



Modélisation géométrique par croquis

Présenté par : Cédric Bobenrieth

Travaux réalisés avec : Hyewon Seo, Frédéric Cordier, Arash Habibi

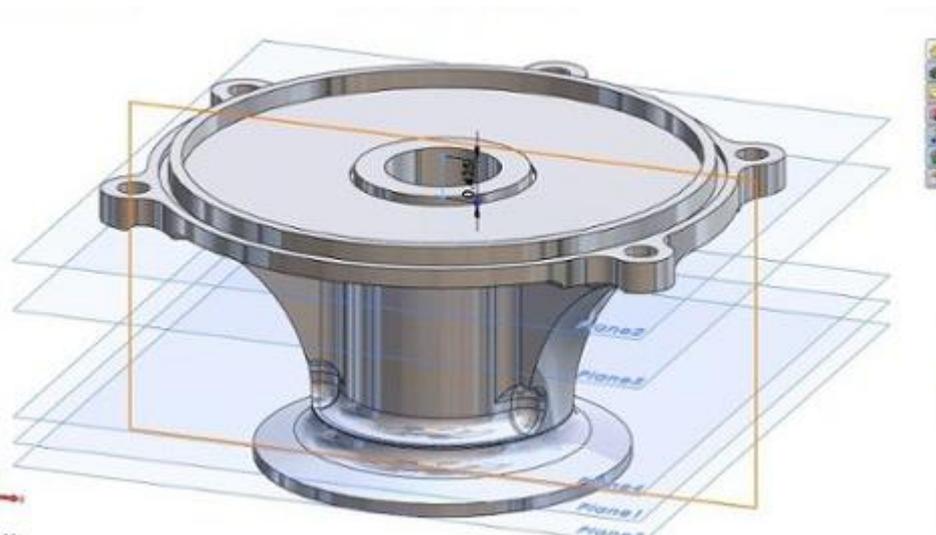
Sommaire

- 1 Contexte
 - Problématique
 - Types de méthodes existantes
 - 2 Reconstruction 3D de Fleurs à partir de croquis
 - Problématique
 - Notre méthode
 - Résultats
 - Limitations
 - 3 Modélisation géométrique de formes libres
 - Problématique
 - Descriptive
 - Étude utilisateur
 - Résultats et discussion
 - 4 Conclusion
 - Bilan
 - Perspectives
-
- Aujourd'hui
- Prochaine séance

Problématique

Besoin de modèles 3D

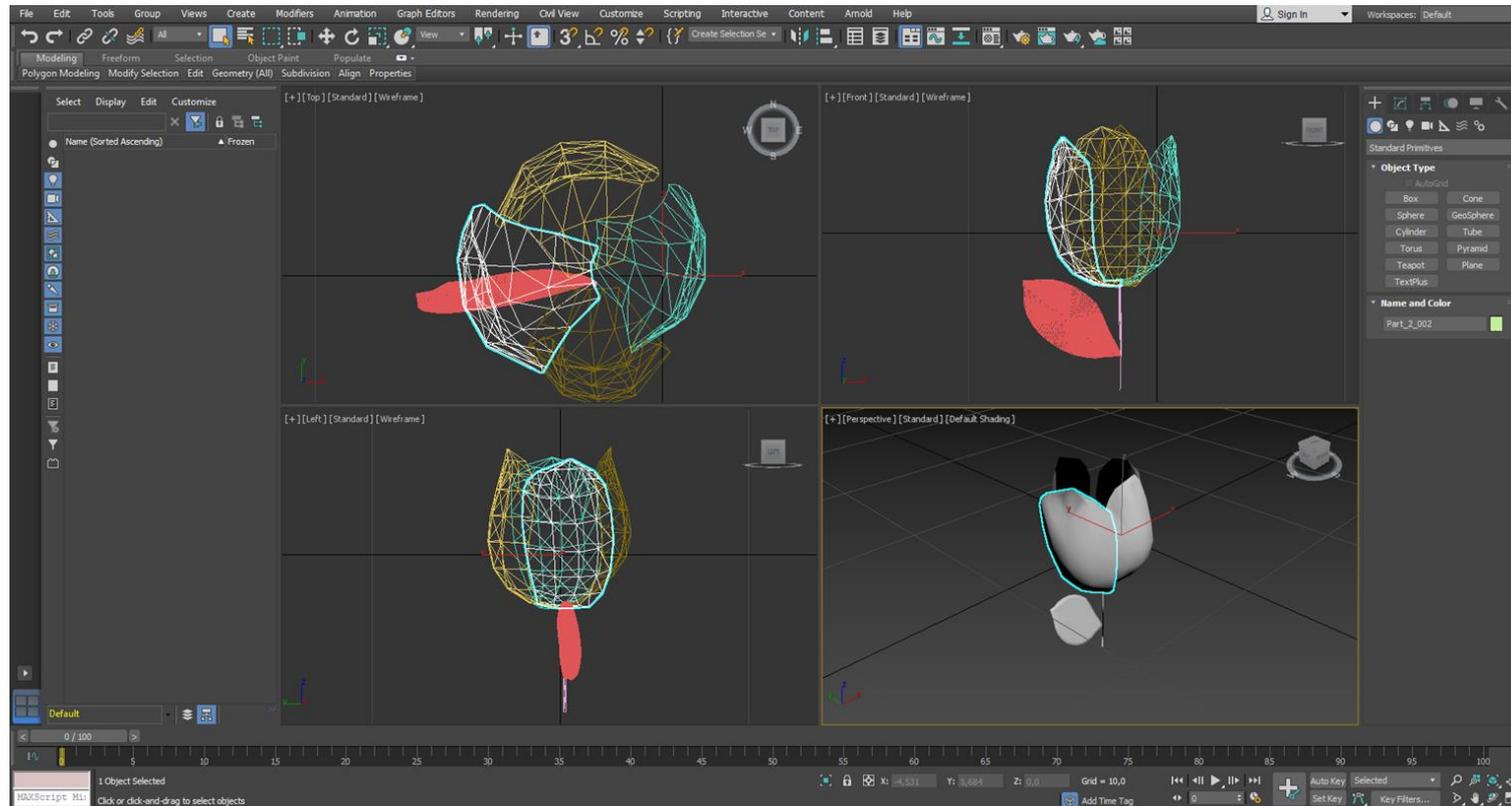
- Les modèles 3D sont de plus en plus présents dans notre vie



Problématique

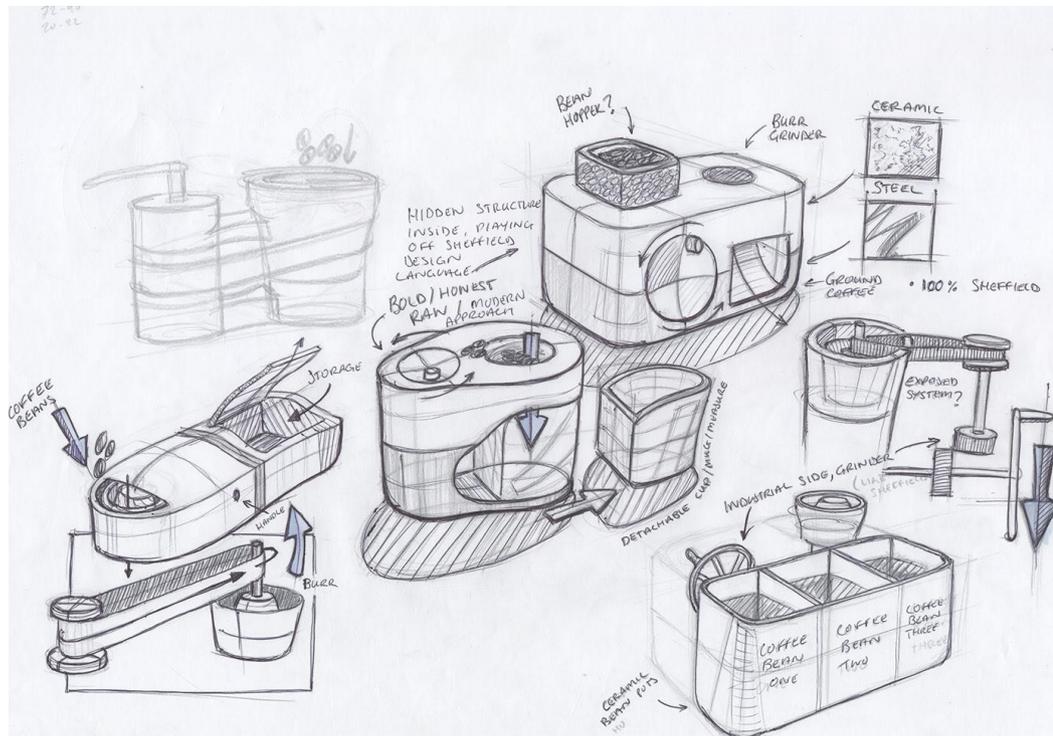
Des outils complexes

- Modeleurs classiques : 3DS Max, Maya, Blender.
- Requièrent des compétences spécifiques



Le dessin

- Tout le monde est capable de dessiner
- Tout le monde peut se représenter mentalement en 3D
- Le dessin reste une des premières étapes du processus de conception.



Steel Coffee Mill, Concept Development Sketches (2015)

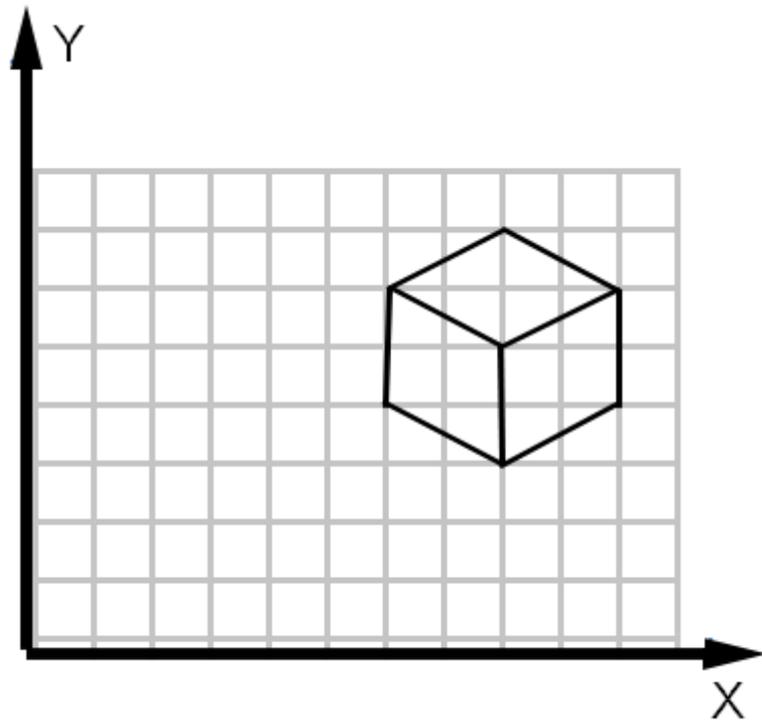
Modélisation par croquis

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

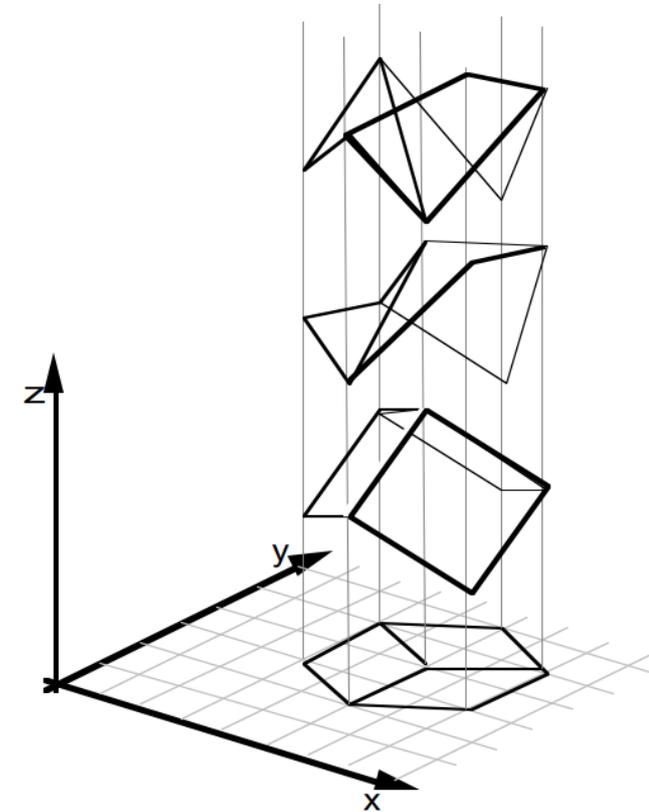
- Gain de temps dans le processus de création
 - Suppression de l'étape de modélisation manuelle
- Rendre la modélisation 3D accessible à tout le monde

