le contenu des mondes 3D
- Comment agir sur ce contenu, et inter-agir avec

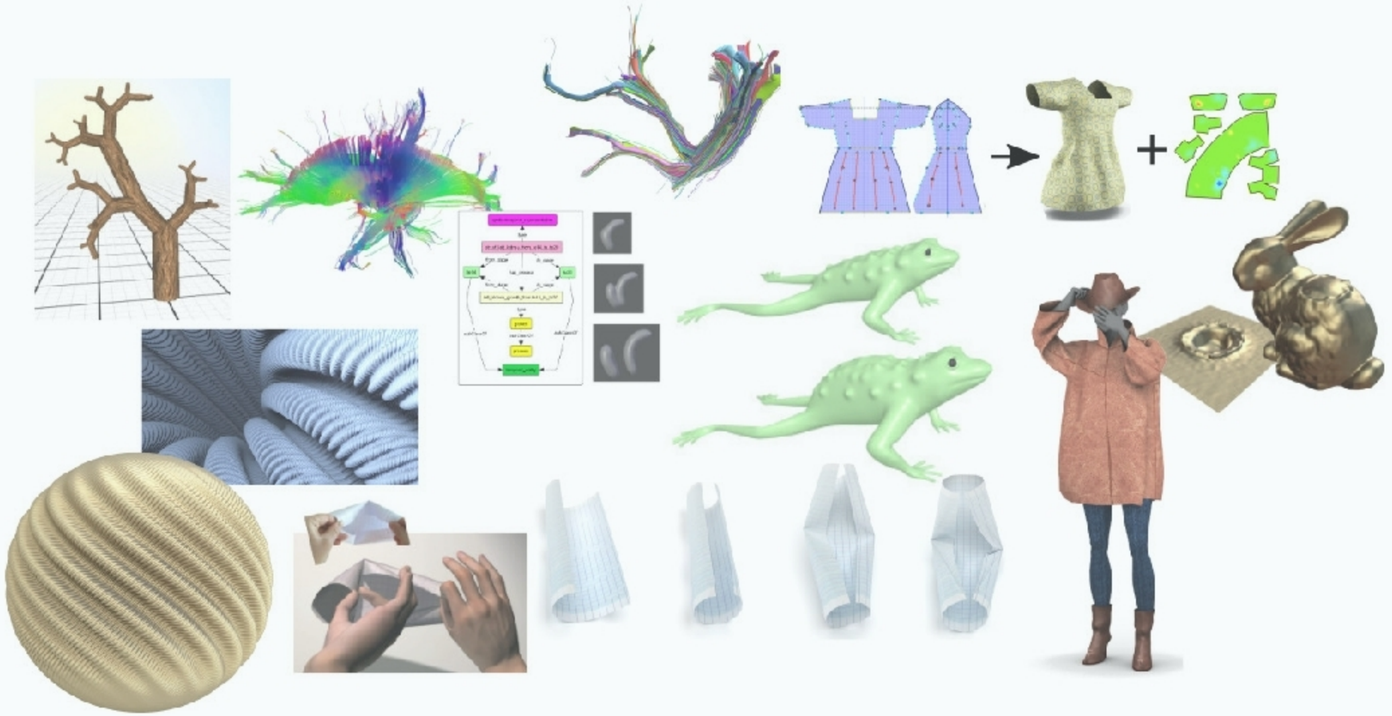
Un sous-thème de recherche:

Systèmes numérique d'aide à la création de contenu virtuel

- Objectif général: Permettre à un utilisateur, quelqu'il soit, de définir du contenu 3D.
- Objectif technique: Pouvoir créer des modèles 3D plausibles, interactivement, de manière controlable/intuitive.
- Méthode: Intégrer des connaissance a priori dans le modèle 3D

