Modélisation géométrique par croquis

Une approche descriptive

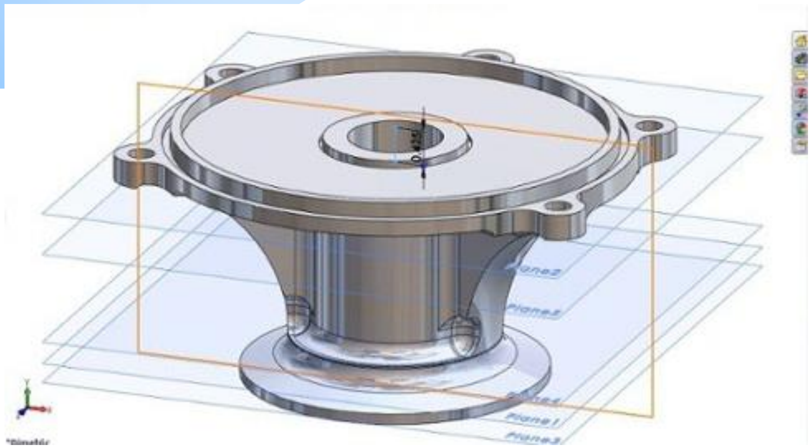
Cédric Bobenrieth, Frédéric Cordier, Arash Habibi et Hyewon Seo

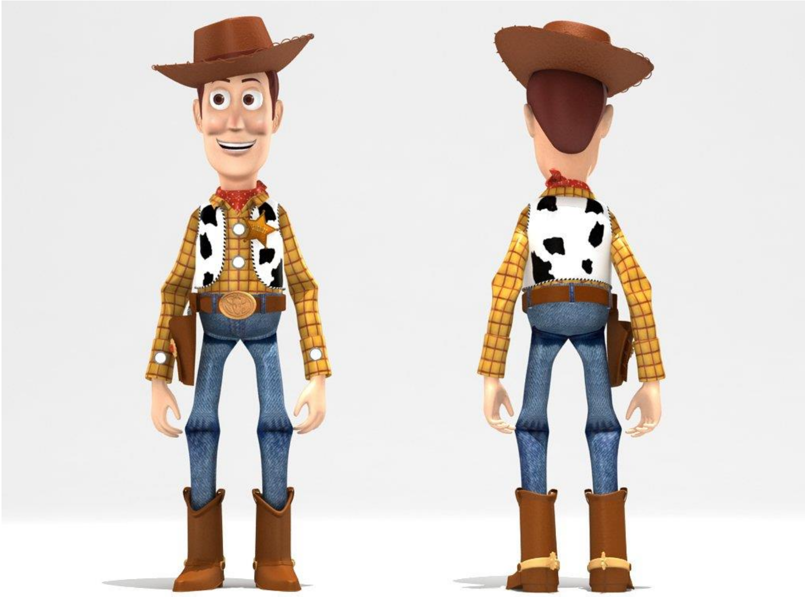
Sommaire

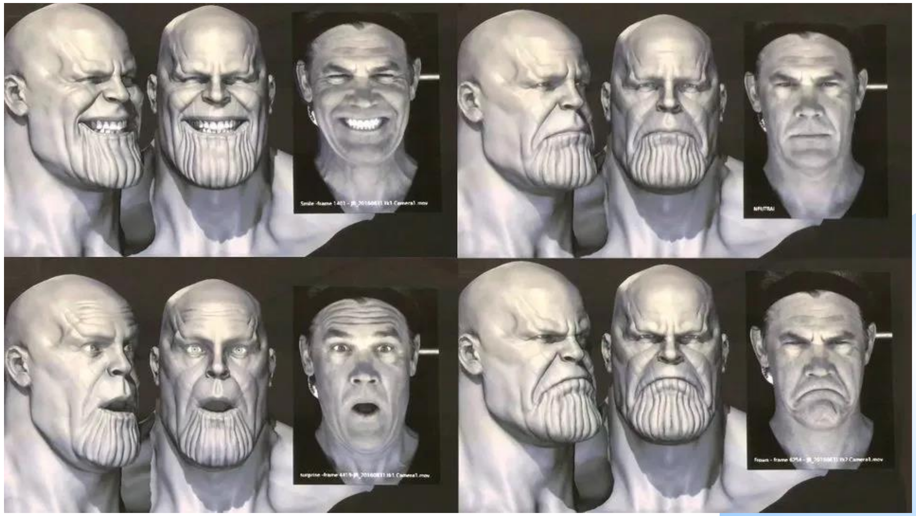
- La modélisation géométrique par croquis
- Les problèmes liés à la modélisation géométrique par croquis
- Notre méthode
- Nos résultats
- Conclusion

La modélisation géométrique par croquis

Les modèles 3D sont de plus en plus présents dans notre vie



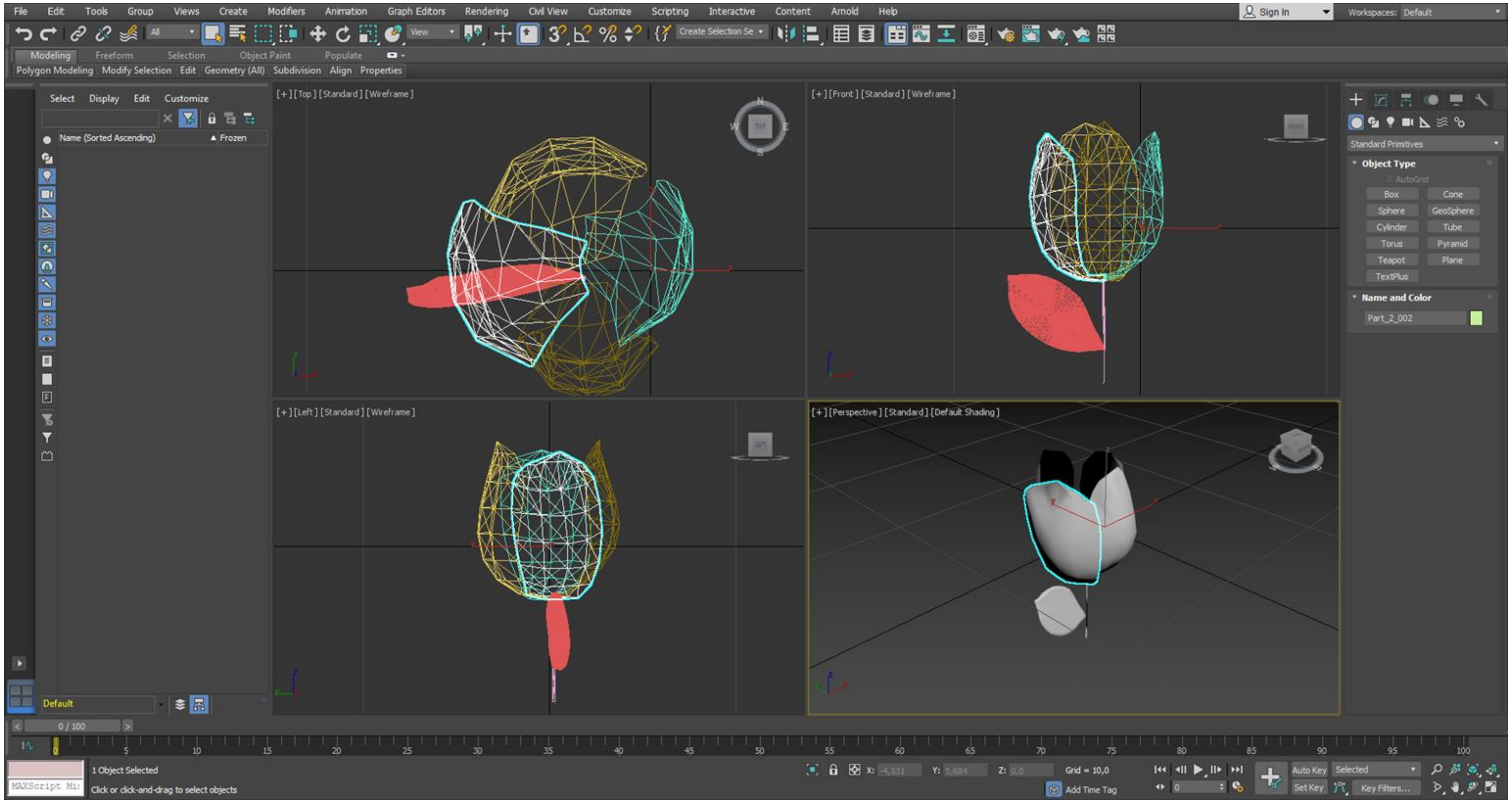




La modélisation géométrique par croquis

Modeleurs classiques : 3DS Max, Maya, Blender.