Difficultés

- Problème d'ambiguïté pour passer de la 2D à la 3D
 - Une infinité de modèles 3D pour une même projection 2D

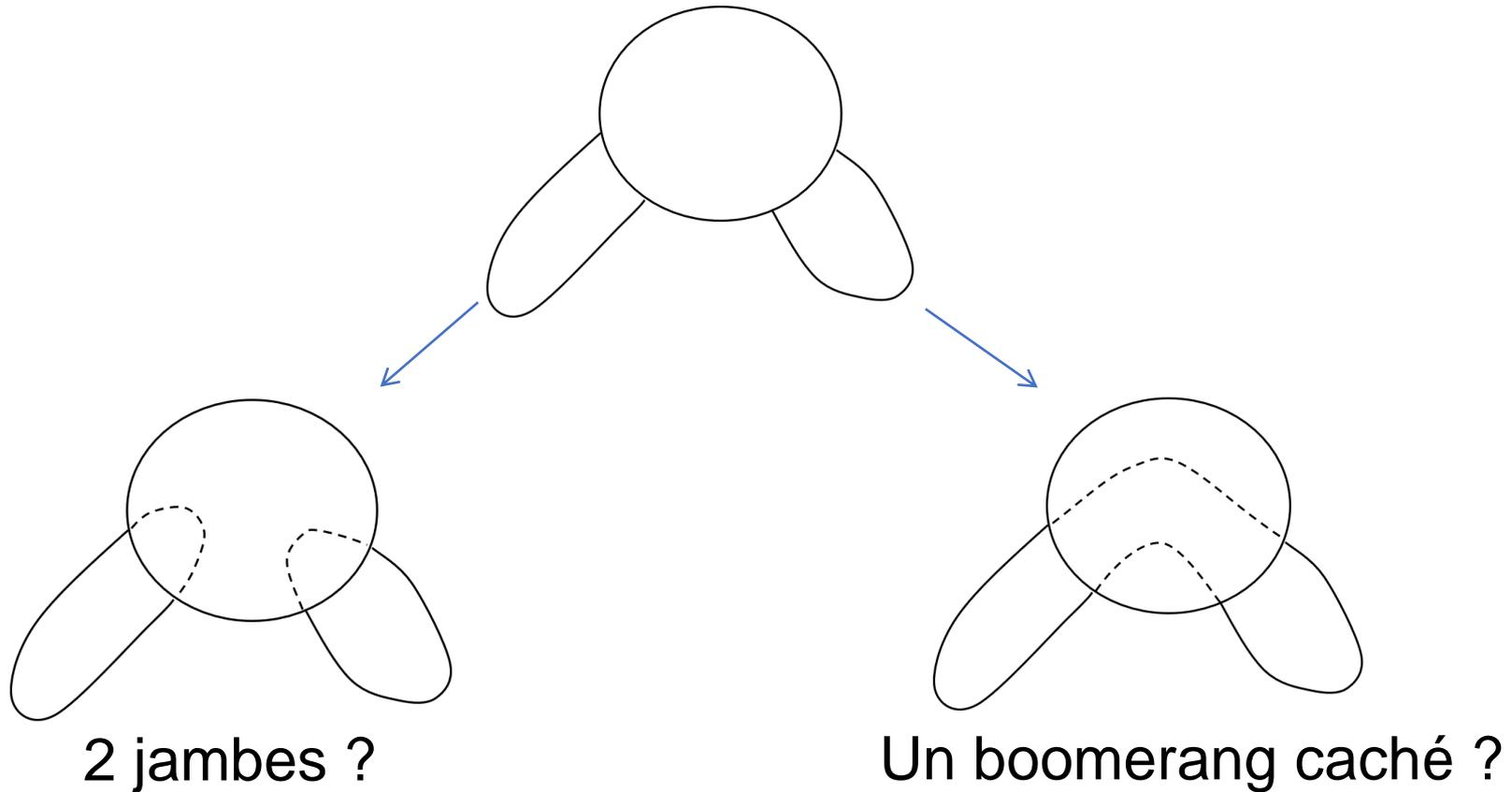


Z ?



Difficultés

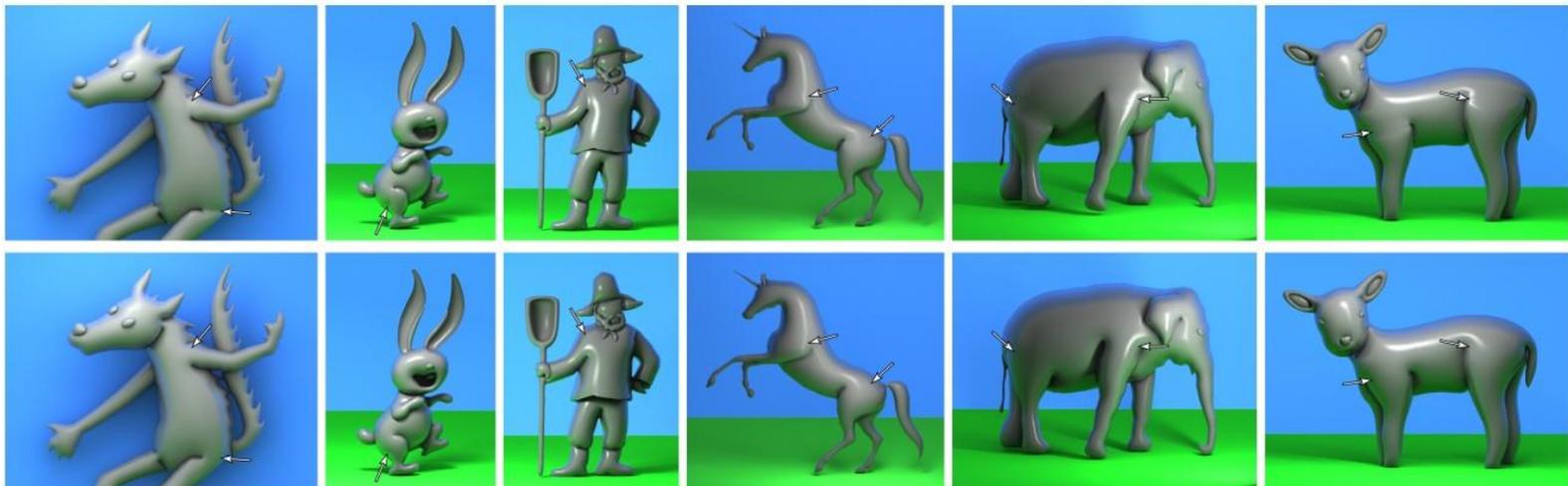
- Calculer les parties cachées du dessin



→ Un problème de **sémantique** „Qu'est ce qui est dessiné ?“

Objectif restreint

- Ne pas chercher une modélisation 3D complète pour faciliter la résolution des problèmes
- Modélisation géométrique de reliefs
 - Permettre un rendu 3D
 - Limité à un point de vue



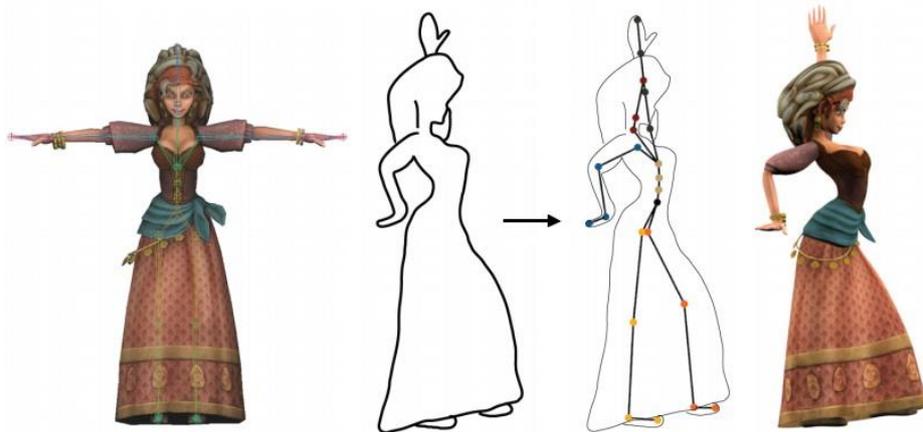
Ink-and-ray (Sykora et al. 2014), Seamless Reconstruction of Part-Based High-Relief Models from Hand-Drawn Images (Dvorožňák et al. 2018)

Objectif restreint

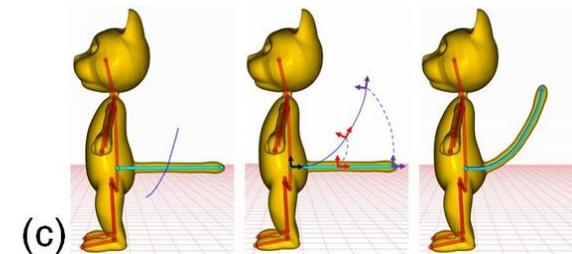
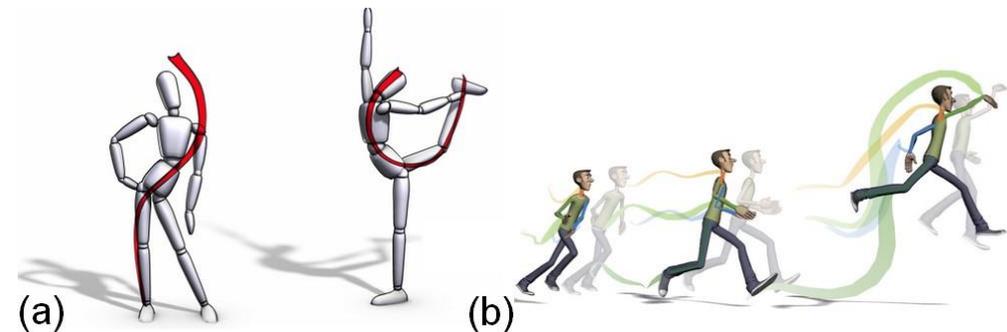
- Ne pas chercher une modélisation 3D complète pour faciliter la résolution des problèmes

- Modification de la posture d'un modèle 3D

—————> Modèle 3D donné en entrée



Gesture3D (Bessmeltsev et al. 2016)



(a) The Line of Action (Guay et al. 2013) , (b) SketchiMo (Choi et al. 2016) et (c) Differential blending for Expressive Sketch-Based Posing (Öztireli et al. 2016)