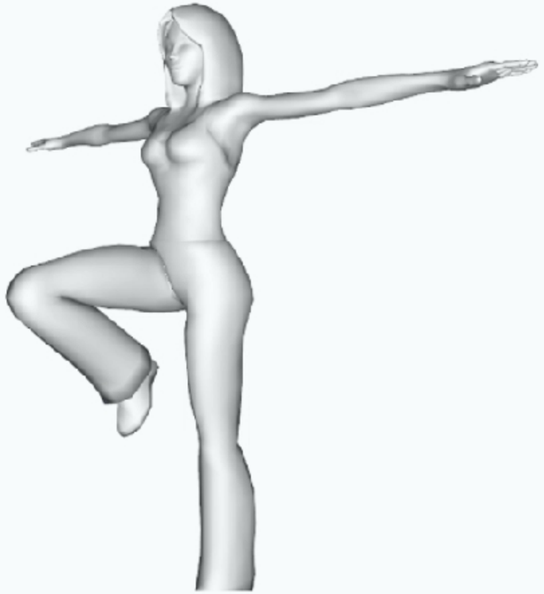
Methodologie





Applications illustrées

1. Personnages virtuels
   - Déformation de personnages articulés
   - Vêtements des personnages

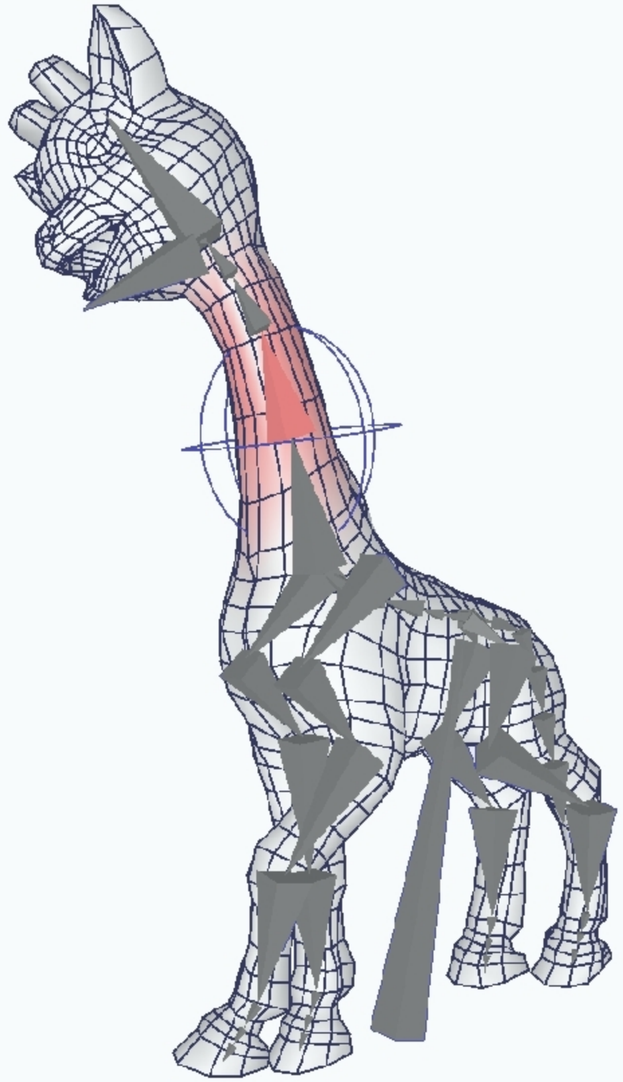


2. Création par croquis
   - Croquis de formes libres
   - Croquis spécialisés



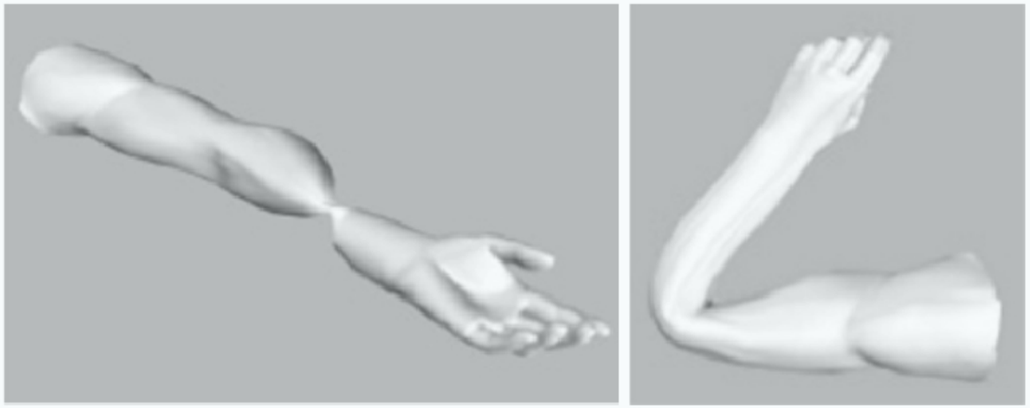
1. Animation de personnages virtuels

Déformation de personnages articulés - Skinning

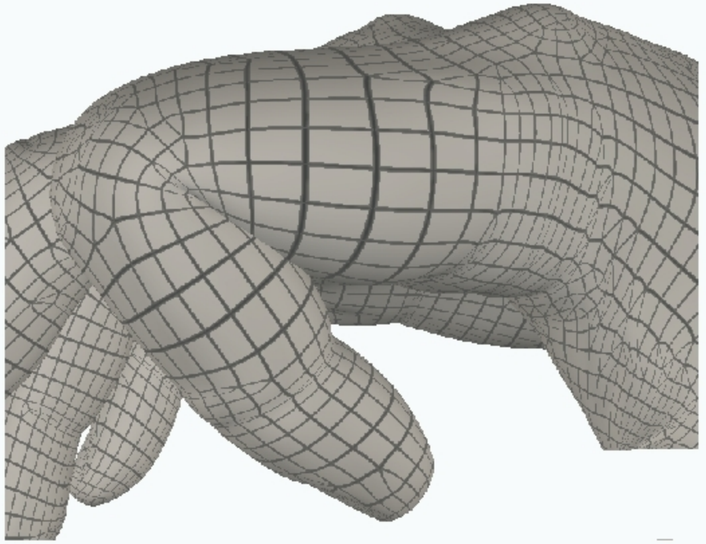


Skinning: limitations

Perte de volumes locales



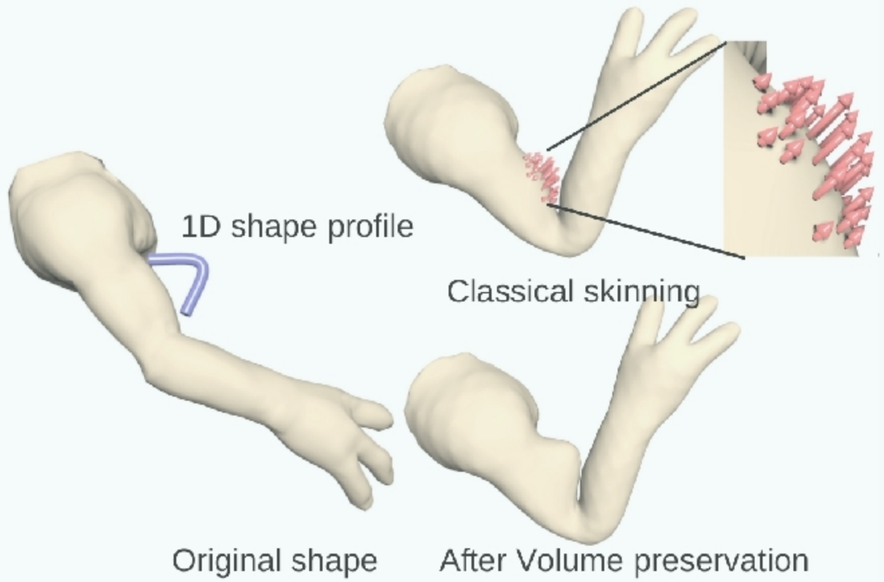
Auto-intersections



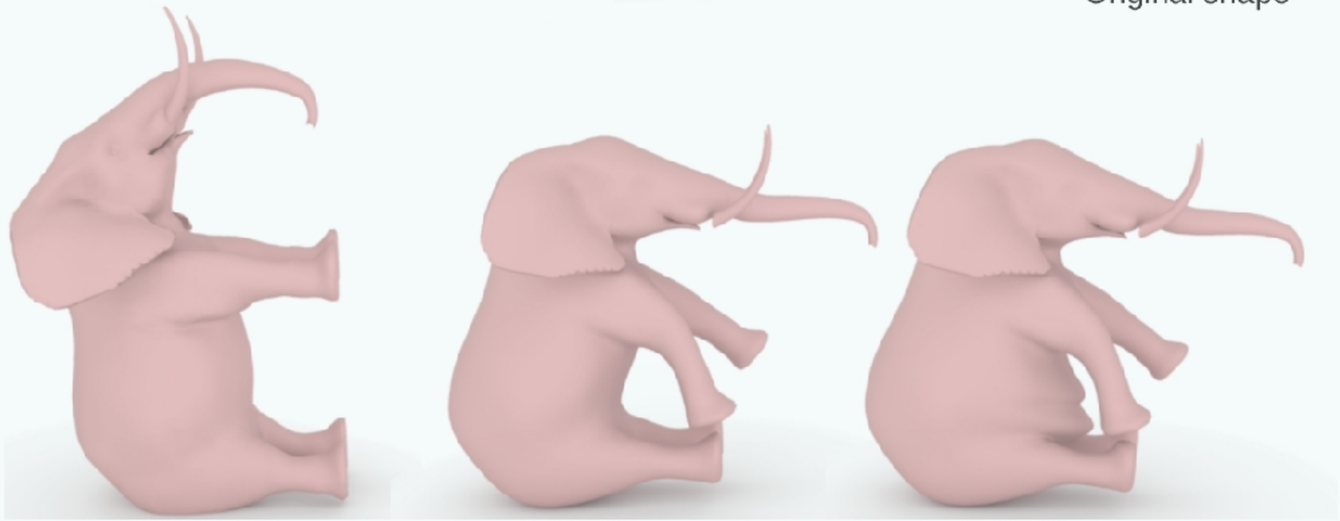
Solution 1: Skinning à volume constant

Principe

1. Calcul le volume local perdu lors d'une déformation par skinning
2. Déforme la surface pour la faire gonfler et regagner son volume original
3. Le gonflement suit une forme esquissée par l'utilisateur