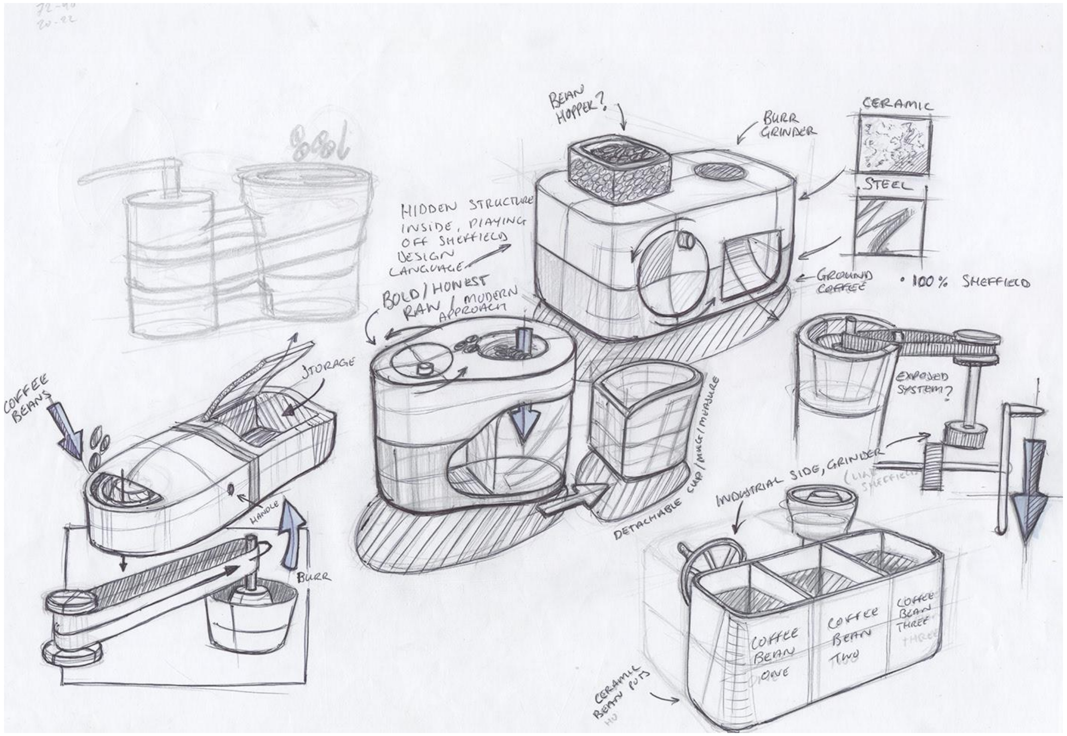
Requièrent des compétences spécifiques



La modélisation géométrique par croquis

Le dessin est un moyen naturel, rapide pour communiquer ces idées

Le dessin reste une des premières étapes du processus de conception.



Steel Coffee Mill, Concept Development Sketches (2015)

Tout le monde est capable de dessiner

La modélisation géométrique par croquis

Un moyen de passer directement d‘un croquis à un modèle 3D :

Gain de temps dans le processus de création

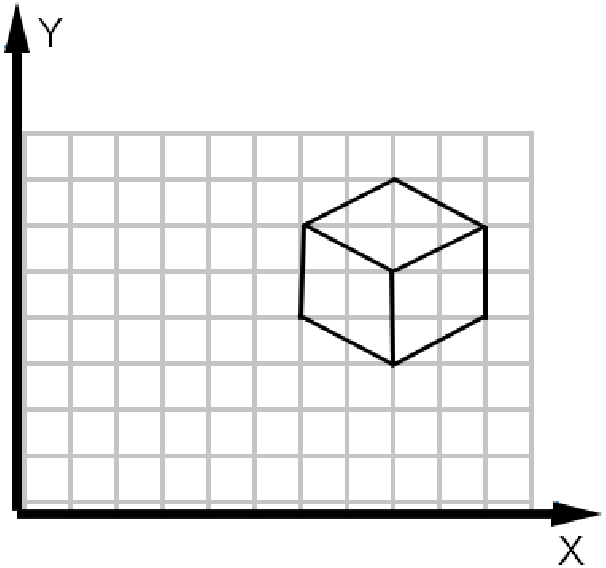
⟶ Suppression de l‘étape de modélisation manuelle

Rendre la modélisation 3D accessible à tout le monde

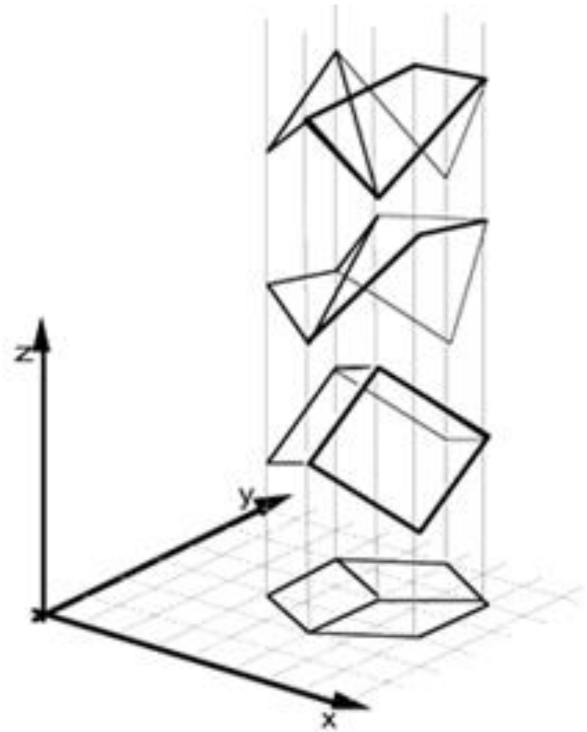
Les problèmes liés à la modélisation géométrique par croquis

Problème d'ambiguïté pour passer de la 2D à la 3D

⟶ Une infinité de modèles 3D pour une même projection 2D

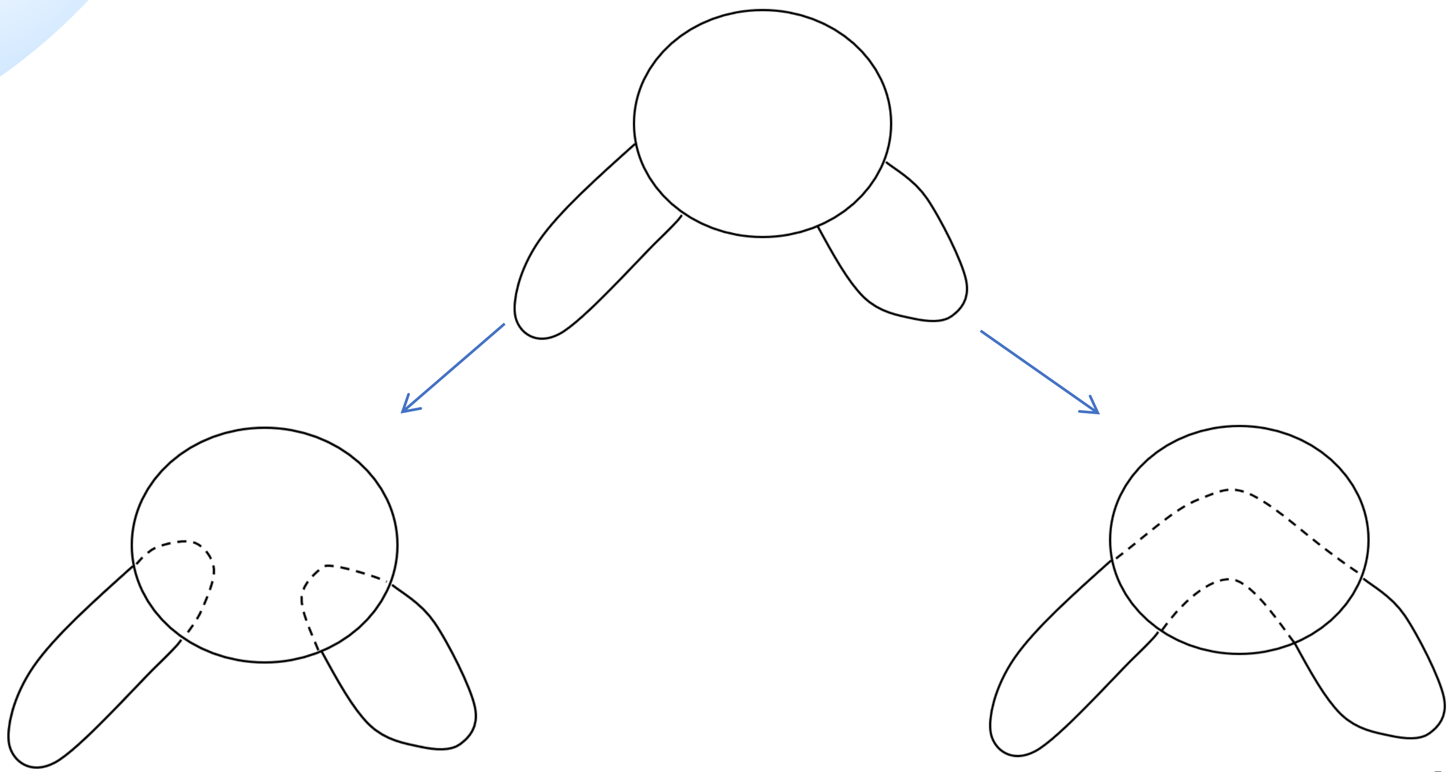


Z ?