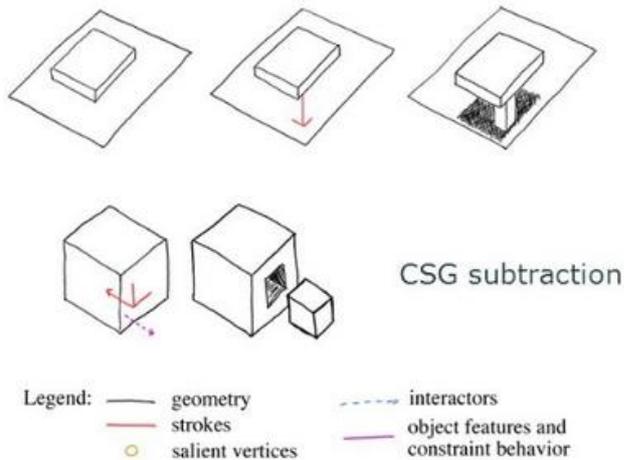
Types de méthodes existantes

Utilisation de données supplémentaires

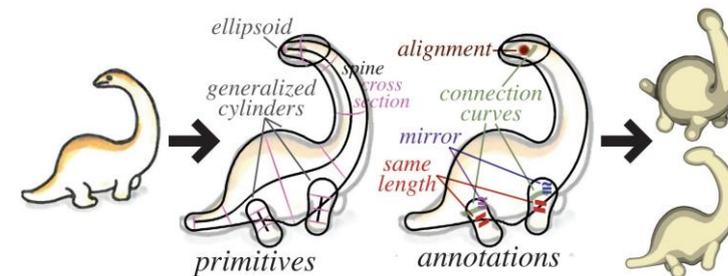
- Comblent le manque d'informations d'un croquis par des données en entrée supplémentaires

- Gestuelle

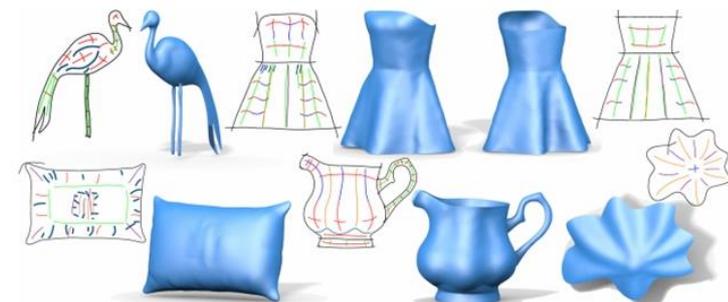
→ Un ensemble de tracés interprété par le programme comme des commandes/indications



SKETCH (Zelevnik et al. 1996)



Structured Annotations for 2D-to-3D modeling (Gingold et al. 2009)

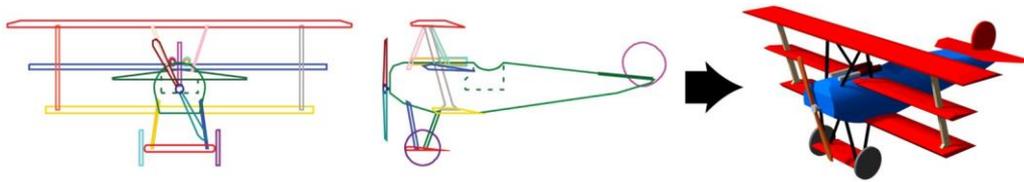


BendSketch (Li et al. 2017)

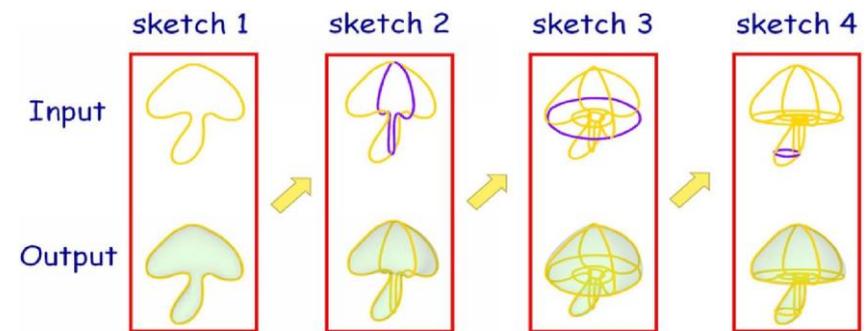
Types de méthodes existantes

Utilisation de données supplémentaires

- Comblent le manque d'informations d'un croquis par des données en entrée supplémentaires
- Multiples croquis
 - Même dessin/dessin incrémental sous plusieurs angles de vues
 - Résout le problème des parties cachées
 - Donne des informations de profondeur



3D modeling with silhouettes (Rivers et al. 2017)

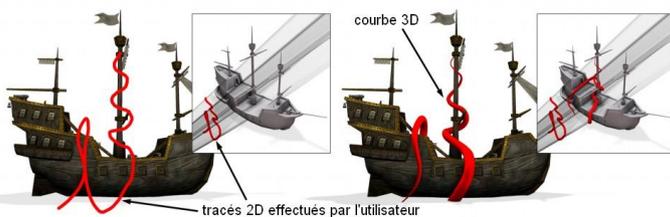


Progressive sketching with instant previewing (Wang et al. 2019)

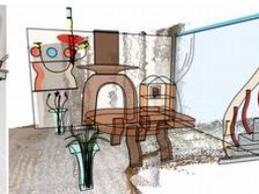
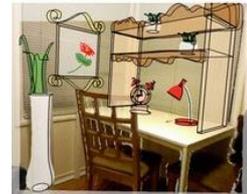
Types de méthodes existantes

Utilisation de données supplémentaires

- Comblent le manque d'informations d'un croquis par des données en entrée supplémentaires
- Des données 3D comme support
 - Donne une position 3D initiale
 - Détecter plus facilement des caractéristiques dans le dessin



Skippy (Vojtěch et al. 2017)

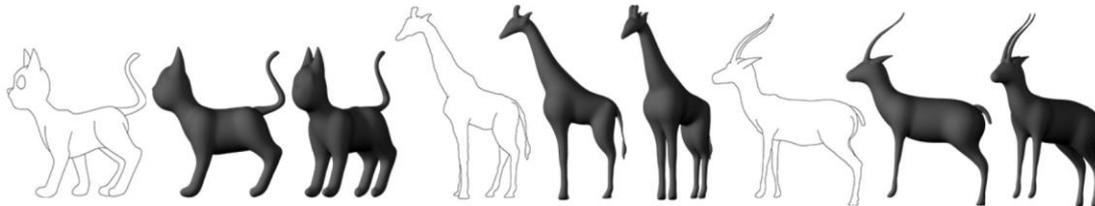


SweepCanvas (Li et al. 2017)

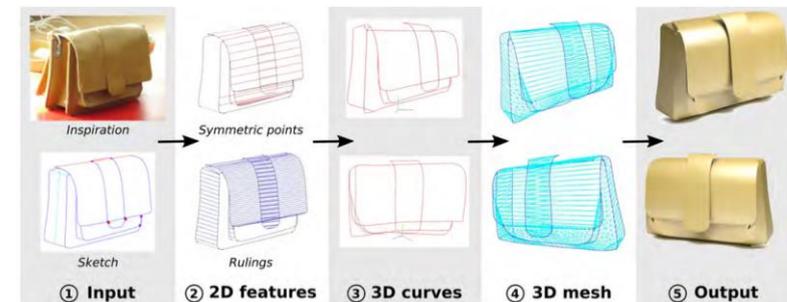
Types de méthodes existantes

Être guidé par des connaissances

- Des connaissances pré-établis guident la reconstruction
- A priori sur l'objet à reconstruire
 - Nature de l'objet spécifique
 - Caractéristiques géométriques



Modeling 3D animals from a side-view sketch (Entem et al. 2014)

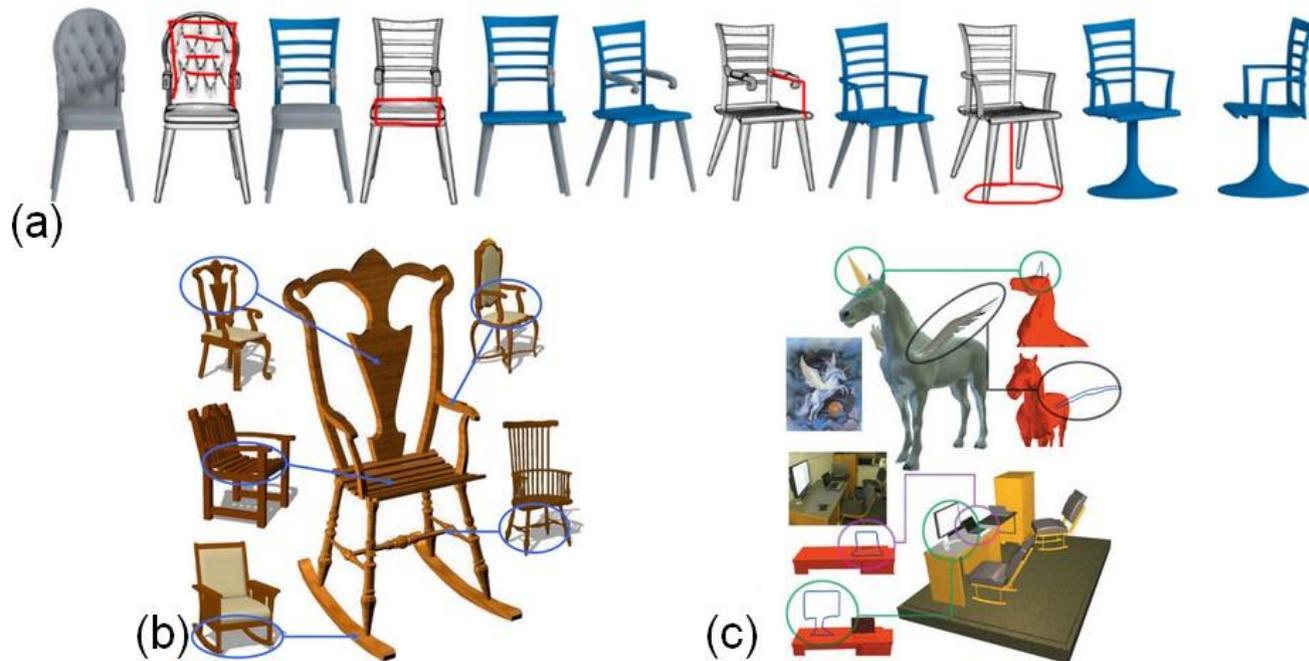


Patterns from Photograph: Reverse-Engineering Developable Products (Fondevilla et al. 2017)

Types de méthodes existantes

Être guidé par des connaissances

- Des connaissances pré-établies guident la reconstruction
- Une base de données 3D
 —————> Identifier l'objet dessiné

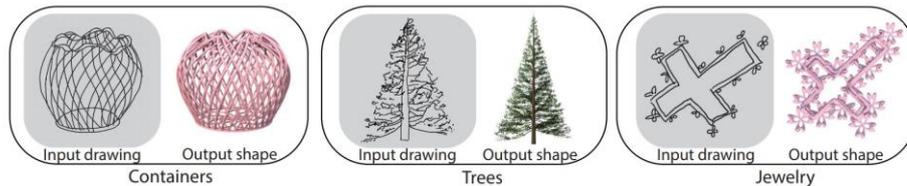


(a) Sketch-to-Design (Xie et al. 2012), (b) Modeling By Example (Funkhouser et al. 2004) et (c) Sketch-Based Search and Composition of 3D Models Modeling (Lee et Funkhouser 2008)