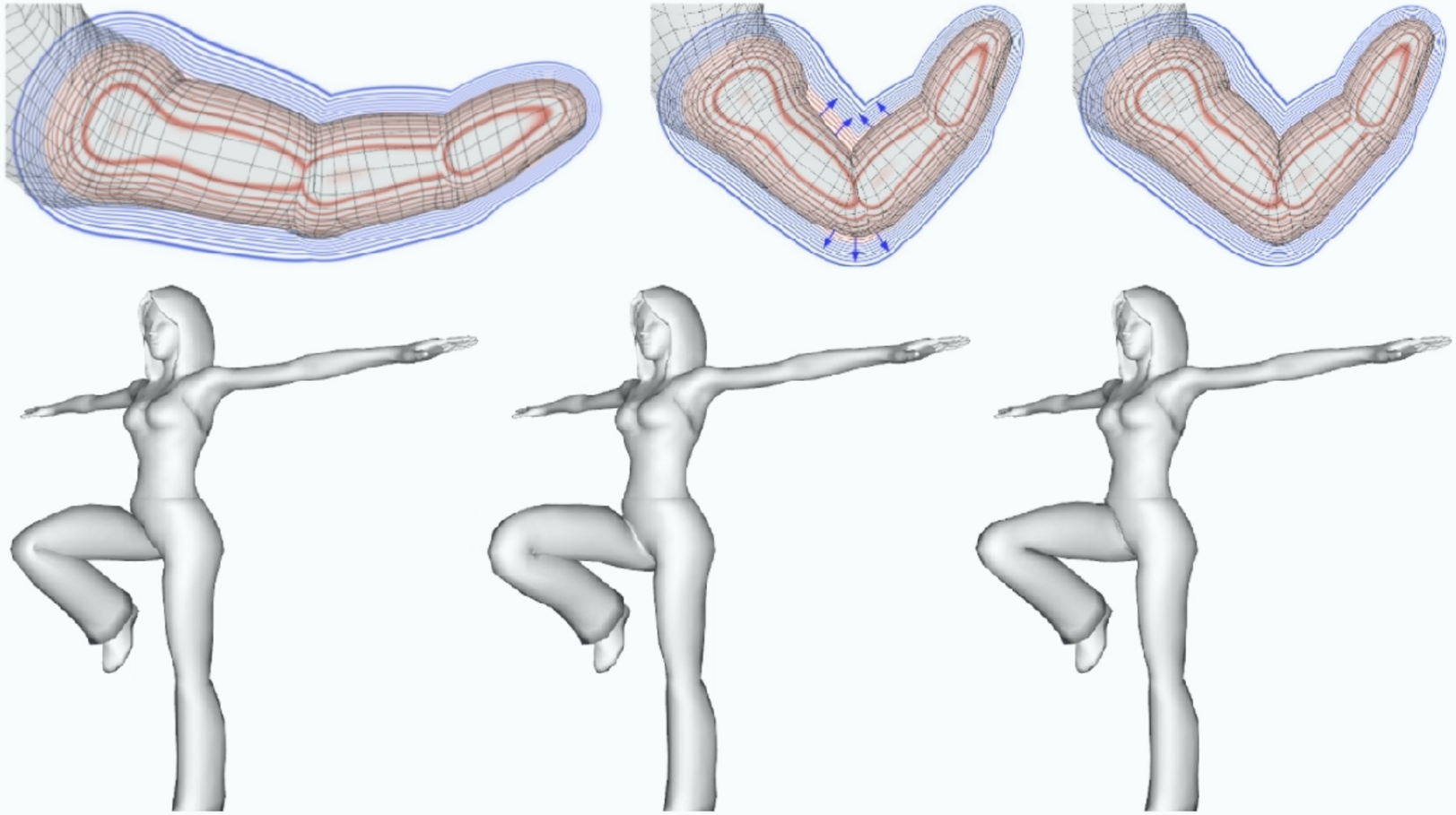
Modèle original

Skinning standard

Skinning à volume constant

Solution 2 : Implicit skinning

- Création champ en volume autour de la surface
- Projection des sommets dans l'espace dans ce champ
- Empêche les collisions



Vêtements de personnages

- Vêtements : essentiel à la modélisation de personnages
- Importance des détails : plis



Exemples de vêtements avec plis (Shrek, Virtual Tennis, Monster Inc)



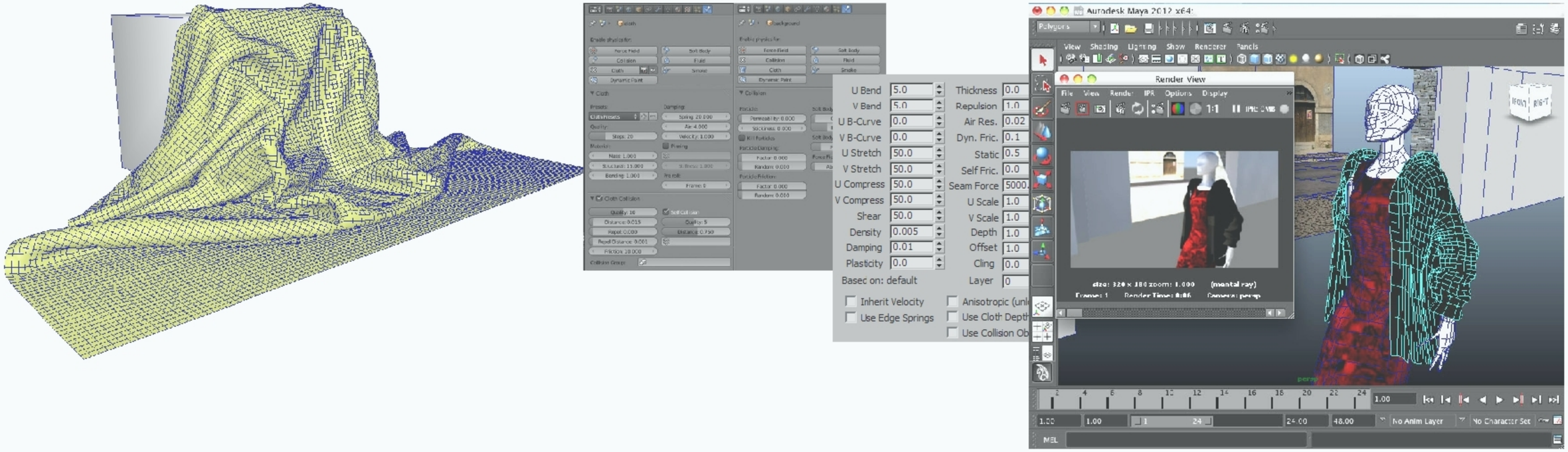
Vêtement sans plis: apparence plastique (Shrek)