Les problèmes liés à la modélisation géométrique par croquis

Calculer les parties cachées du dessin



2 jambes ?

Un boomerang cachée par une sphère ?

→ Un problème de ***sémantique***

„Qu‘est ce qui est dessiné ?“

Les problèmes liés à la modélisation géométrique par croquis

Pour résoudre ces problèmes, de nombreuses approches existent :

→ Utilisation de multiples dessins en entrées

Nécessite de savoir dessiner

→ Limitation sur la méthode

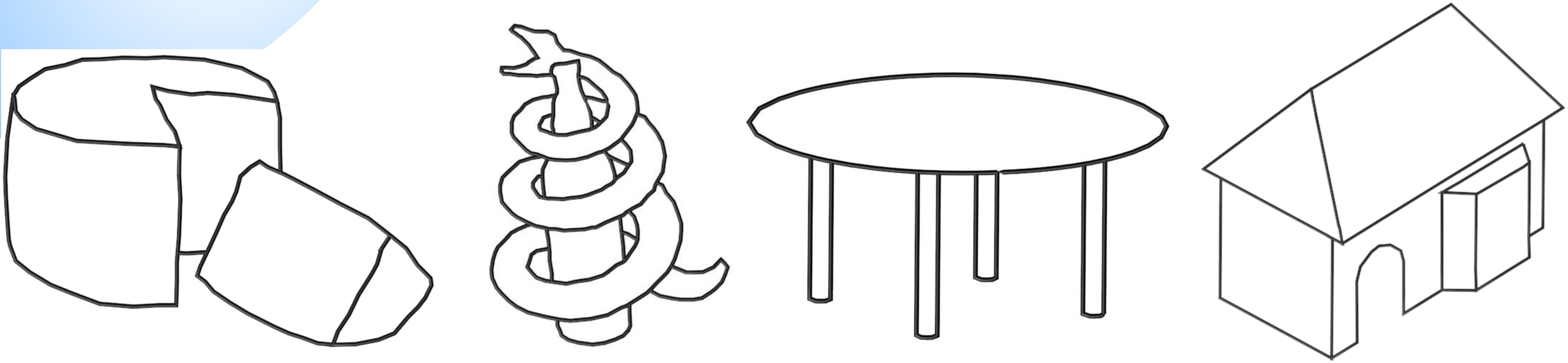
- l‘angle de vue du dessin
- le type d‘objets dessinés

→ Utiliser l‘intelligence artificielle

Spécifique à un type d‘objets

Notre méthode

Ne pas être limité à un type d'objet



Tout utilisateur doit pouvoir obtenir exactement ce qu'il veut

→ Garder la simplicité des méthodes basées sur les croquis

→ Avoir un contrôle équivalent à celui offert par les modeleurs 3D classiques

Notre méthode

Rendre le problème solvable nécessite d‘avoir des informations supplémentaires

Ne pas avoir d‘a priori

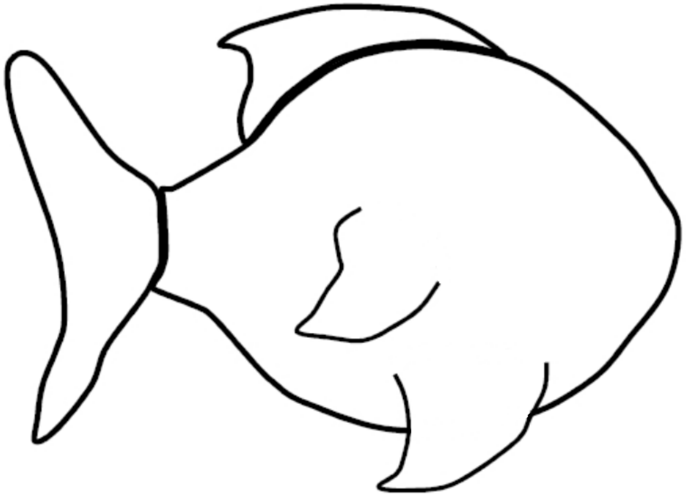
$\longrightarrow$ Pas d‘hypothèse sur la nature de l‘objet

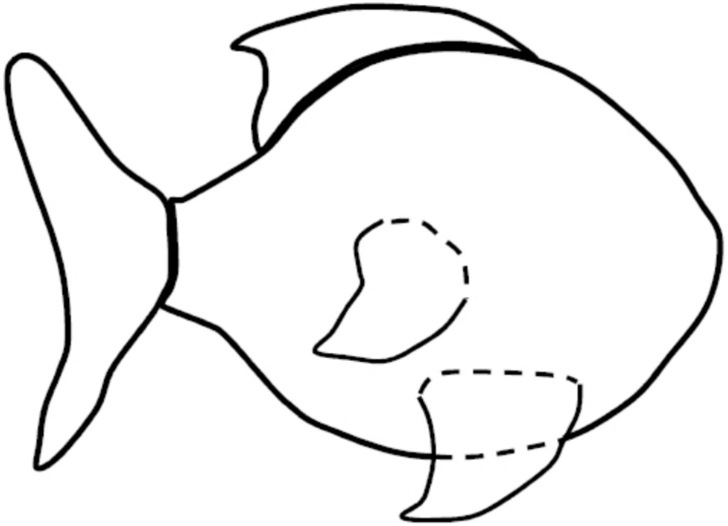
$\longrightarrow$ Pas d‘hypothèse sur l‘angle de vue

$\longrightarrow$ Pas de support 3D

Notre méthode

Notre solution : utiliser un style **Descriptif**





Représenter les parties cachées en pointillés

Un style naturel et simple à utiliser à la portée de tous

Donne des informations supplémentaires qui simplifient le problème

Notre méthode

Le dessin seul, même en style descriptif, ne donne pas toutes les informations requises

→ Demander à l‘utilisateur

→ Offre à l‘utilisateur un contrôle sur la reconstruction

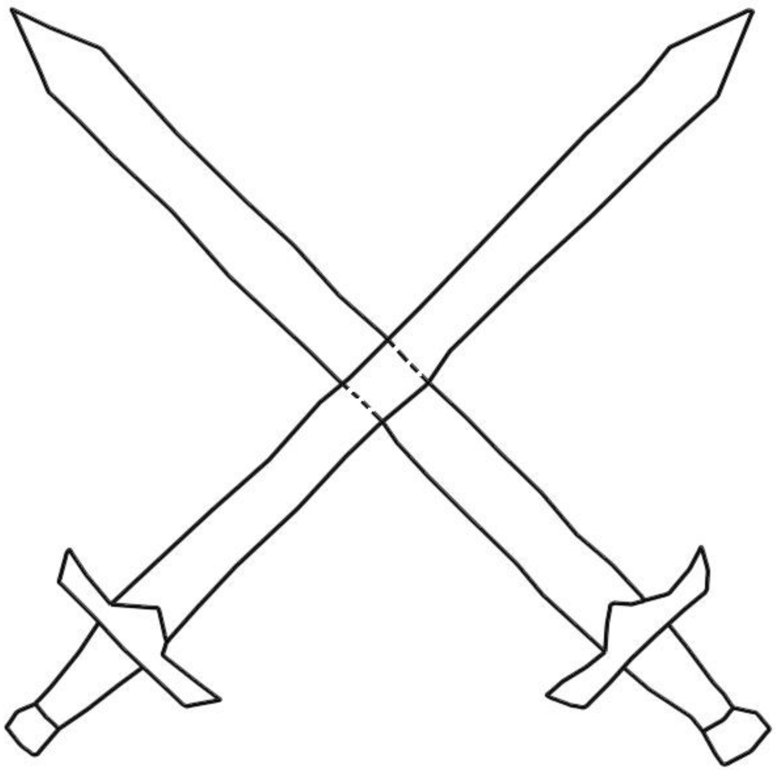
Les interactions doivent cependant rester simples et minimes

→ 1 interaction obligatoire avant la reconstruction

→ 4 types d‘interaction optionnelle avant ou après la première reconstruction

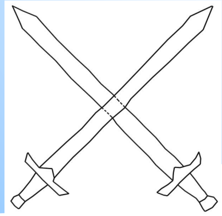
→ 1 interaction optionnelle après la reconstruction