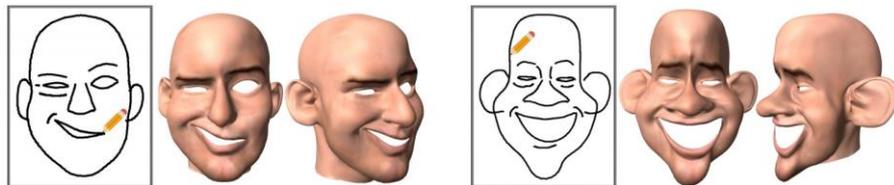
Types de méthodes existantes

Intelligence artificielle

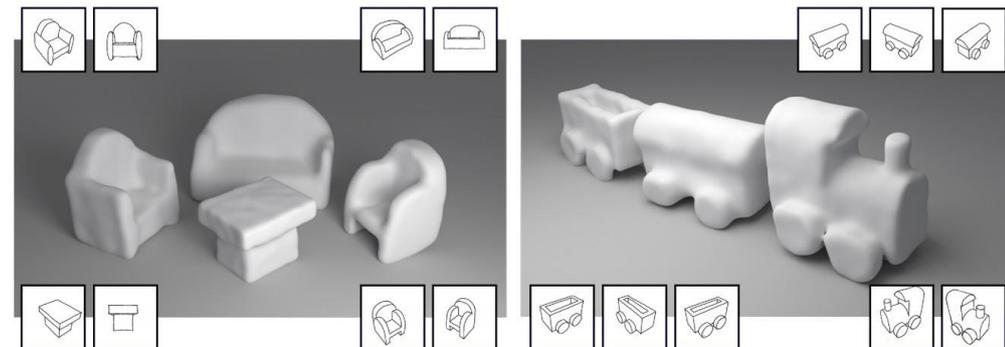
- Utilisation des réseaux de neurones
- Apprentissage spécifique



Shape Synthesis from Sketches via Procedural Models and Convolutional Networks (Huang et al. 2016)



DeepSketch2Face (Han et al. 2017)



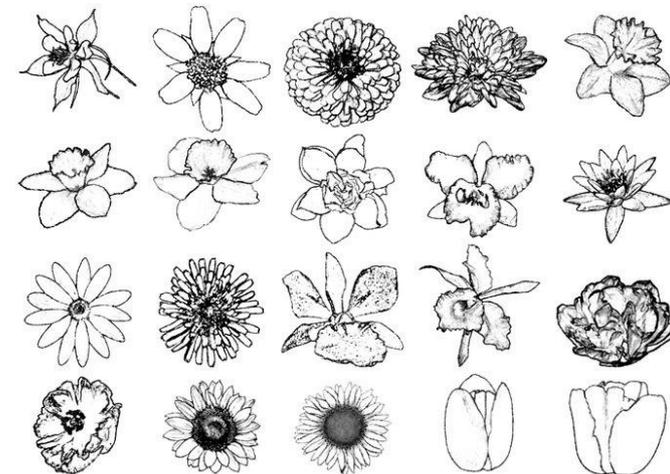
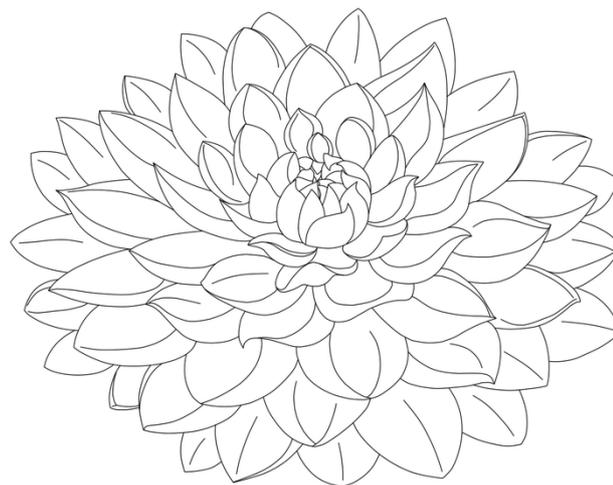
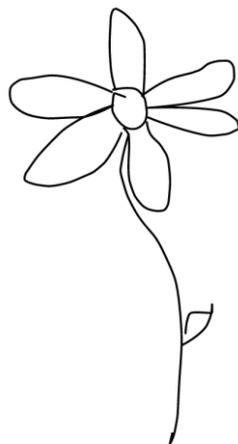
What You Sketch is What You Get - 3D Sketching using Multi-View Deep Volumetric Prediction (Delanoy et al. 2018)

Sommaire

- 1 Contexte
 - Problématique
 - Types de méthodes existantes
- 2 Reconstruction 3D de Fleurs à partir de croquis
 - Problématique
 - Notre méthode
 - Résultats
 - Limitations
- 3 Modélisation géométrique de formes libres
 - Problématique
 - Descriptive
 - Étude utilisateur
 - Résultats et discussion
- 4 Conclusion
 - Bilan
 - Perspectives

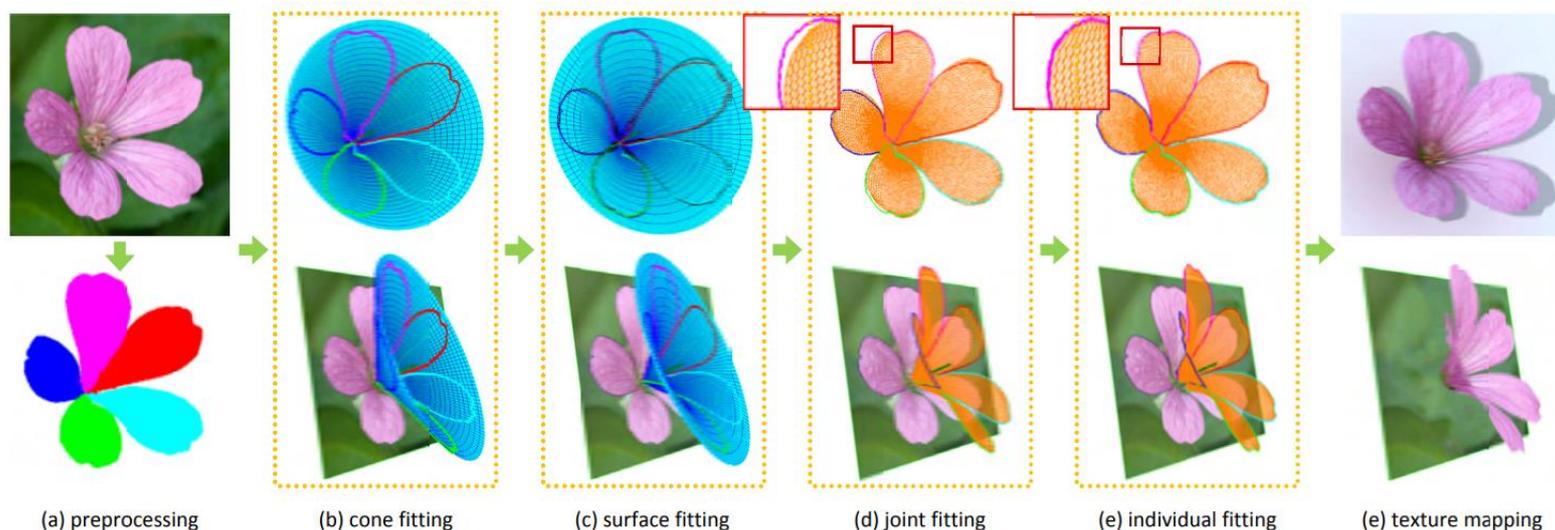
Le choix des plantes

- Pour peupler les mondes virtuels
- Symbole de beauté, un des sujets les plus populaires du dessin artistique
- Structure bien définie
- Quelque chose de simple, pourtant si complexe et variée



Modeleurs spécifiques

- Modeleur basé sur l'acquisition de données réelles

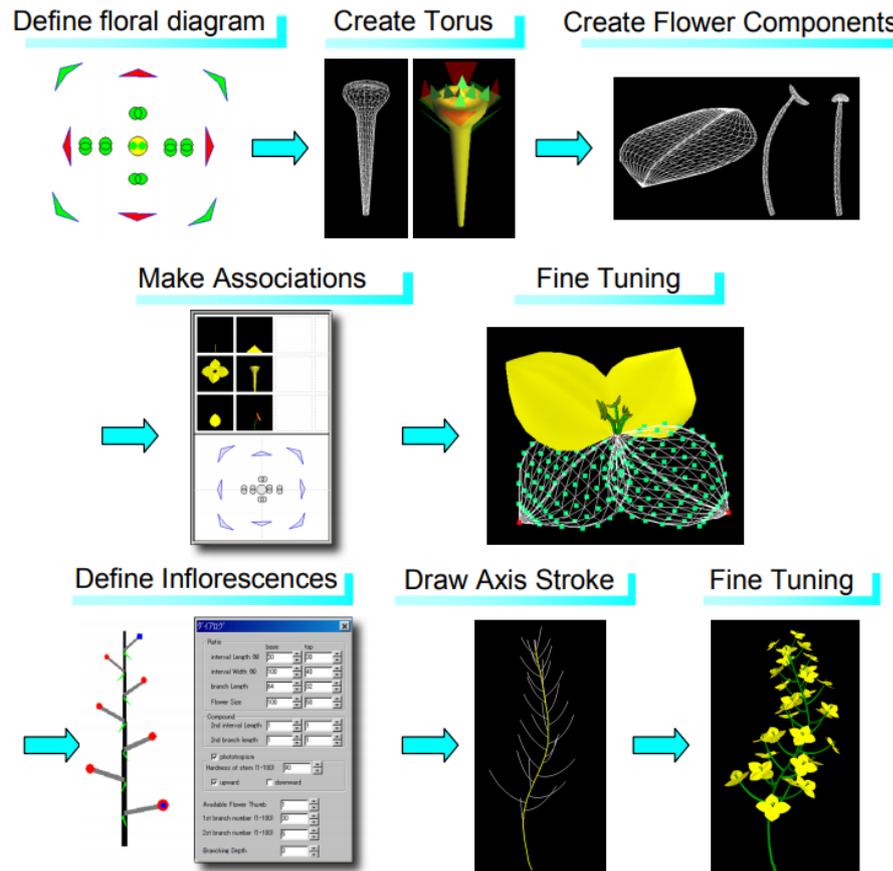


Flower reconstruction from a single photo (Yan et al.)

Limité à des fleurs réelles, et dont on dispose

Modeleurs spécifiques

- Modeleur interactif → Permet la modélisation de fleurs imaginaires



Interactive Flower Modeling Using Botanical Structural Constraints (Ijiri et al.)