Création de vêtements traditionnel

Simulation par modèle physique

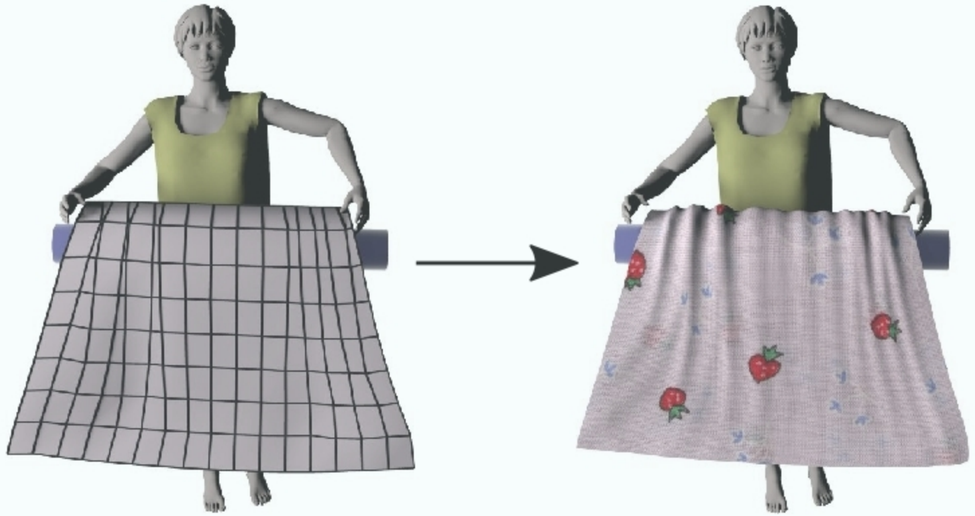
- Nombreux paramètres bas niveau
- Temps de simulation élevé

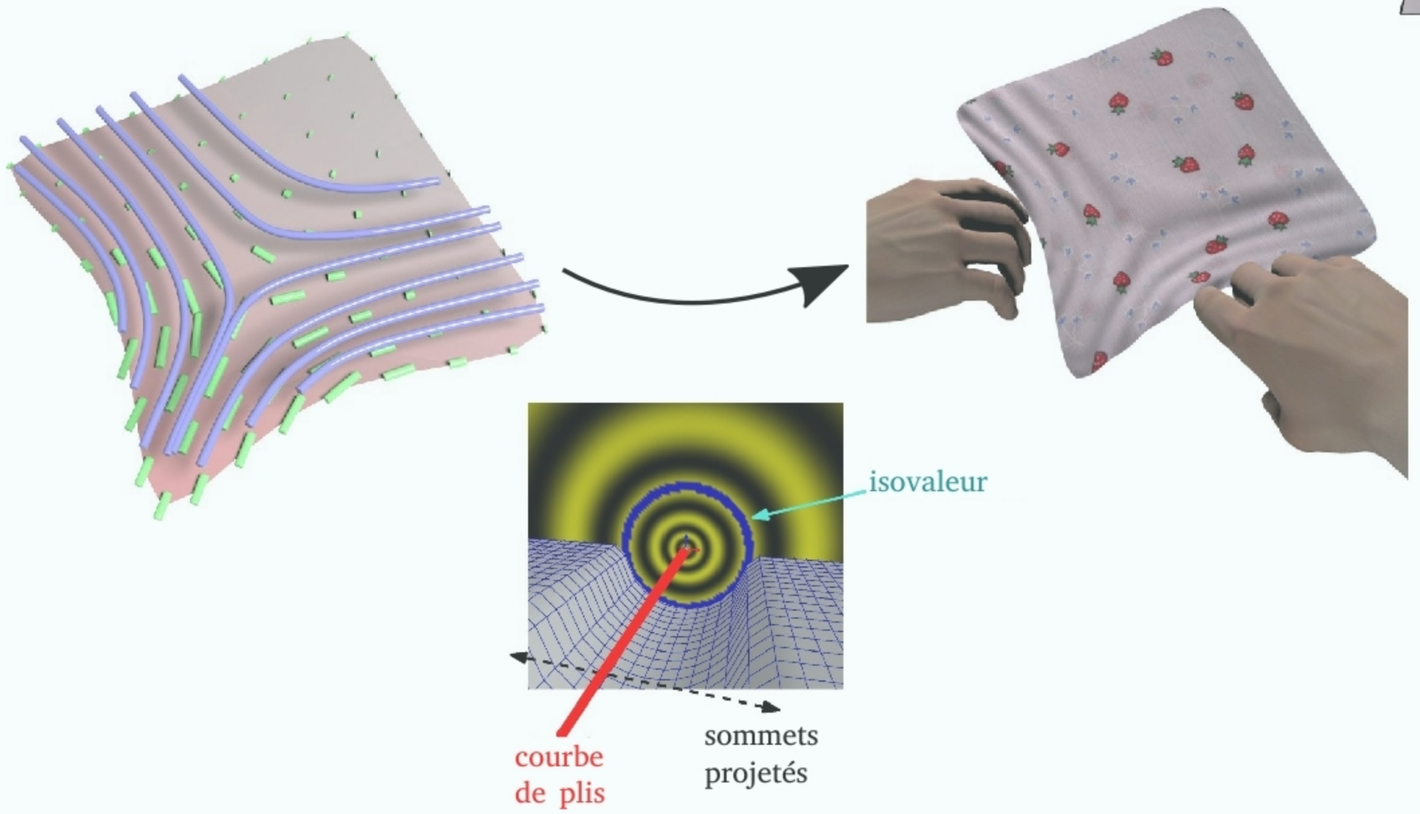
⇒ Contrôle indirect du résultat, boucles essais/erreurs