Notre méthode



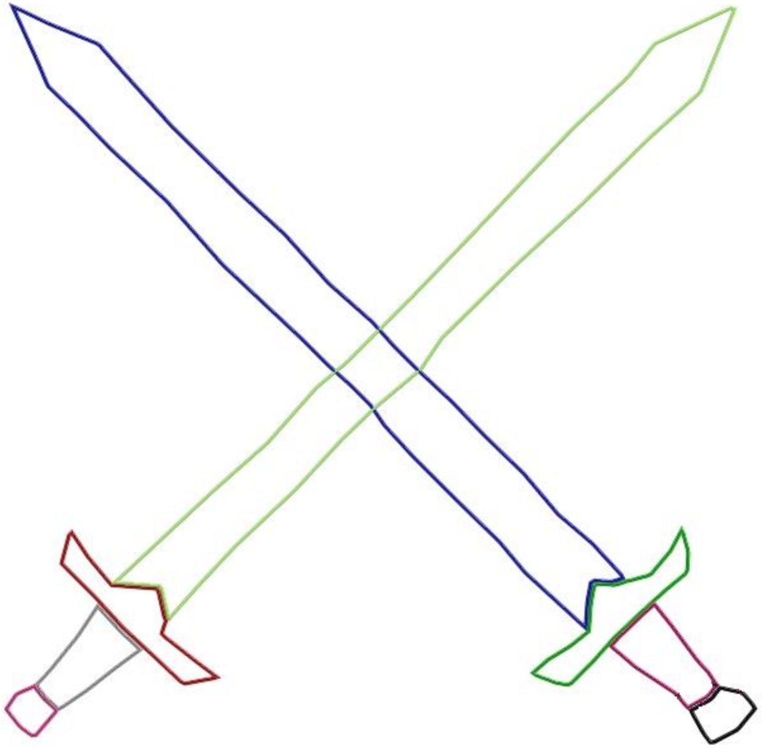
Dessin de l'utilisateur

Notre méthode



Dessin de
l‘utilisateur

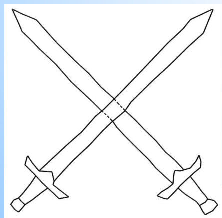
→



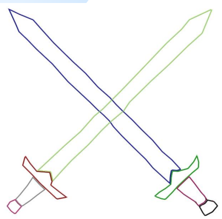
→ Sémantique

Regroupement par l‘utilisateur

Notre méthode



Dessin de l'utilisateur



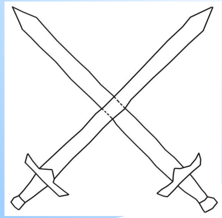
Regroupement par l'utilisateur

Expression sous le forme d'un problème d'optimisation quadratique avec contraintes

$$\min_{Z} \left\| \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \cdot R_{C3D,j} \cdot Z \right\|^2 \ tel \ que \ \left\{ \begin{array}{rcl} M_{\mathrm{eq}} \cdot Z & = & Z_{\mathrm{eq}} \\ M_{\mathrm{ineq}} \cdot Z & < & D_{\mathrm{ineq}} \end{array} \right.$$

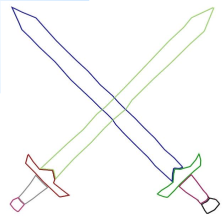
Ensemble des coordonnées Z des points de nos courbes

Notre méthode



→

Dessin de l‘utilisateur



→

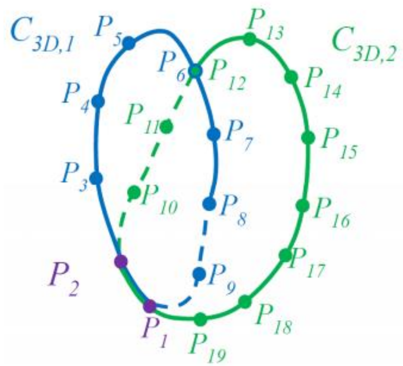
Regroupement par l‘utilisateur

Expression sous le forme d‘un problème d‘optimisation linéaire avec contraintes

$$\min_{Z} \| \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \cdot R_{C3D,j} \cdot Z \|^2 \ tel\ que \ \begin{cases} M_{\text{eq}} \cdot Z & = & Z_{\text{eq}} \\ M_{\text{ineq}} \cdot Z & < & D_{\text{ineq}} \end{cases}$$

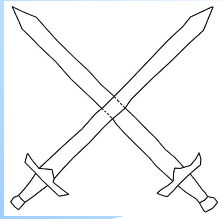
↑

Règle de planarité



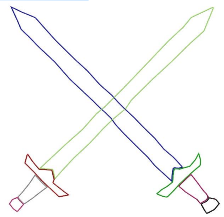
	Matrix $R_{i:i+3}$ in Eq. (1)	Points used for computing $R_{i:i+3}$
$C_{3D,1}$	$R_{1:4}$	P_1, P_2, P_3, P_4
	$R_{2:5}$	P_2, P_3, P_4, P_5
	...	...
	$R_{9:3}$	P_9, P_1, P_2, P_3
$C_{3D,2}$	$R_{1:11}$	P_1, P_2, P_{10}, P_{11}
	$R_{2:12}$	P_2, P_{10}, P_{11}, P_{12}
	...	...
	$R_{19:10}$	P_{19}, P_1, P_2, P_{10}

Notre méthode



Dessin de l‘utilisateur

$\longrightarrow$



Regroupement par l‘utilisateur

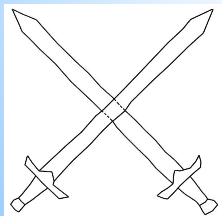
$\longrightarrow$

Expression sous le forme d‘un problème d‘optimisation linéaire avec contraintes

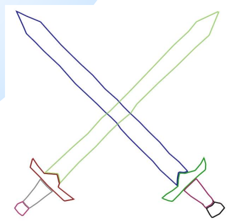
$$\min_{Z} \| \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \cdot R_{C3D,j} \cdot Z \|^2 \ tel\ que \ \left\{ \begin{array}{rcl} M_{\mathrm{eq}} \cdot Z & = & Z_{\mathrm{eq}} \\ M_{\mathrm{ineq}} \cdot Z & < & D_{\mathrm{ineq}} \end{array} \right.$$

Coefficient de force modifiable $\longrightarrow$ Coefficient de rigidité

Notre méthode



$\longrightarrow$



$\longrightarrow$

Dessin de l'utilisateur

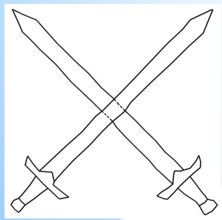
Regroupement par l'utilisateur

Expression sous le forme d'un problème d'optimisation linéaire avec contraintes

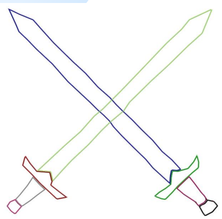
$$\min_{Z} \| \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \cdot R_{C3D,j} \cdot Z \|^2 \; tel \; que \; \underbrace{\left\{ \begin{array}{rcl} M_{\mathrm{eq}} \cdot Z & = & Z_{\mathrm{eq}} \\ M_{\mathrm{ineq}} \cdot Z & < & D_{\mathrm{ineq}} \end{array} \right.}$$

-Contraintes utilisateur
-Contraintes de profondeur

Notre méthode



Dessin de l'utilisateur



Regroupement par l'utilisateur

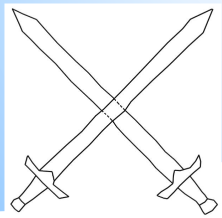
Expression sous le forme d'un problème d'optimisation linéaire avec contraintes

$$\min_{Z} \| \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \cdot R_{C3D,j} \cdot Z \|^2 \; tel \; que \; \begin{cases} M_{\text{eq}} \cdot Z & = & Z_{\text{eq}} \\ M_{\text{ineq}} \cdot Z & < & D_{\text{ineq}} \end{cases}$$

Solveur moindres carrés

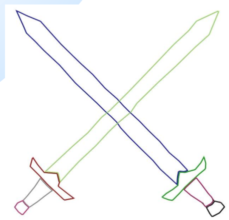
$\longrightarrow$ Interior point algorithm (Implémenté sous MATLAB)