Temps de reconstruction élevé (40 min pour un tournesol)

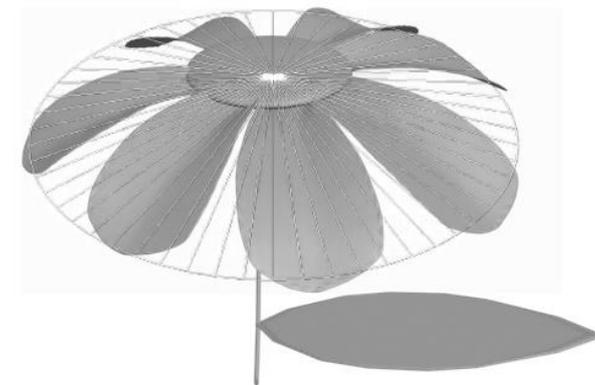
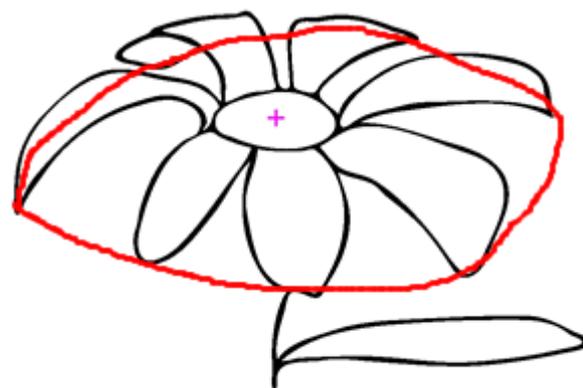
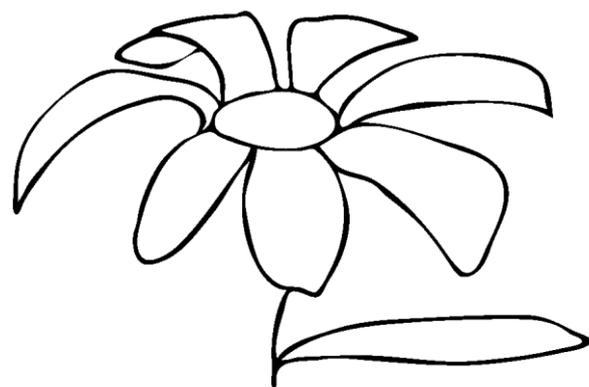
Aperçu

- La plausibilité botanique est simplifiée
 - Parties complètement omises (calice)
 - Détails et arrangement simplifiés

- Une structure commune pouvant être approximée par un cône

Aperçu

- Vue de l'utilisateur



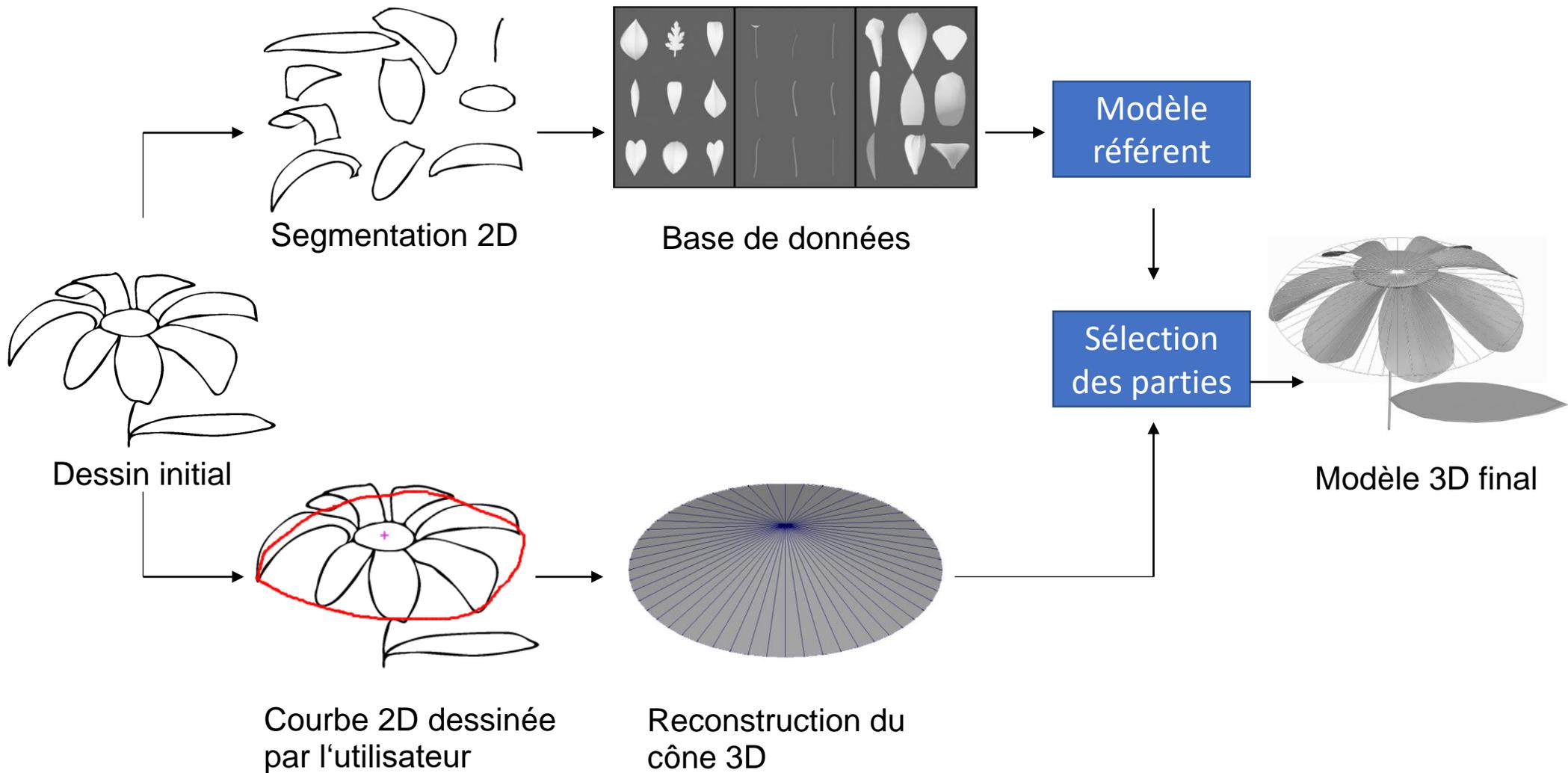
1) L'utilisateur fournit le dessin

2) Il précise le centre de fleur et la courbe d'extrémité

3) Il obtient le modèle 3D

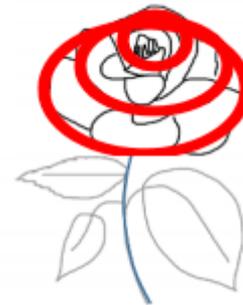
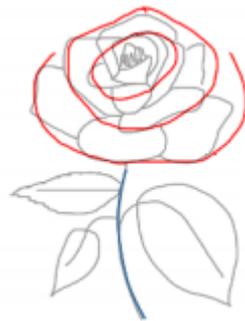
Aperçu

● Processus réel

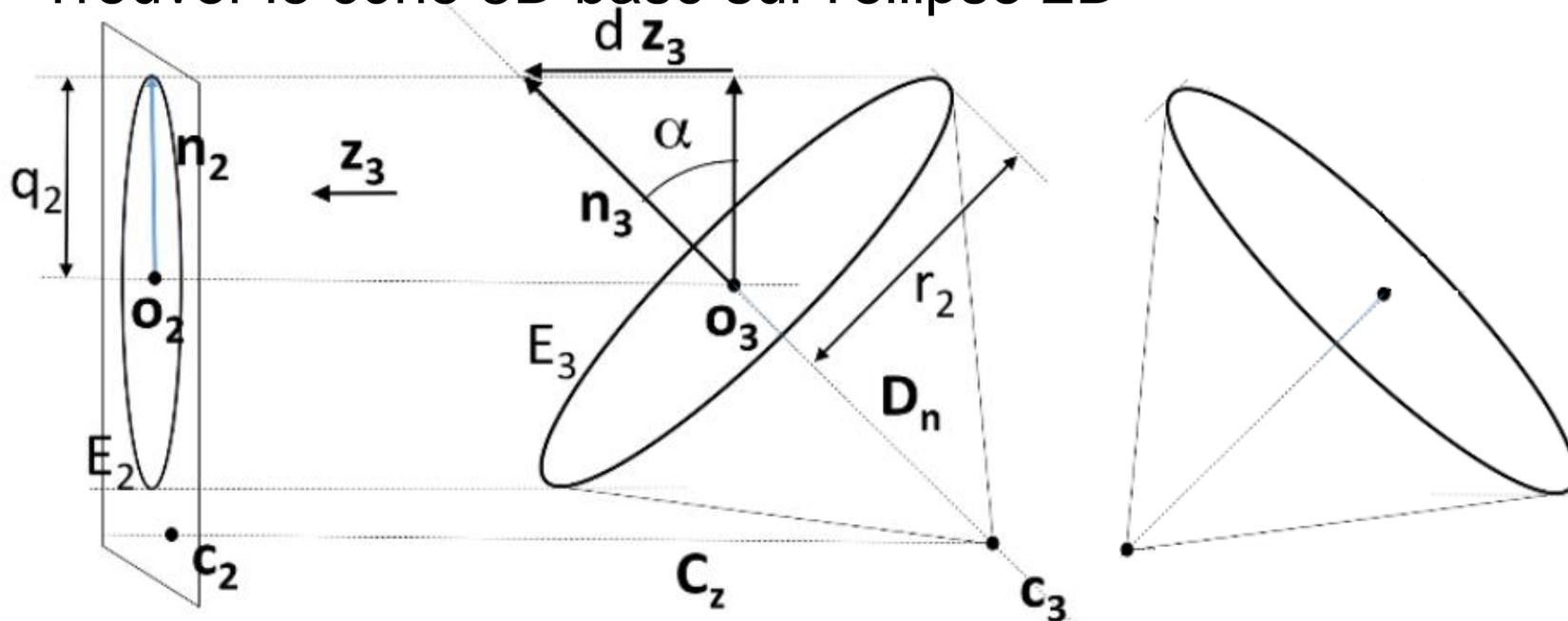


Reconstruction du cône 3D

- Définir ellipse basée sur les courbes de l'utilisateur

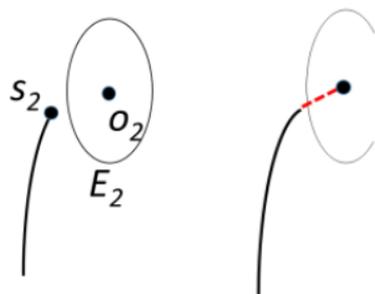


- Trouver le cône 3D basé sur l'ellipse 2D



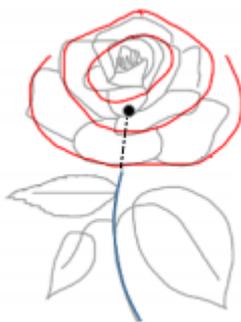
Reconstruction du cône 3D

- Déterminer l'orientation de la corolle

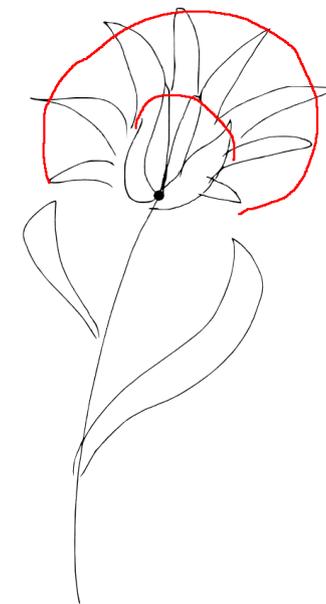


La fleur est orientée vers l'observateur si :

- la courbe du pétale est fermée
- si la tige ou le segment $[s_2, o_2]$ l'intersecte

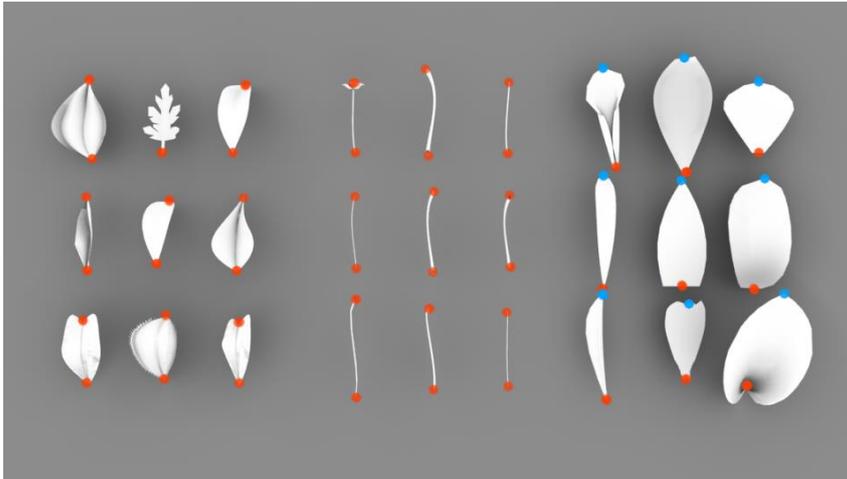


Sinon la fleur est orientée à l'écart de l'observateur

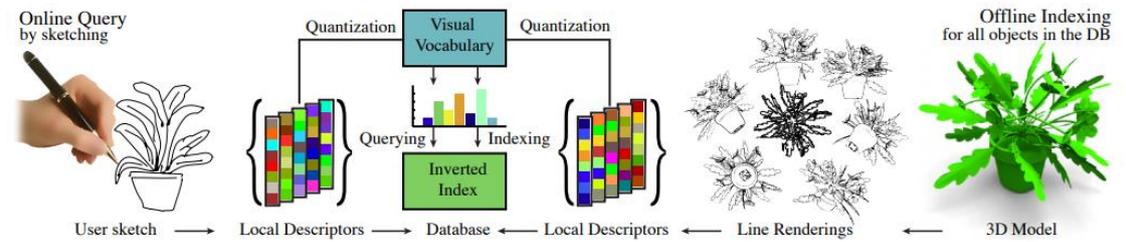


Notre méthode

Base de données



Basé sur le travail de Mathias Eitz

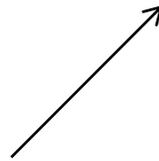


Sélection des bons candidats

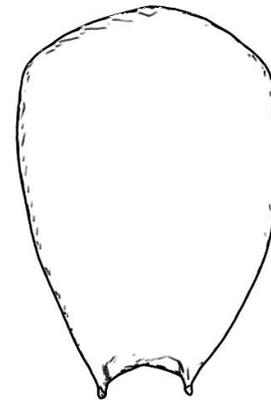
$$S = S_{view} + S_{similarity} \times \alpha + S_{model} \times \beta + S_{type} \times \gamma$$