Notre approche de recherche

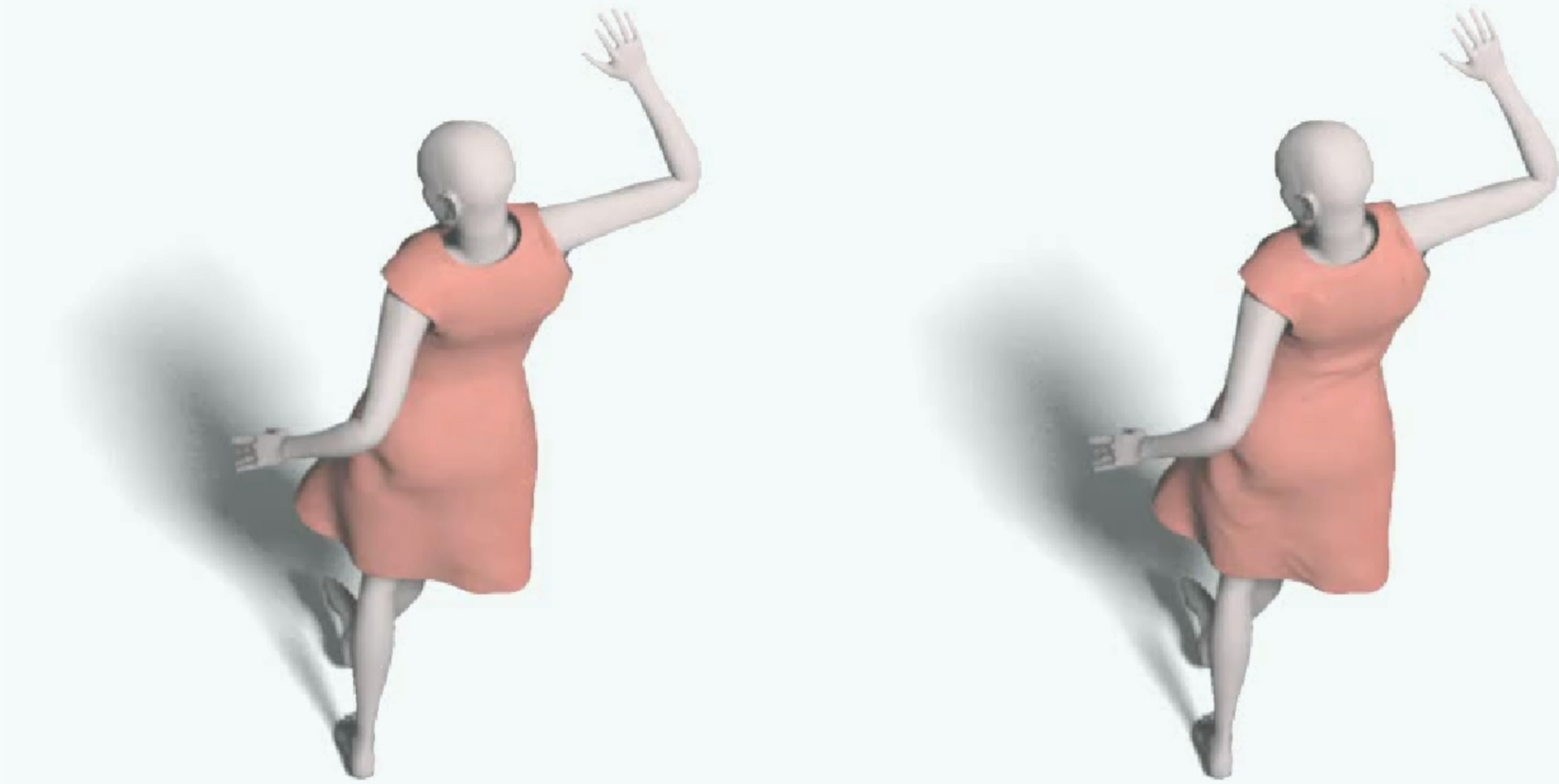
- Création d'un tissu à base résolution (standard)
- Ajout de plis de manière géométrique (nouveau)
  Rapide, controlable





- Création de lignes de plis
  - Calcul d'un champ de compression locale
  - Lignes de plis = courbes intégrales du champ de compression
- Déformation de la surface
  - Champ scalaire défini autour de la courbe de plis
  - Projection des sommets sur l'isosurface

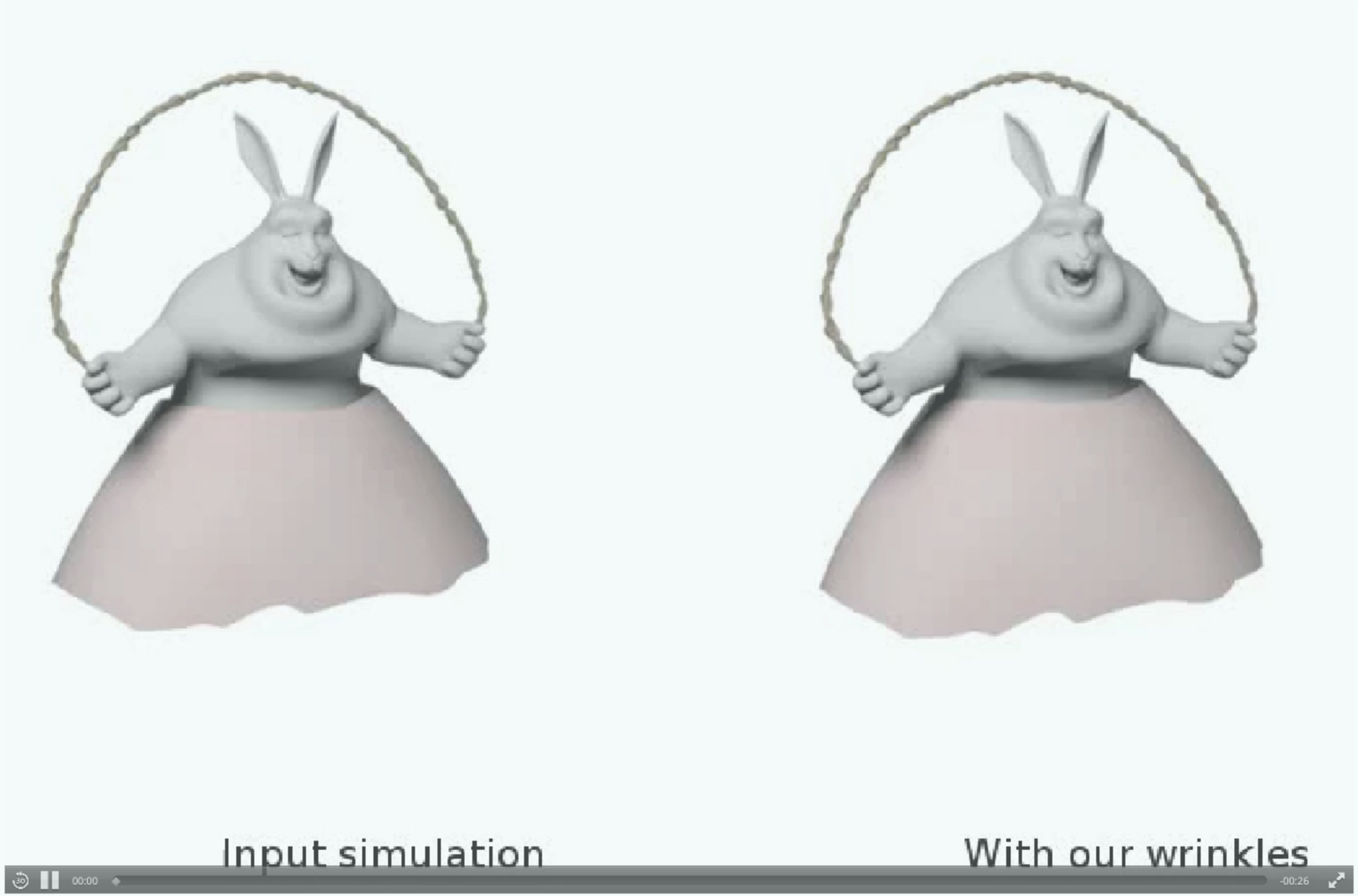
Animation sans/avec plis géométriques



Input meshes

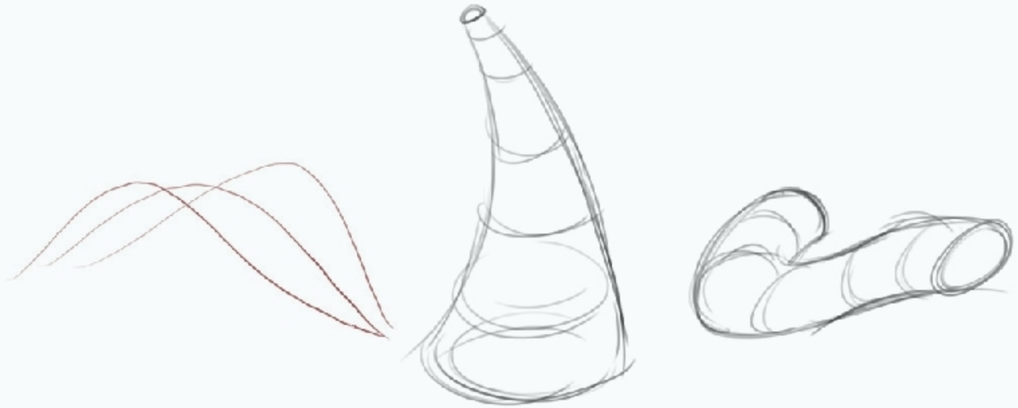
Our results

Animation sans/avec plis géométriques



2. Création par croquis

Croquis: Principe humain pour representer une forme
Mais interprétation automatique du croquis complexe: ambiguités