Notre méthode



Dessin de l'utilisateur

→

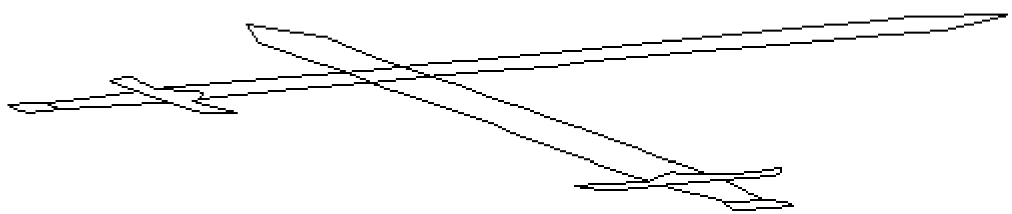


Regroupement par l'utilisateur

→

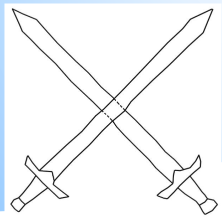
Problème d'optimisation

→

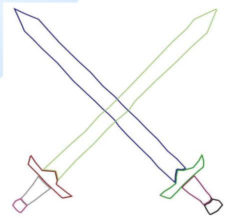


Premier résultat : Courbes placées en 3D

Notre méthode

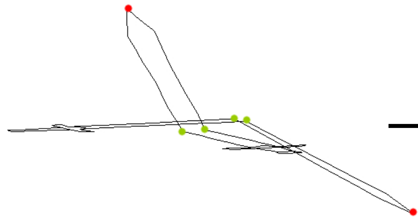


Dessin de
l'utilisateur



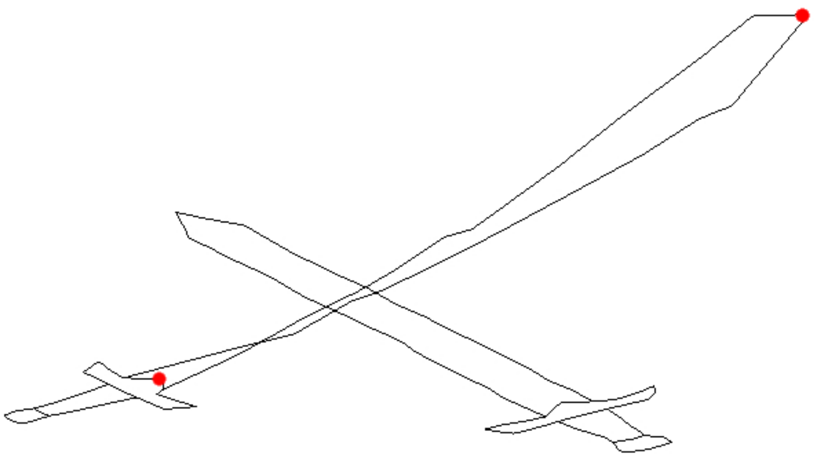
Regroupement par
l'utilisateur

Problème
d'optimisation

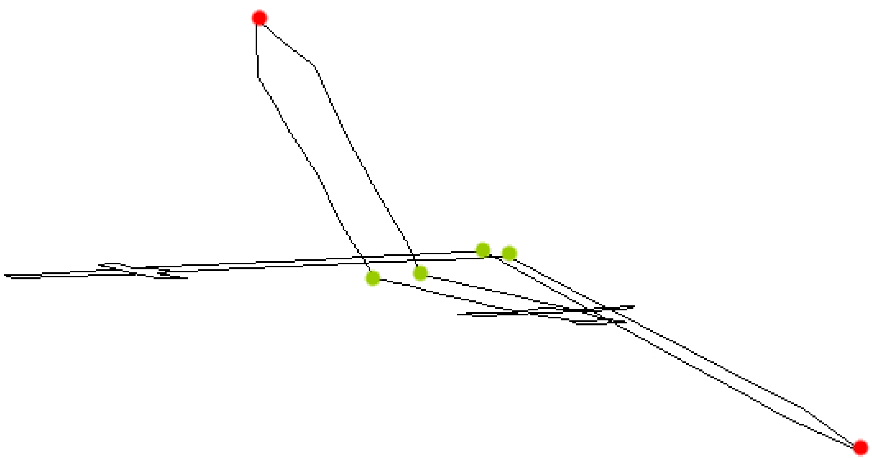


Courbes 3D

L'utilisateur dispose d'outil pour modifier le résultat

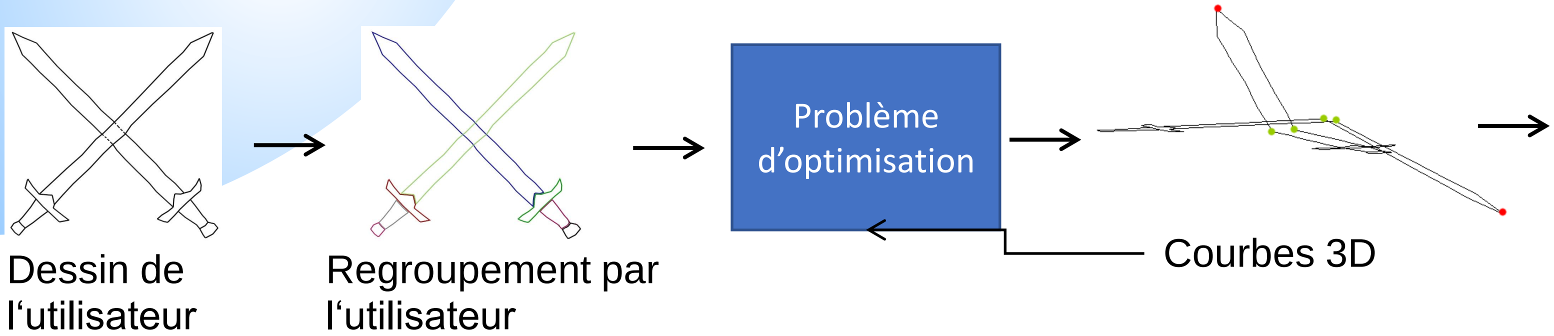


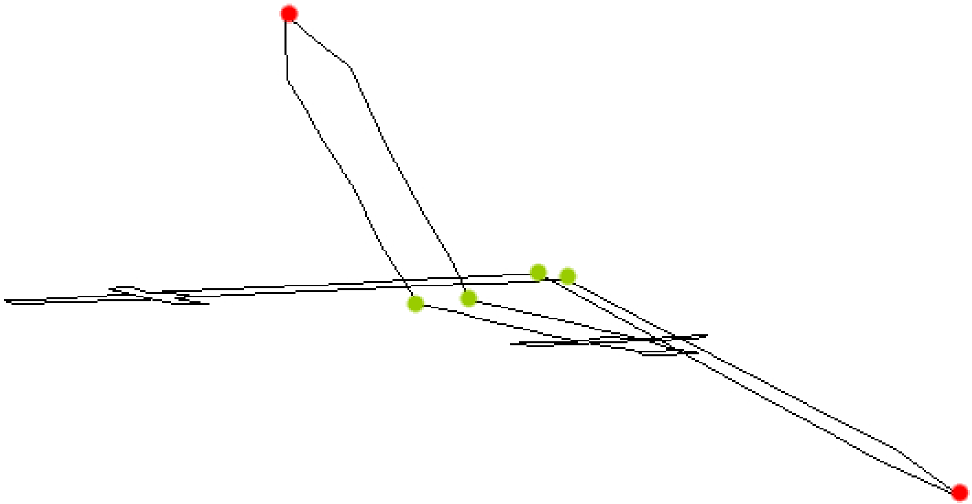
Contraintes de positions



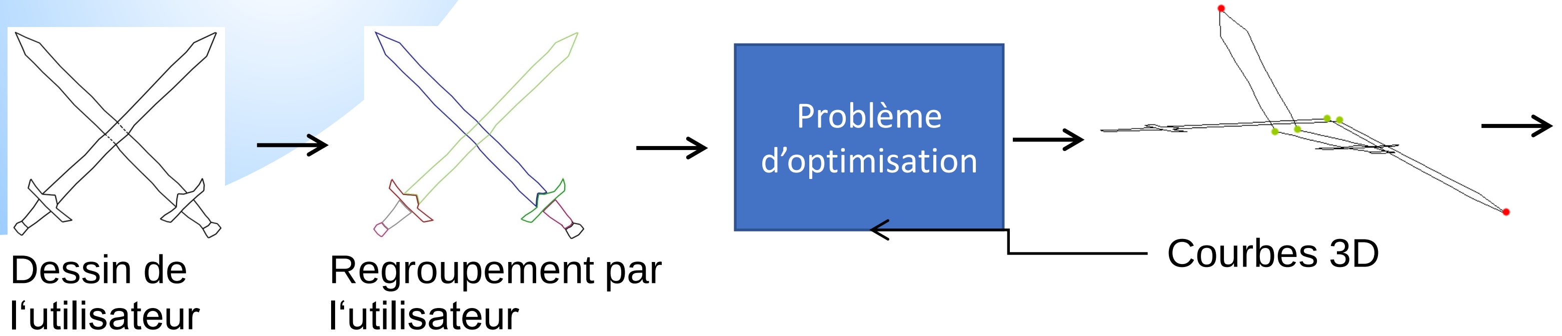
Points d'angles

Notre méthode



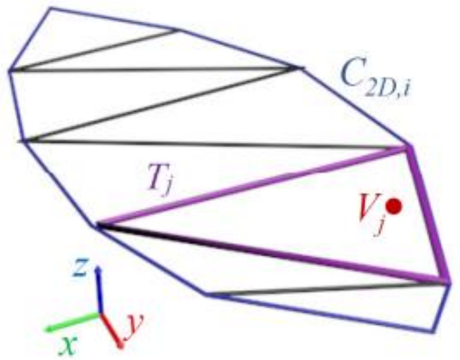


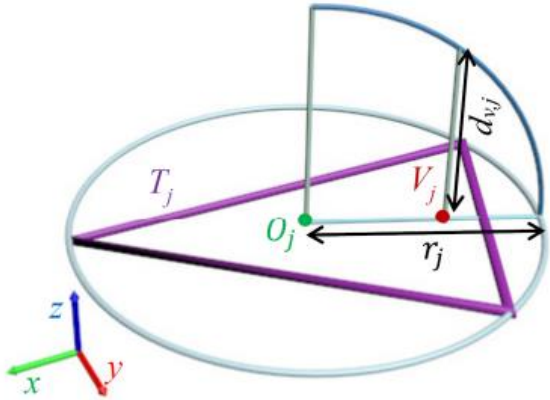
Notre méthode



Génération de 2 surfaces patchs par courbe 3D

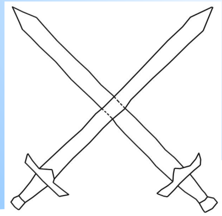
Inflation calculée par le biais d'une triangulation de delaunay