Sélection des bons candidats

$$S = S_{view} + S_{similarity} \times \alpha + S_{model} \times \beta + S_{type} \times \gamma$$



Score basé sur l'angle de vue estimé



Sélection des bons candidats

$$S = S_{view} + S_{similarity} \times \alpha + S_{model} \times \beta + S_{type} \times \gamma$$

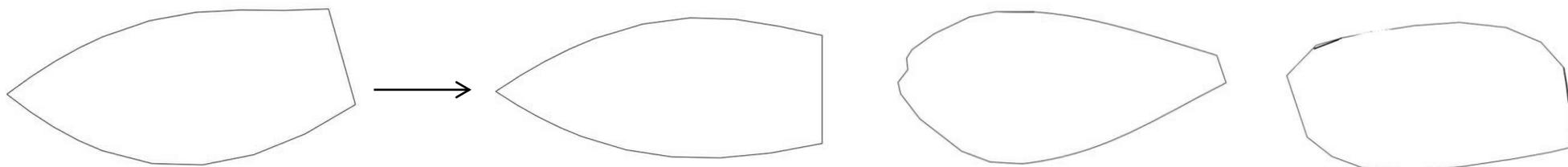


Score basé sur la correspondance avec les modèles de la base

1

0,78

0,6

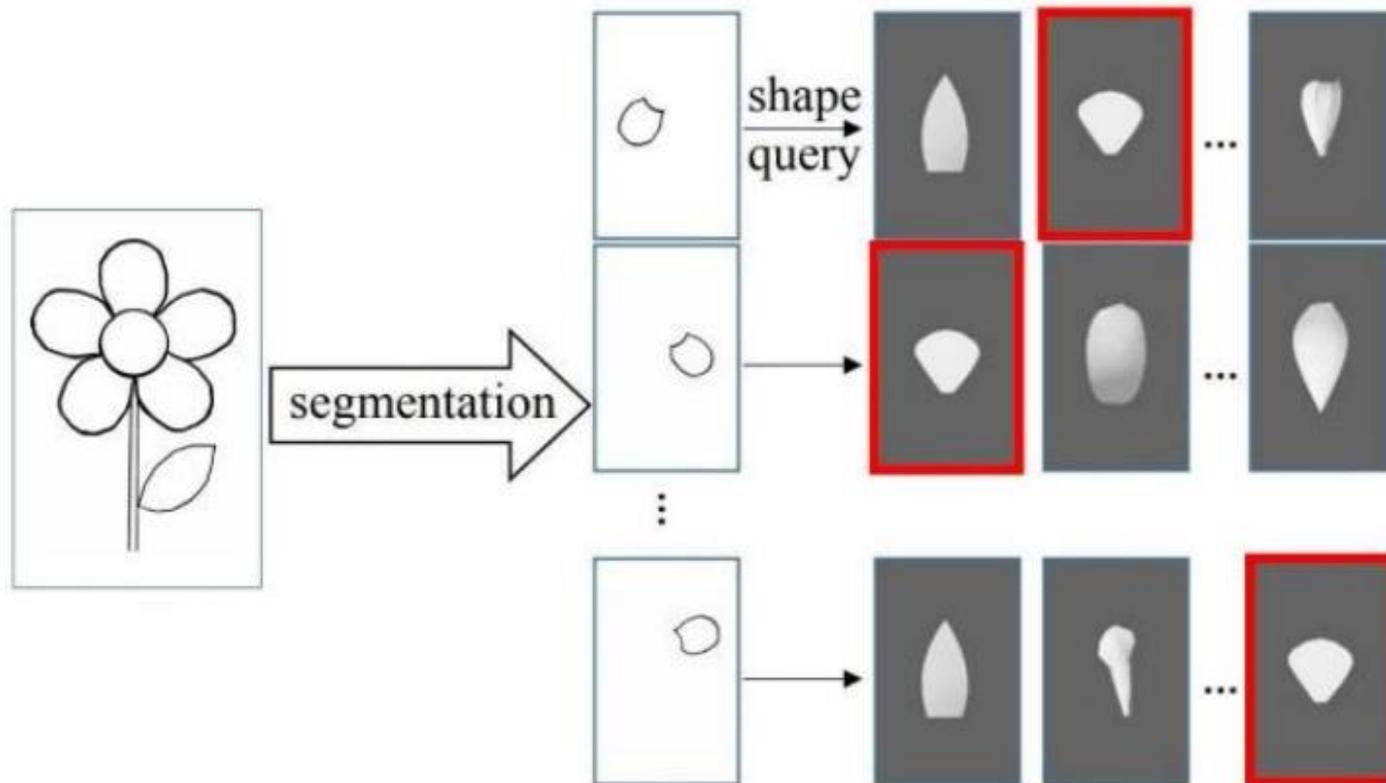


Sélection des bons candidats

$$S = S_{view} + S_{similarity} \times \alpha + S_{model} \times \beta + S_{type} \times \gamma$$



Présence du même modèle pour plusieurs éléments du dessin

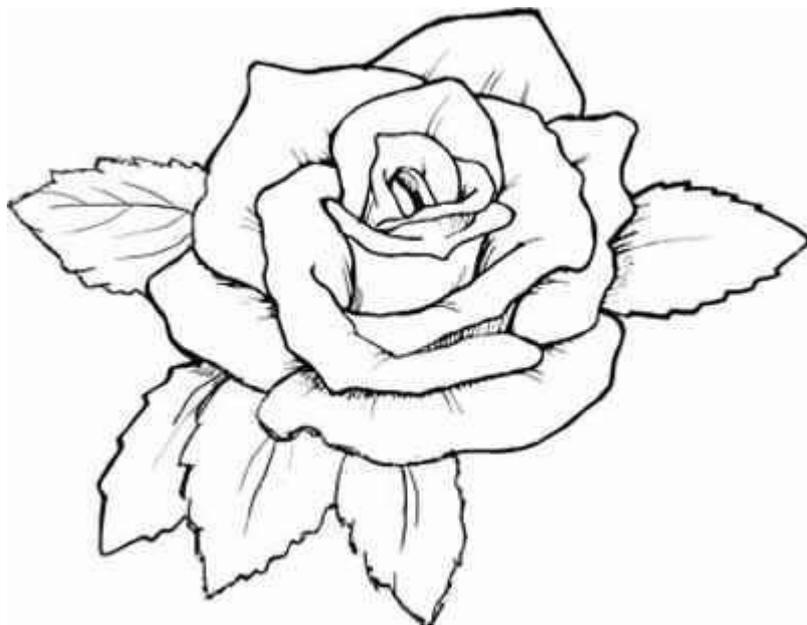


Sélection des bons candidats

$$S = S_{view} + S_{similarity} \times \alpha + S_{model} \times \beta + S_{type} \times \gamma$$