- Formes quelconques
- Interpretation de la forme la plus simple (symétrique, etc) d'après les contours



- Formes plus complexes
- Interprétation d'après des connaissances a priori

Création de formes libres

- Forme la plus simple définie par un contour 2D
- Mélange de formes automatique

⇒ Permet au grand public d'accéder à la création 3D





- Peinture d'une région du plan
- Interprétation d'une forme 3D simple
  - Calcul d'un squelette central
  - Création d'une surface symétrique autour du squelette

Création spécialisée : Accessoires de mode

- Public cible: designers
- Objectif: prototypage rapide
- Interaction croquis 2D / représentation 3D

Entrée
Croquis

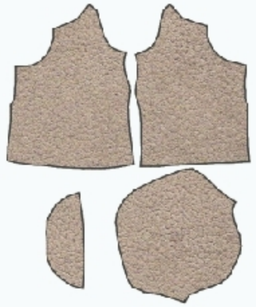


Automatique

Sortie
Modèle 3D quasi développable



Patrons 2D

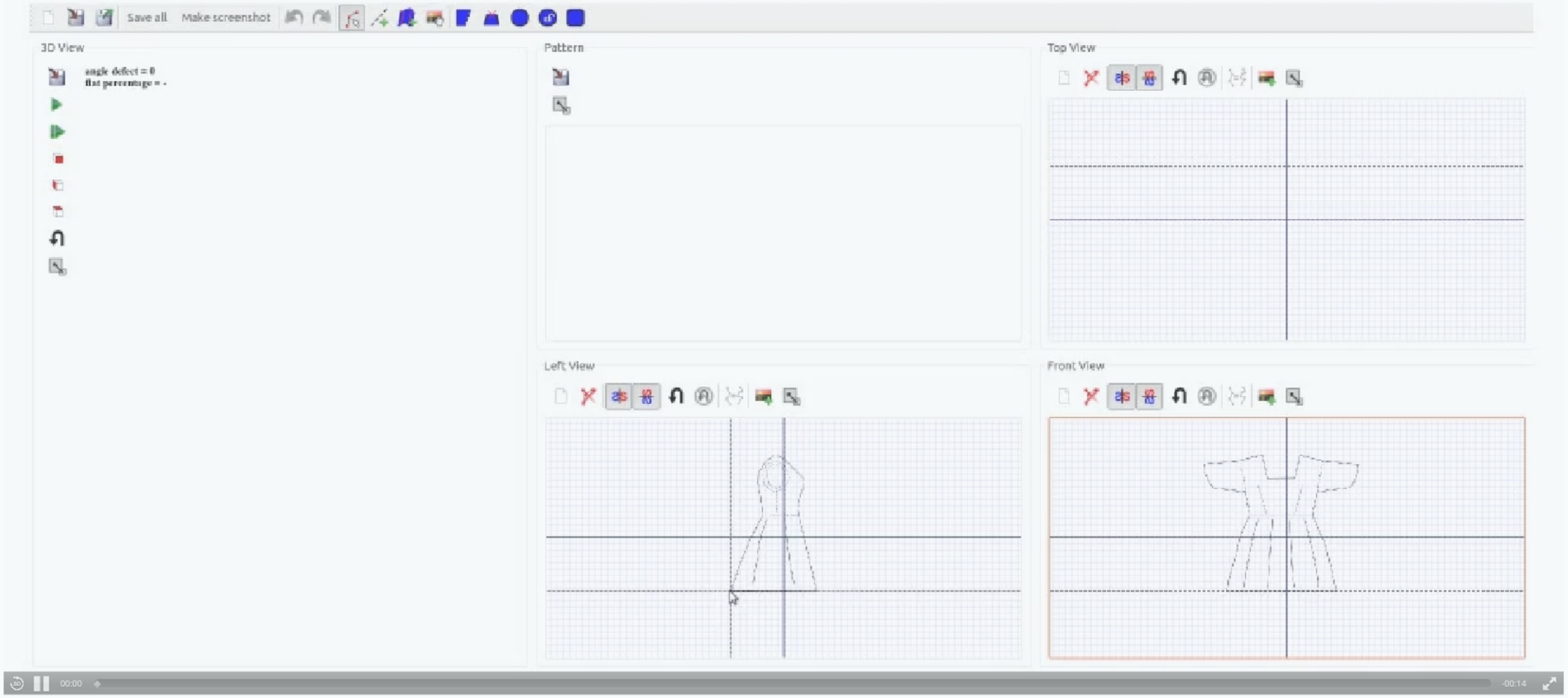


- Forme 3D basique à partir des 2 vues
- Amélioration de la forme 3D
  - Optimisation de la développabilité
  - Préservation de silhouette
  - Orientation des plis marqués
- Mise à plat des patrons