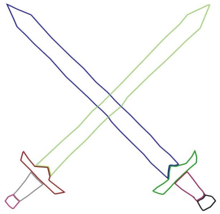


$$d_{V,j} = \sqrt{r_j^2 - \left\| O_j - V_j \right\|^2}$$

Notre méthode

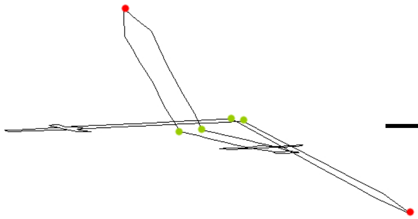


Dessin de l‘utilisateur

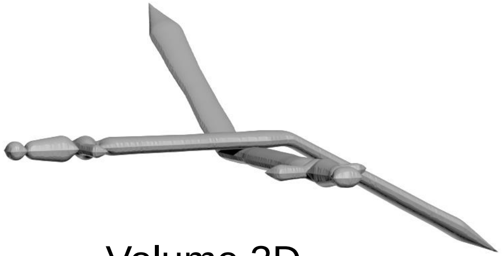


Regroupement par l‘utilisateur

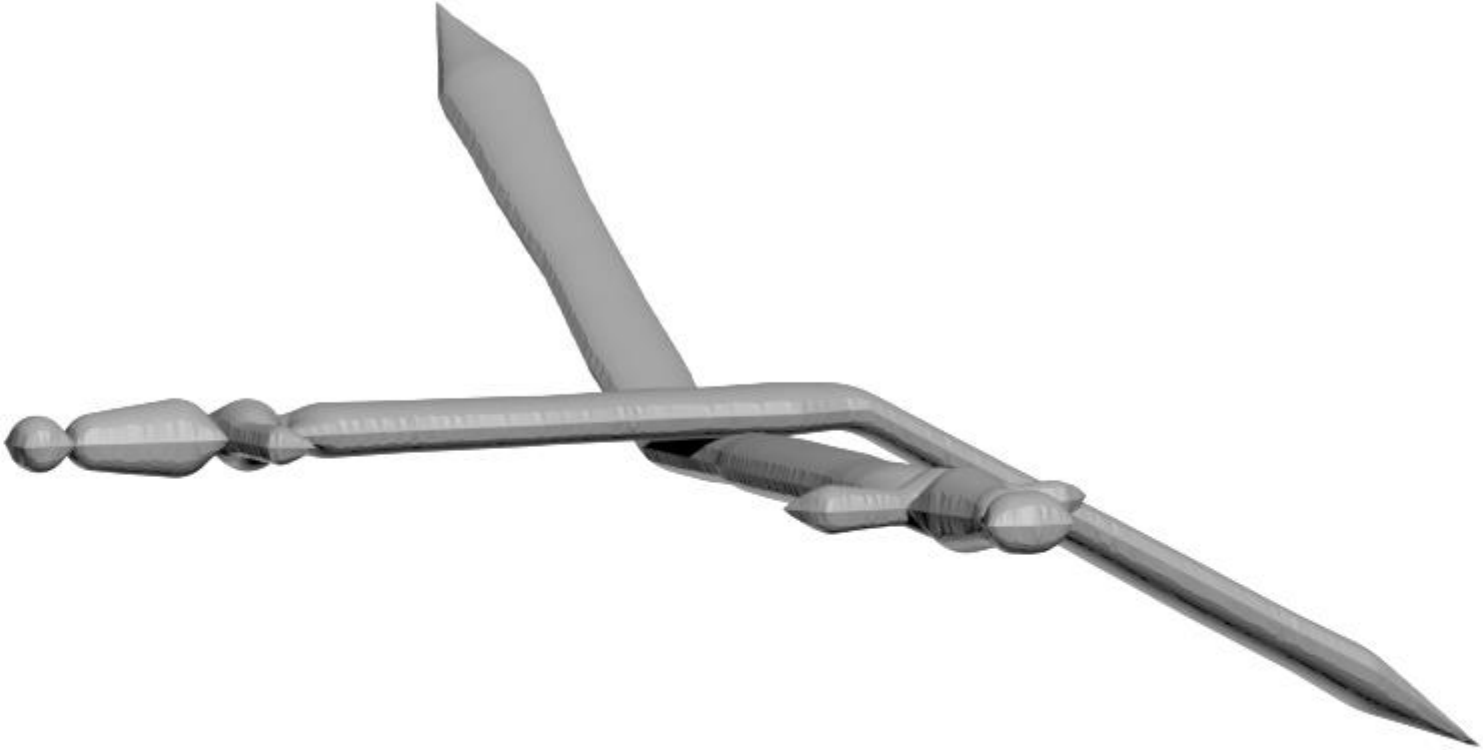
Problème d’optimisation



Courbes 3D

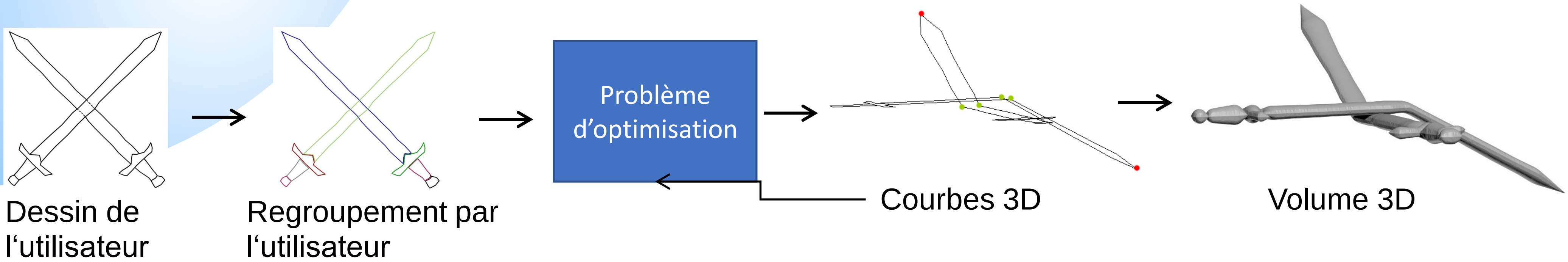


Volume 3D



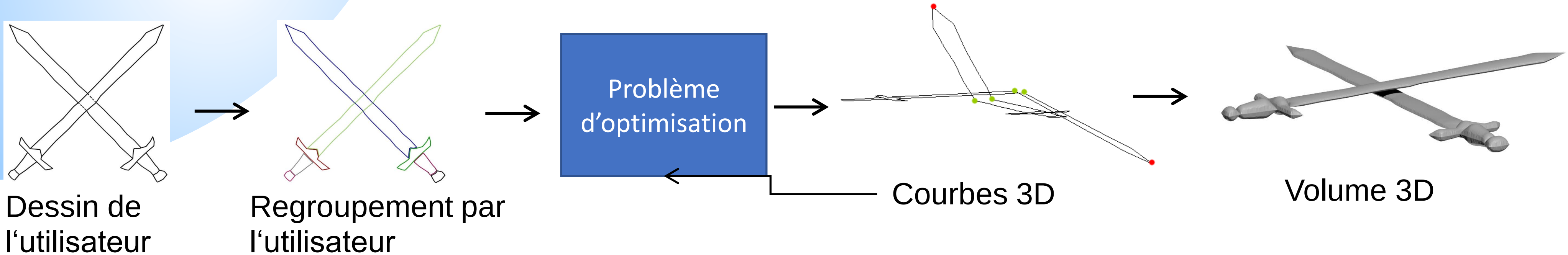
Inflation pour créer un volume 3D

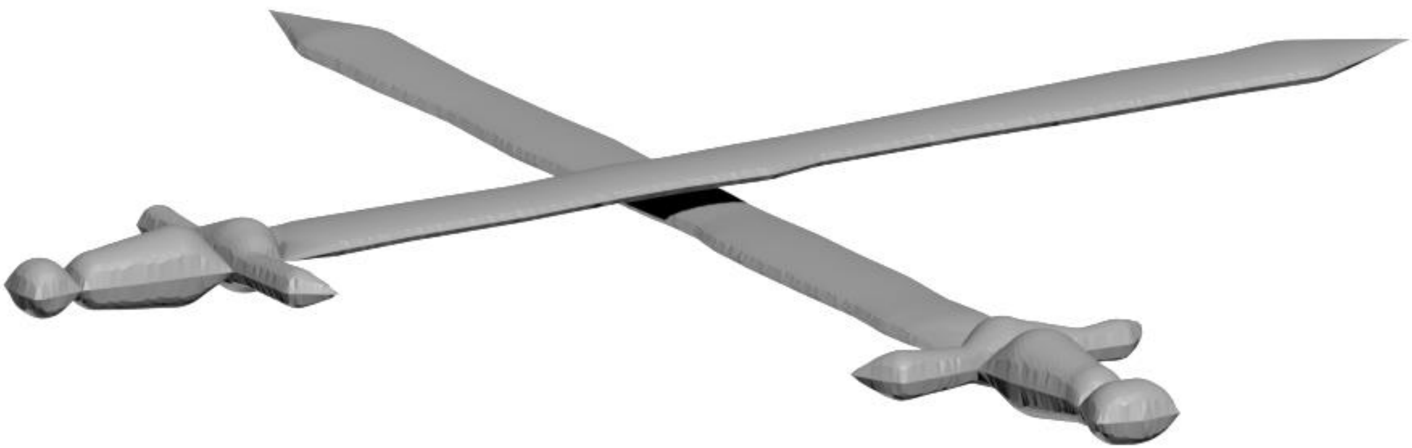
Notre méthode



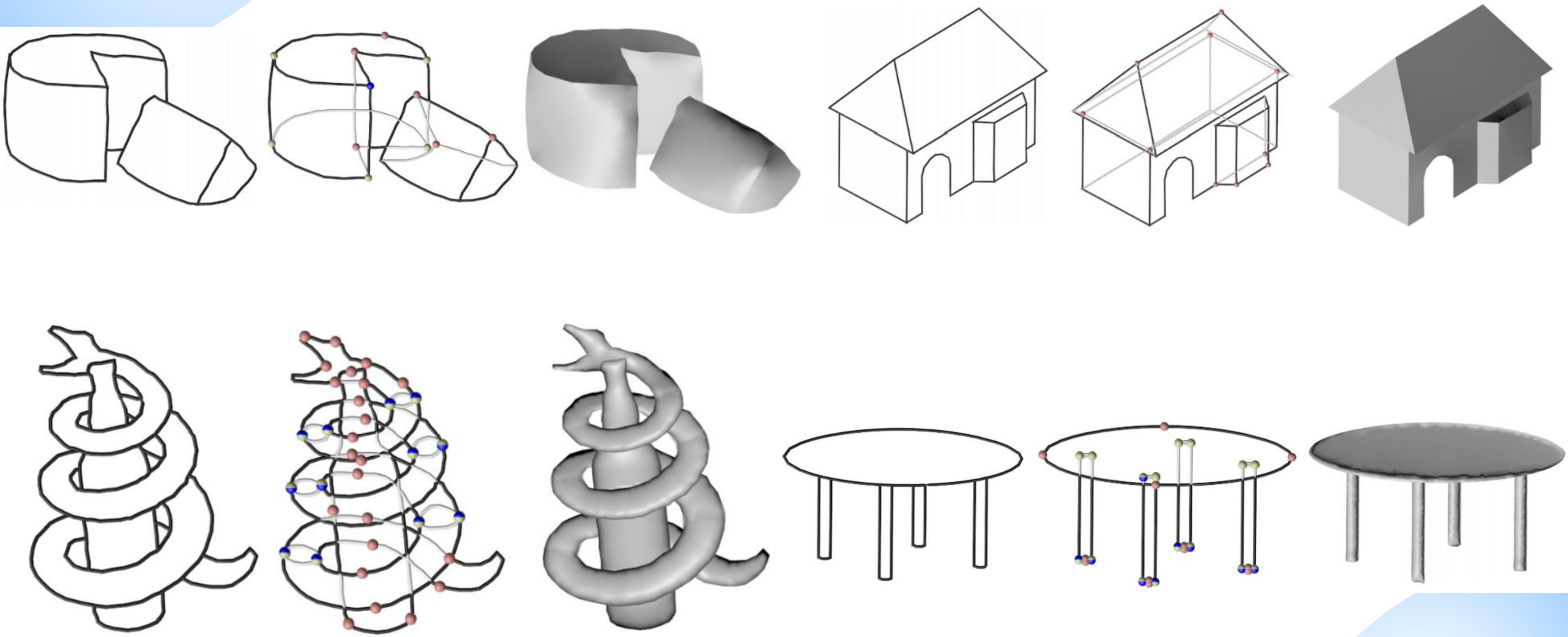
Contrôle de l'épaisseur par l'utilisateur