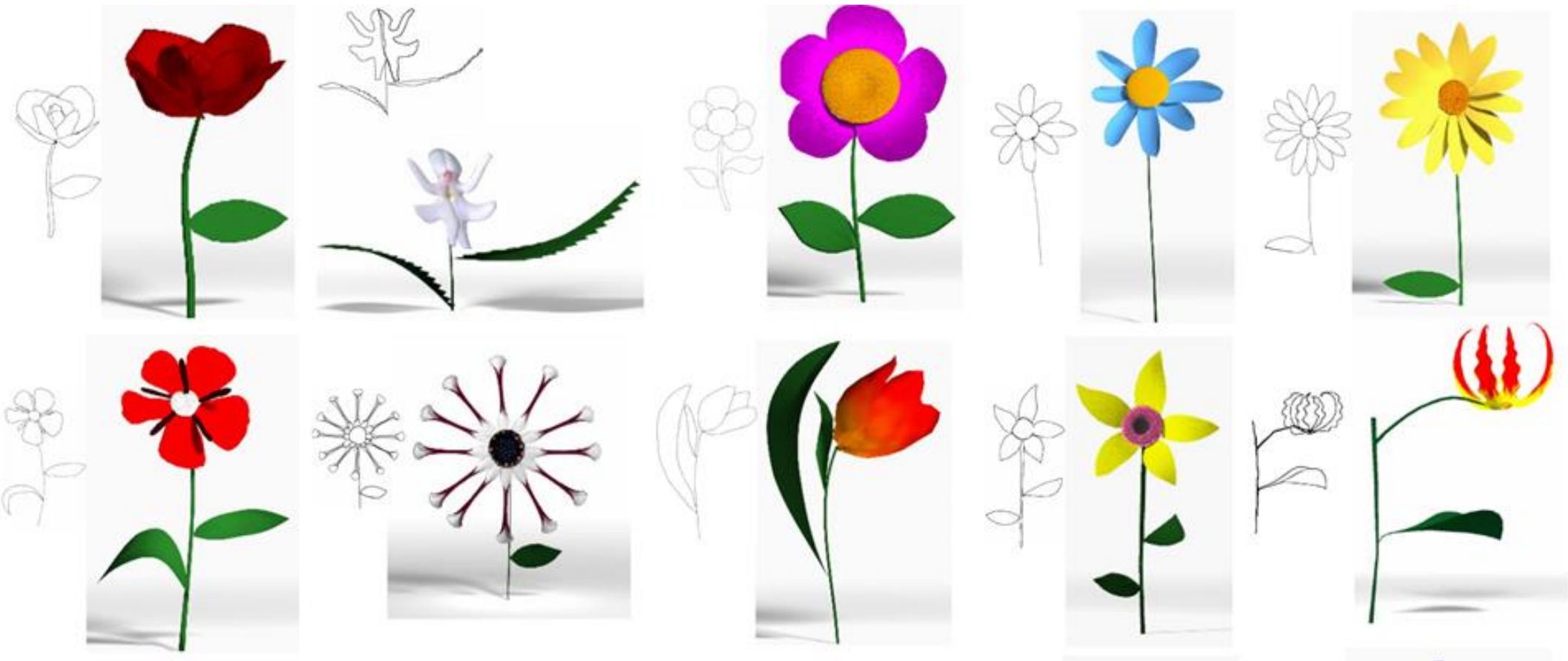


Présence du même type de fleur
pour plusieurs éléments du dessin



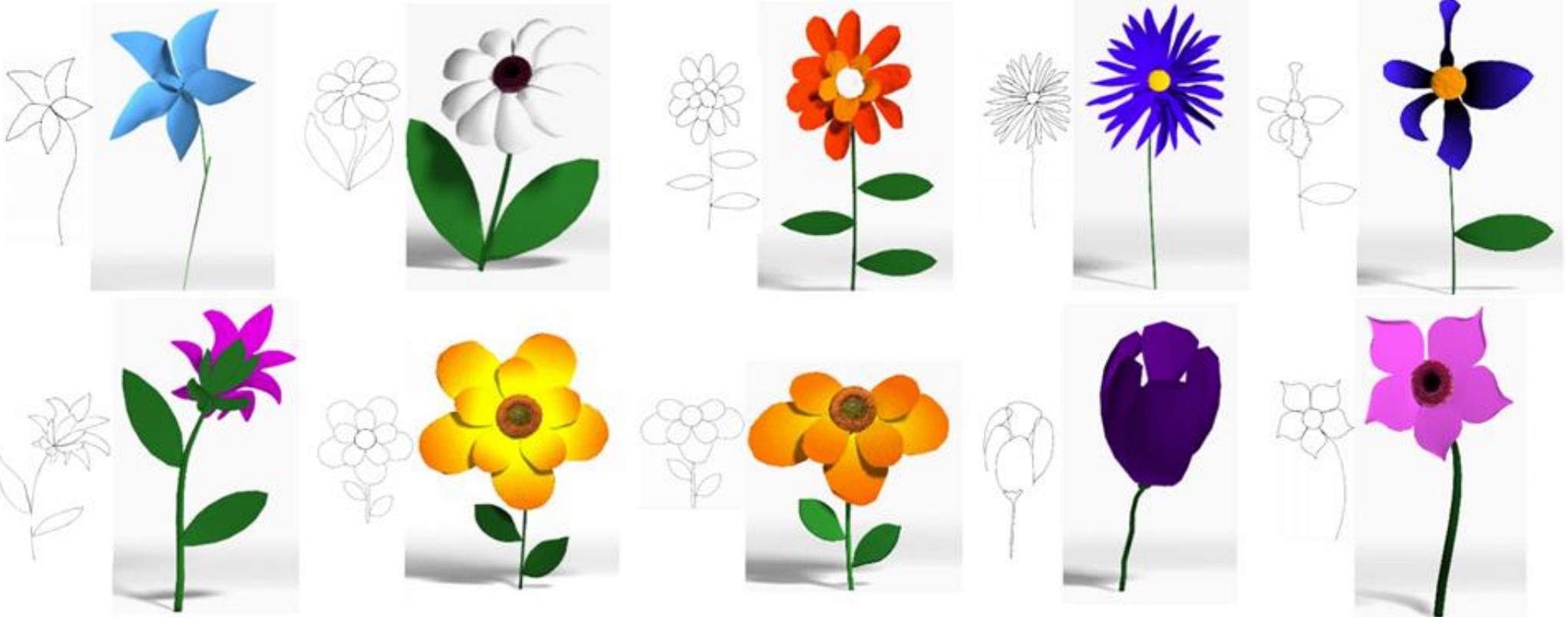
Résultats

Résultats 3D



Résultats

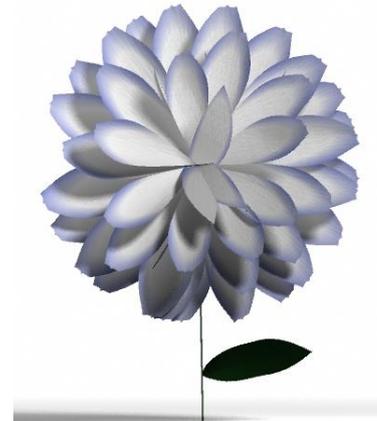
Résultats 3D



Bilan

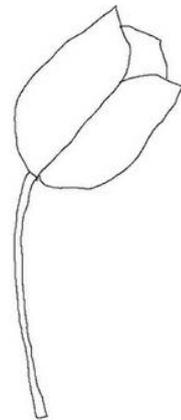
Notre première contribution : *Reconstructing Flowers from Sketches*. [Comput. Graph. Forum 37](#)

- Système demandant peu d'interactions avec l'utilisateur
- Reconstruction de fleurs en tous genres (simples et complexes)
- Reconstruction fonctionnelle peu importe le point de vue utilisé pour le dessin
- Temps de reconstruction minimale : 20 secondes pour la fleur 'Lion Hair' de 44 éléments



Limitations

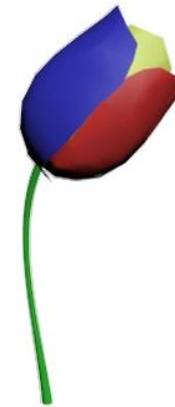
- Présence obligatoire d'une tige dans le dessin
- Vue de profil : les courbes segmentées du dessin ne représentent pas bien la courbure 3D des pétales



(a)



(b)



(c)

- Expressivité de la variation géométrique quelque peu limitée aux modèles de notre base de données

Perspectives futures

Fin de la première partie !

Merci

Questions / discussion ?



Modélisation géométrique par croquis

Partie 2

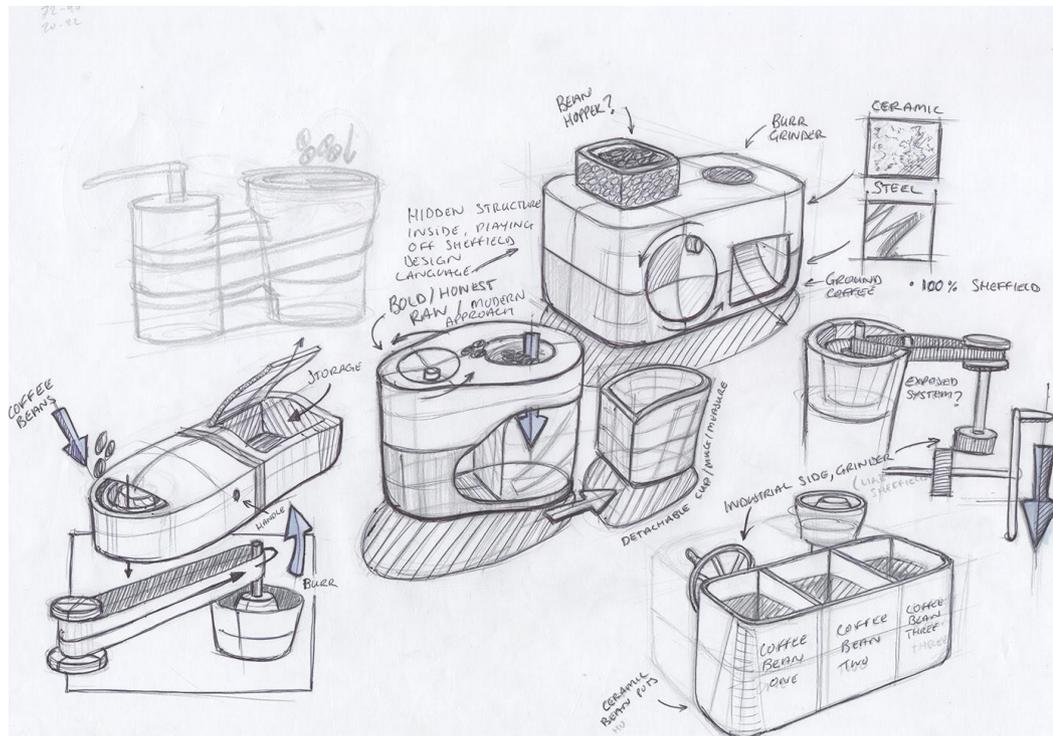
Présenté par : Cédric Bobenrieth

Travaux réalisés avec : Hyewon Seo, Frédéric Cordier, Arash Habibi

Problématique

Le dessin

- Tout le monde est capable de dessiner
- Tout le monde peut se représenter mentalement en 3D
- Le dessin reste une des premières étapes du processus de conception.



Steel Coffee Mill, Concept Development Sketches (2015)

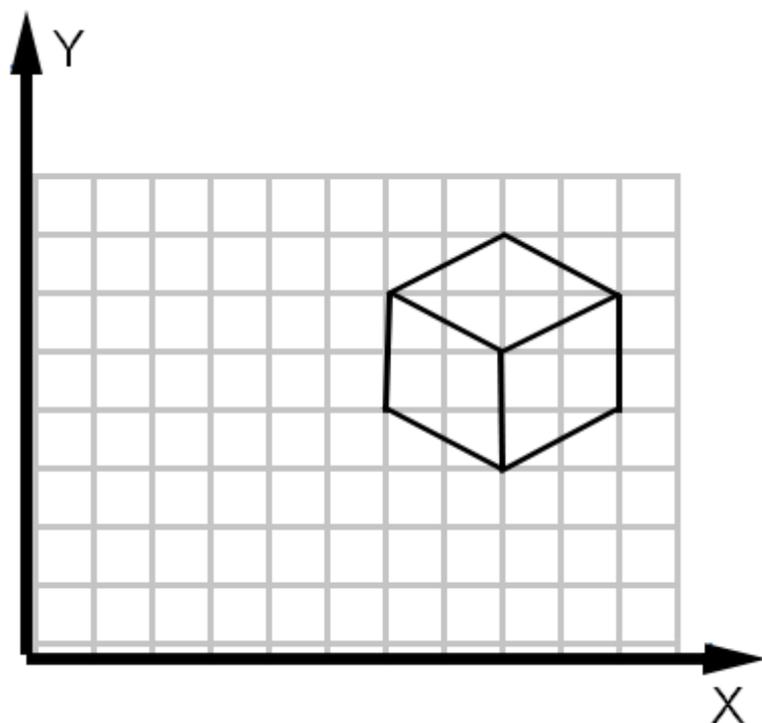
Modélisation par croquis

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

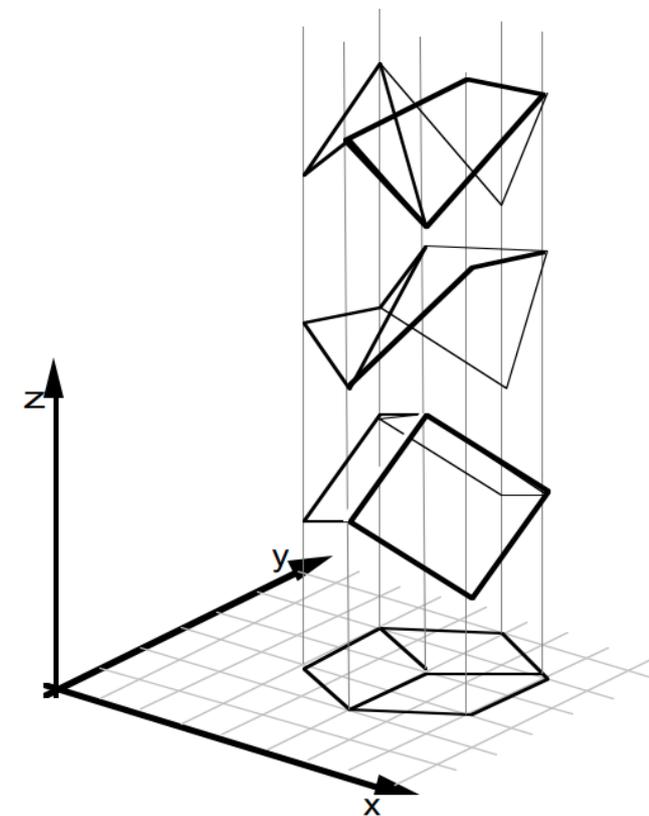
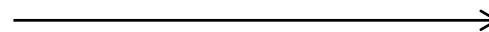
- Gain de temps dans le processus de création
 - Suppression de l'étape de modélisation manuelle
- Rendre la modélisation 3D accessible à tout le monde

Difficultés

- Problème d'ambiguïté pour passer de la 2D à la 3D
 - Une infinité de modèles 3D pour une même projection 2D