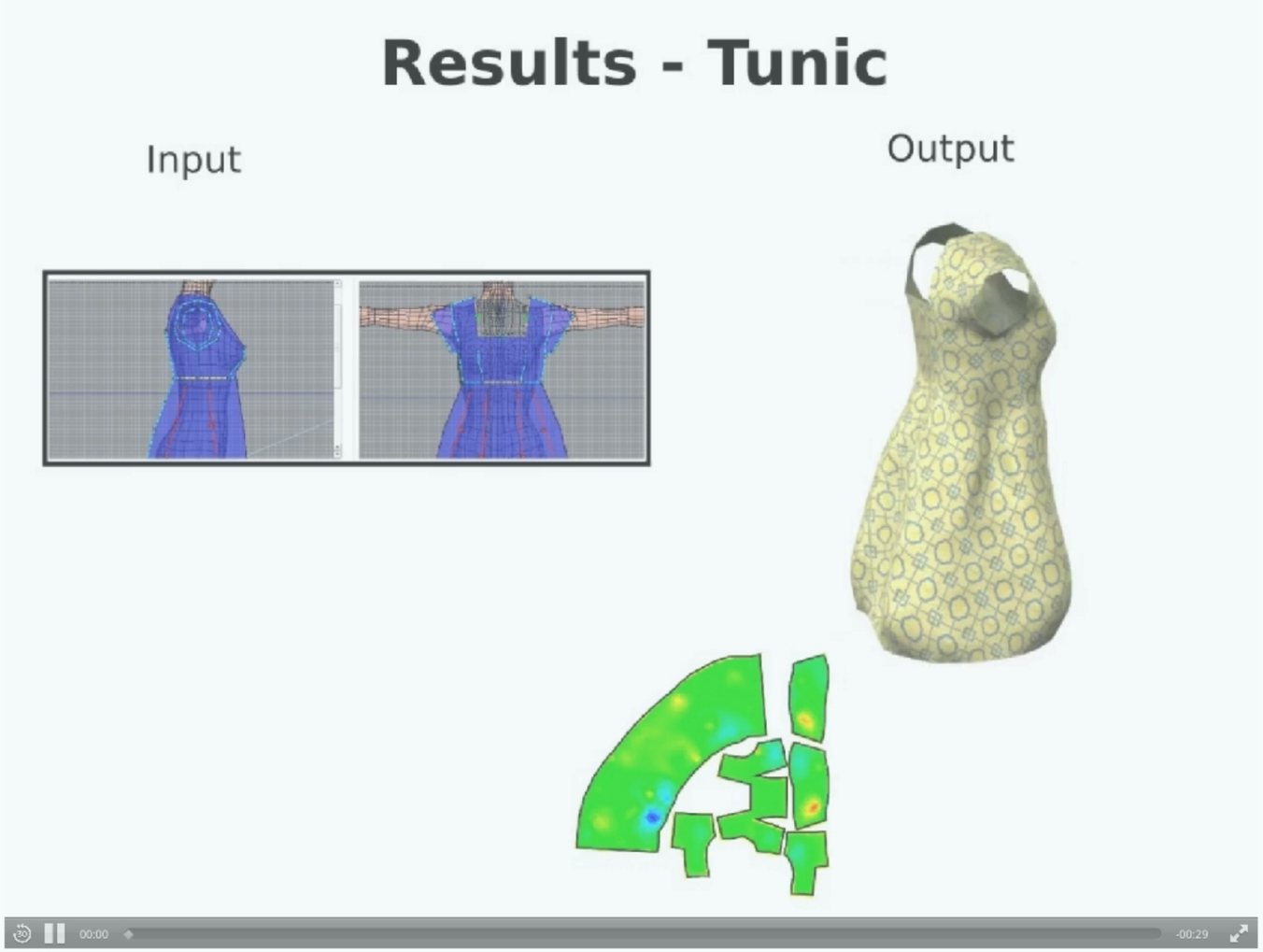
Création spécialisée : Accessoires de mode

Interface



Création spécialisée : Accessoires de mode

Exemples



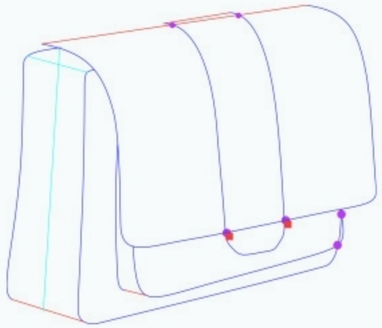
Création spécialisée : Accessoires de mode

Création 3D à partir d'une seule vue

Entrée 2D

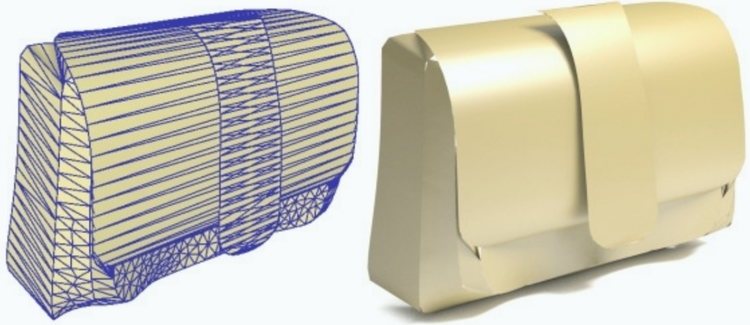


photo

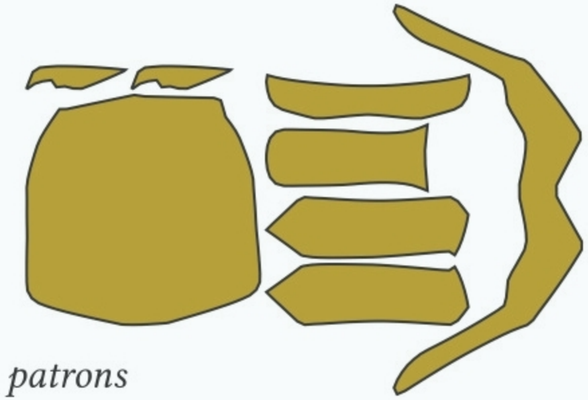


croquis

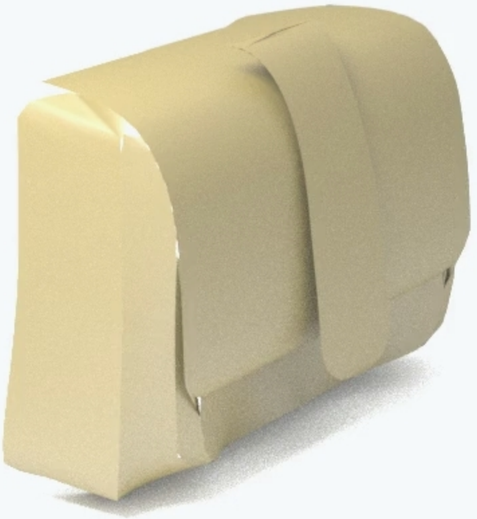
Sorties



Maillages 3D



patrons



- Hypothèse de symétrie
- Hypothèse de dévelopabilité exacte
  - Inférence des règles sur la vue 2D
  - Reconstruction 3D sous contraintes: règles+symétrie

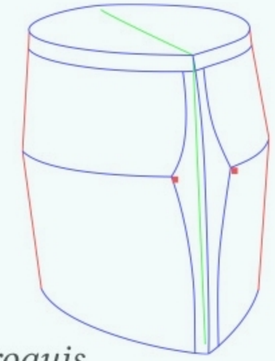
Création spécialisée : Accessoires de mode