Notre méthode

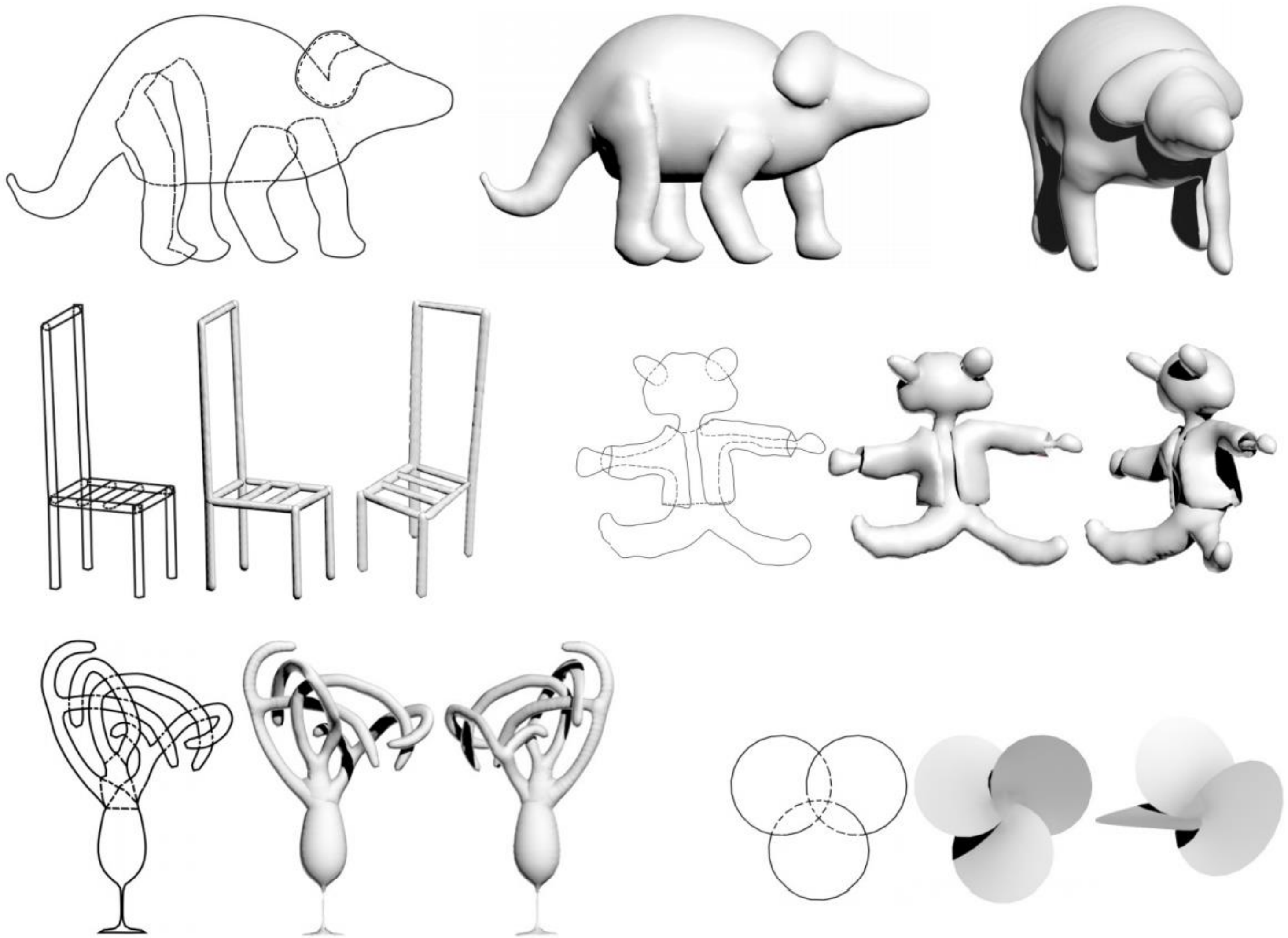




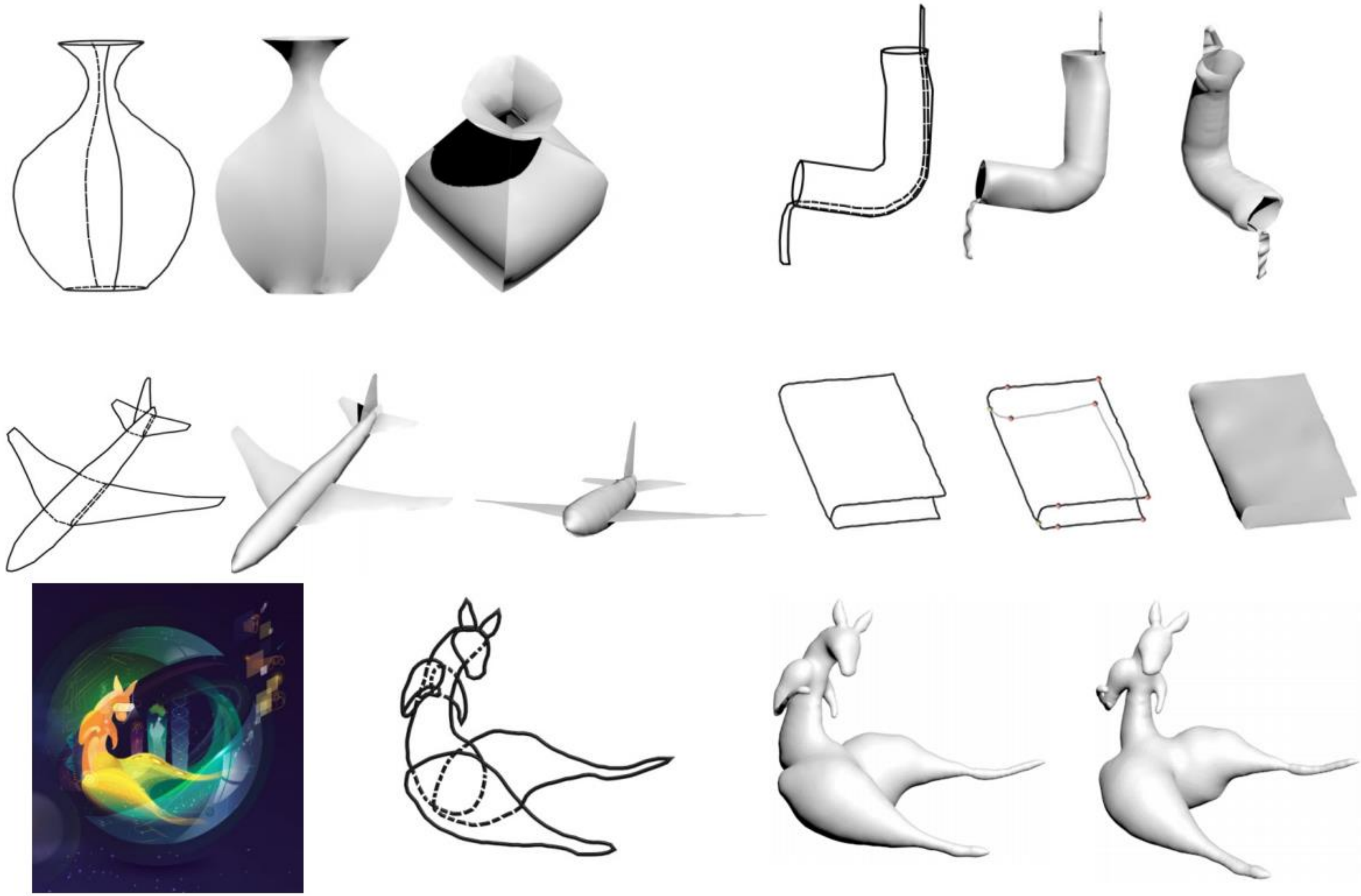
Nos résultats



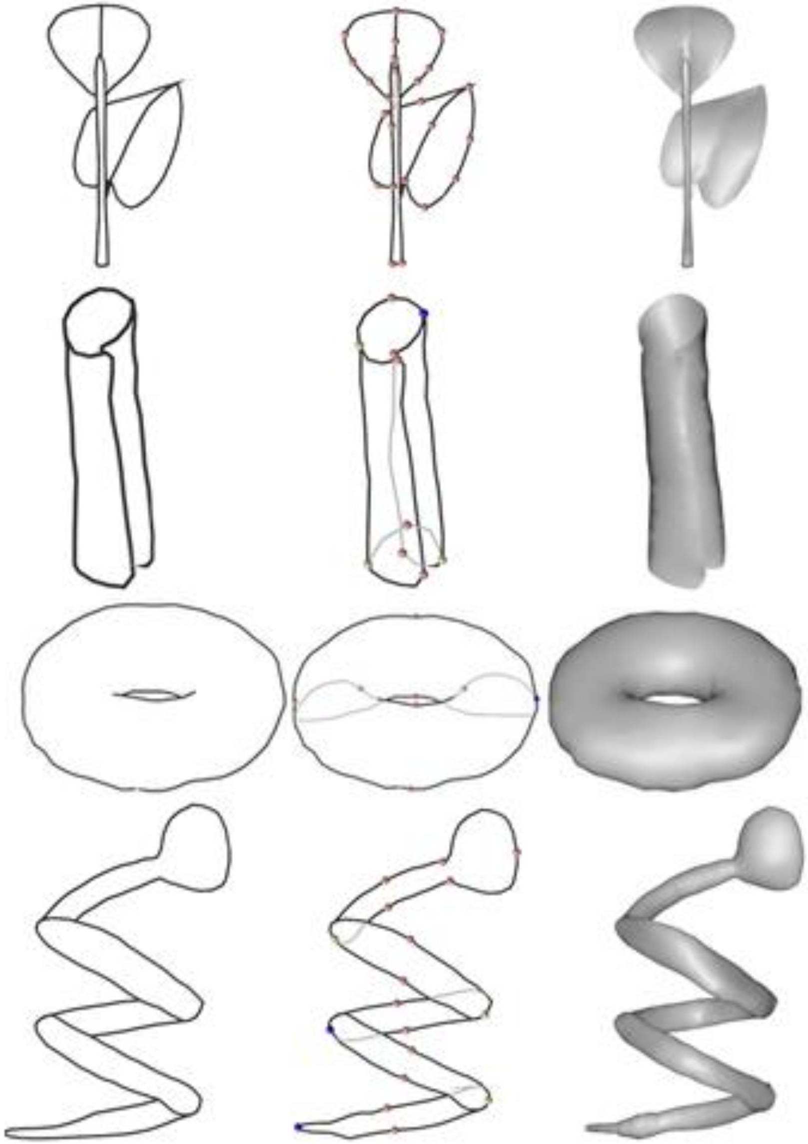
Nos résultats



Nos résultats



Nos résultats



Conclusion

L’utilisateur dispose d’un contrôle total sur le résultat obtenu

Capable de reconstruire une grande variété de formes

$\longrightarrow$ Pas de restriction sur la nature de l‘objet

$\longrightarrow$ Pas de restriction sur l‘angle de vue

$\longrightarrow$ Pas de restriction sur le genre