Création 3D à partir d'une seule vue

Entrée 2D

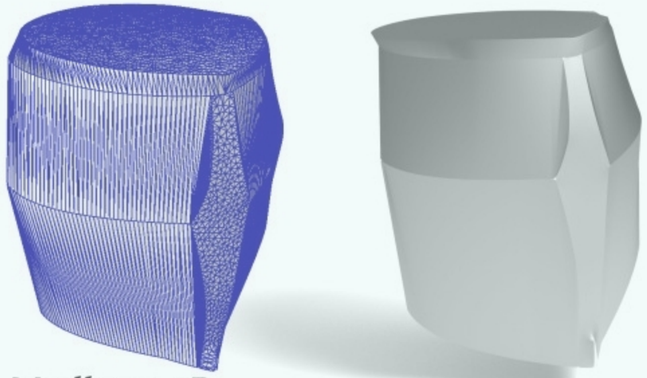


photo

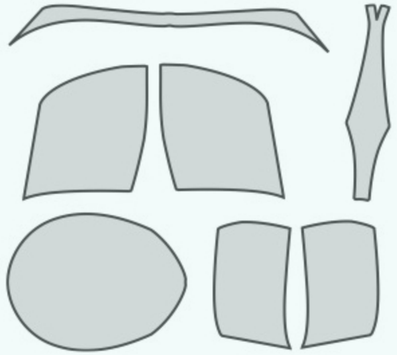


croquis

Sortie



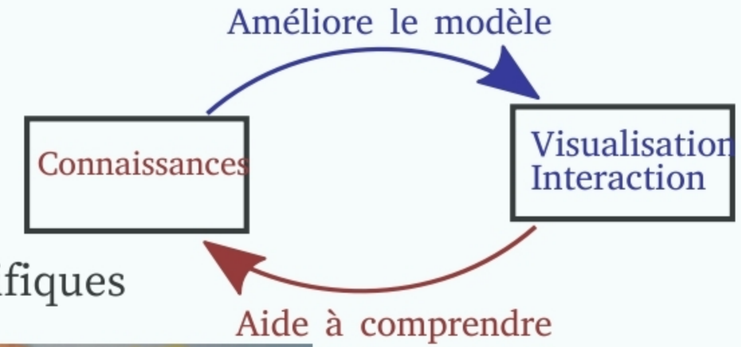
Maillages 3D



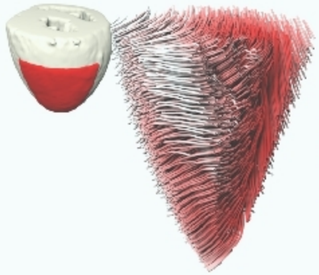
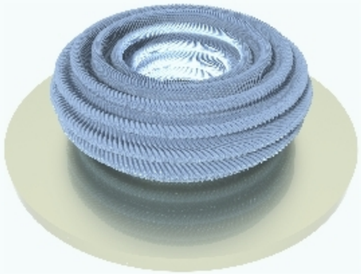
pattron

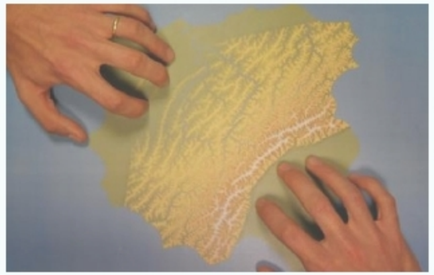


Conclusion



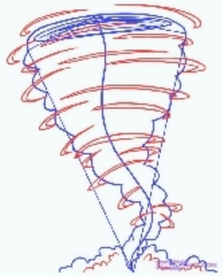
Nombreuses approches possible pour améliorer efficacité création 3D
Placer l'utilisateur au centre du processus
Développer l'intégration de modèles interactifs avec d'autres disciplines scientifiques



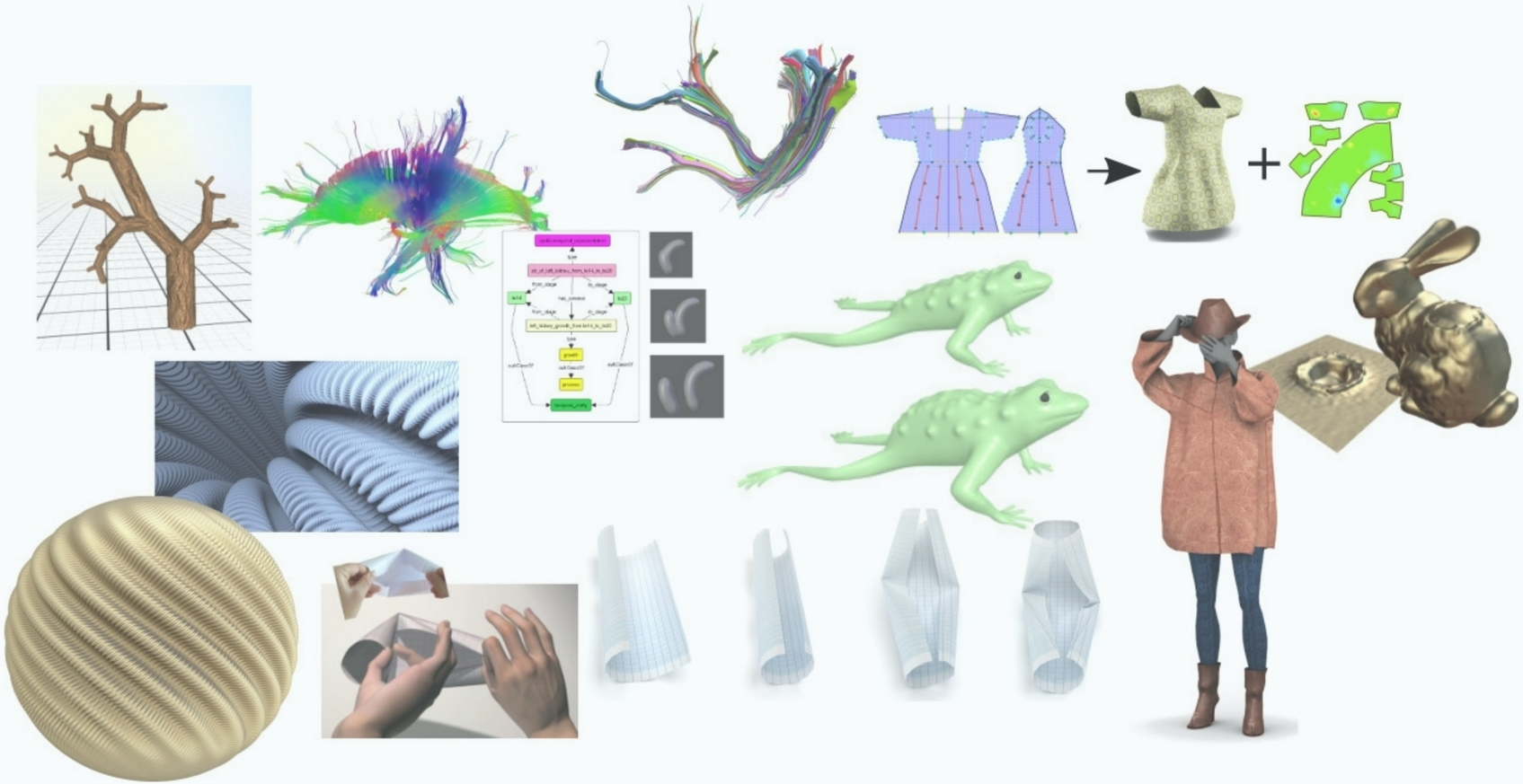
Perspectives

- Gestion de niveaux de détails complexes
  - Apprentissage, inférence de détails, sculpture temporelle, etc.
- Intégration de notions perceptuelles dans le modèle
  - Visualisation et interaction avec abstractions
  - Quantification de la validité perceptuelle






Merci pour votre attention



Images incluants les travaux de Loic Barthe, Adrien Bernhardt, Marie-Paule Cani, Guillaume Cordonnier, Amélie Fondevilla, Stefanie Hahmann, Amaury Jung, Adeline Pihuit, Camille Schreck, Rodolphe Vaillant, Ulysse Vimont, …