$\longrightarrow$ Reconstruit les formes complexes

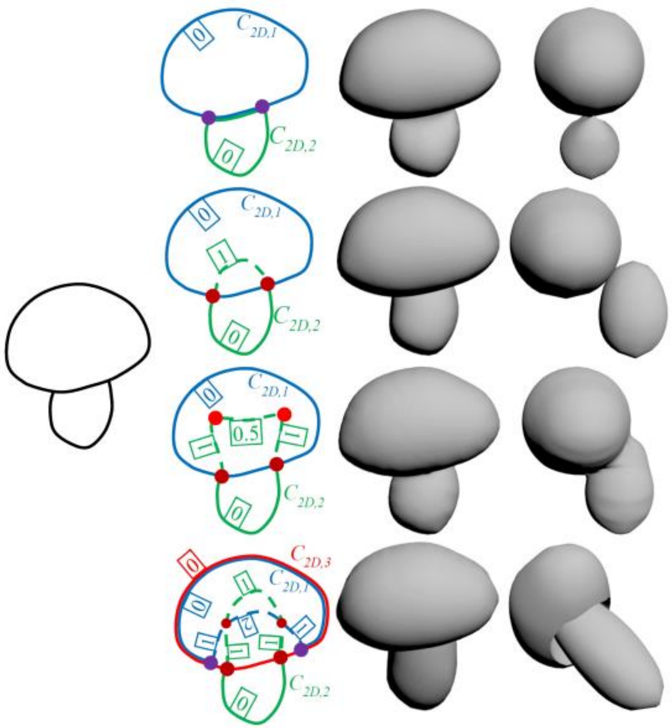
Temps d’apprentissage et de reconstruction plus faible que pour un modeleur classique

Conclusion

Pas automatique

$\longrightarrow$ Interactions en 3D

La façon de dessiner et regrouper n’est pas toujours évidente pour tout le monde



Le problème d’une reconstruction de formes libres pleinement automatique reste donc ouvert.

Merci de votre attention

Avez-vous des questions ?