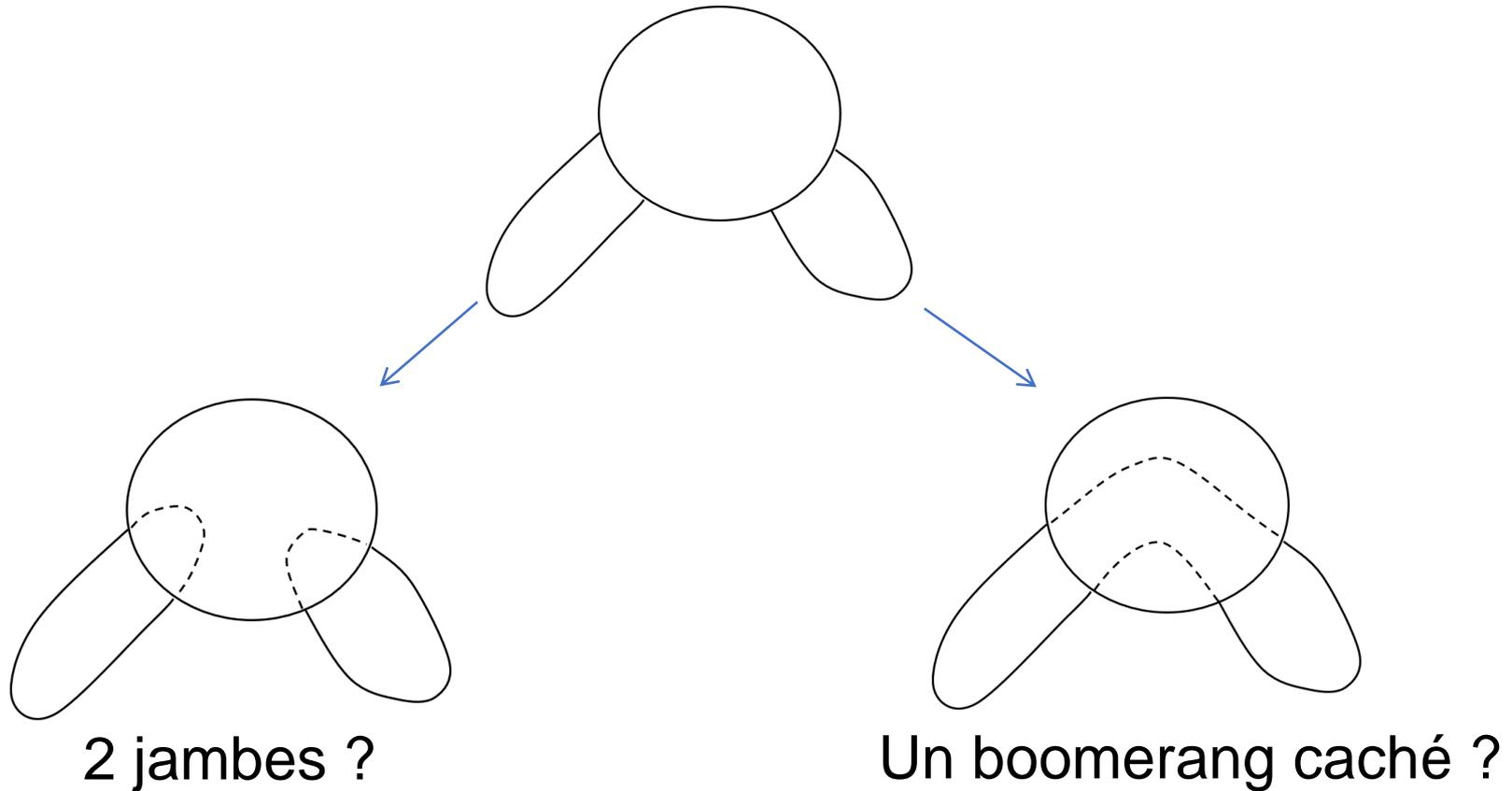


Z ?



Difficultés

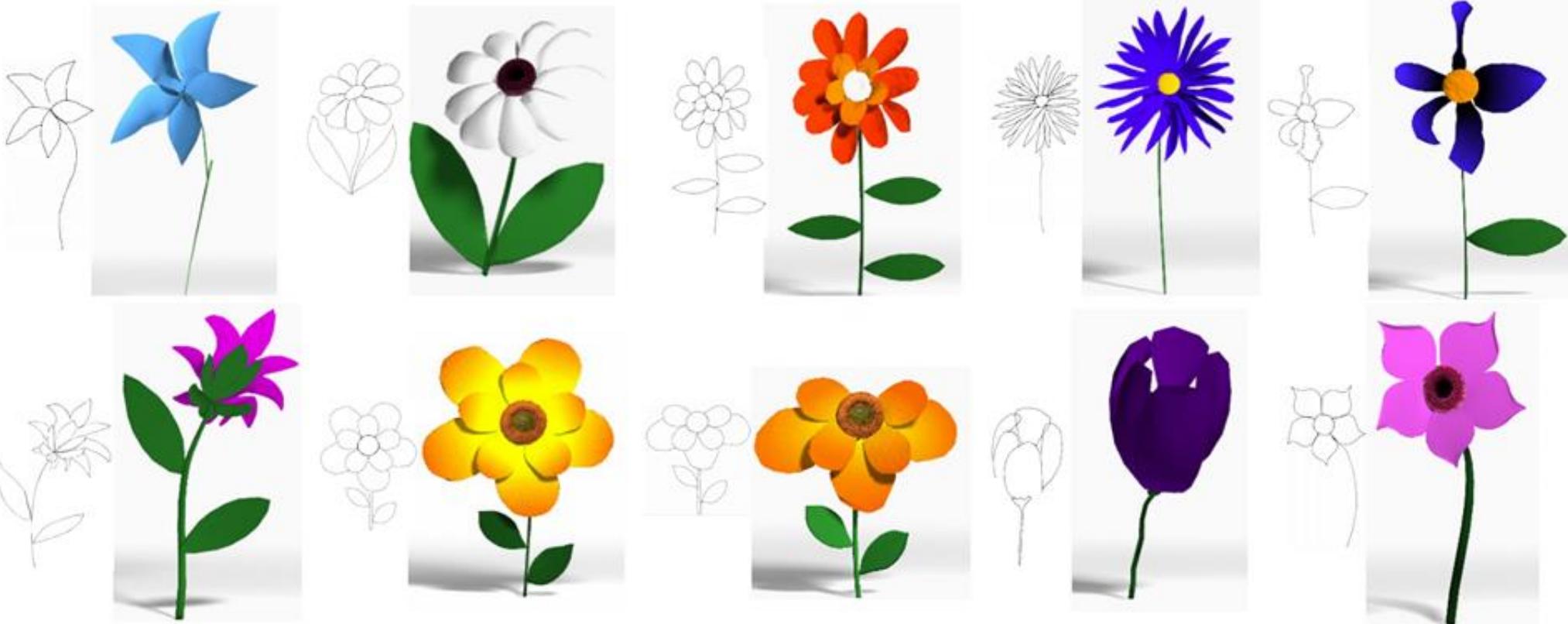
- Calculer les parties cachées du dessin



→ Un problème de **sémantique** „Qu'est ce qui est dessiné ?“

Résultats

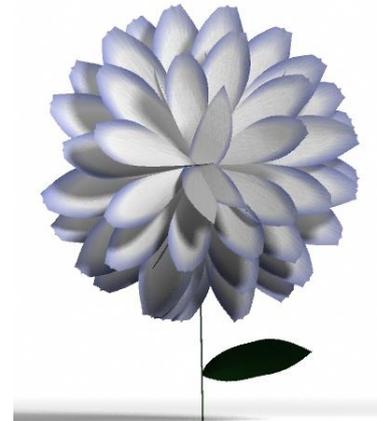
Résultats 3D



Bilan

Notre première contribution : *Reconstructing Flowers from Sketches*. [Comput. Graph. Forum 37](#)

- Système demandant peu d'interactions avec l'utilisateur
- Reconstruction de fleurs en tous genres (simples et complexes)
- Reconstruction fonctionnelle peu importe le point de vue utilisé pour le dessin
- Temps de reconstruction minime : 20 secondes pour la fleur 'Lion Hair' de 44 éléments

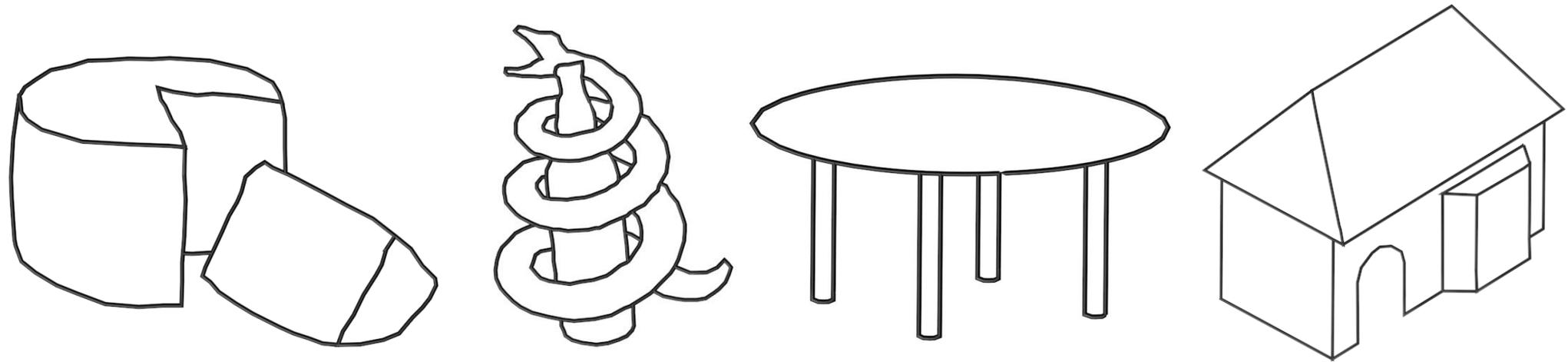


Sommaire

- 1 Contexte
 - Problématique
 - Types de méthodes existantes
- 2 Reconstruction 3D de Fleurs à partir de croquis
 - Problématique
 - Notre méthode
 - Résultats
 - Limitations
- 3 Modélisation géométrique de formes libres
 - Problématique
 - Descriptive
 - Étude utilisateur
 - Résultats et discussion
- 4 Conclusion
 - Bilan
 - Perspectives

Type d'objets

- Ne pas être limité à un type d'objet

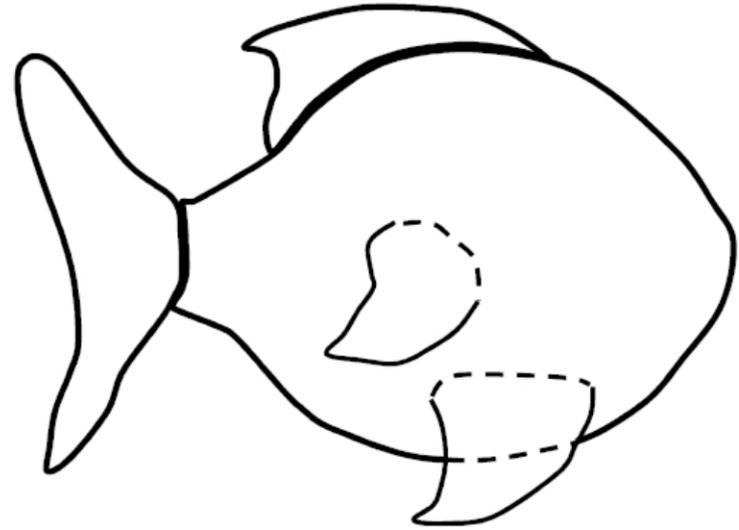
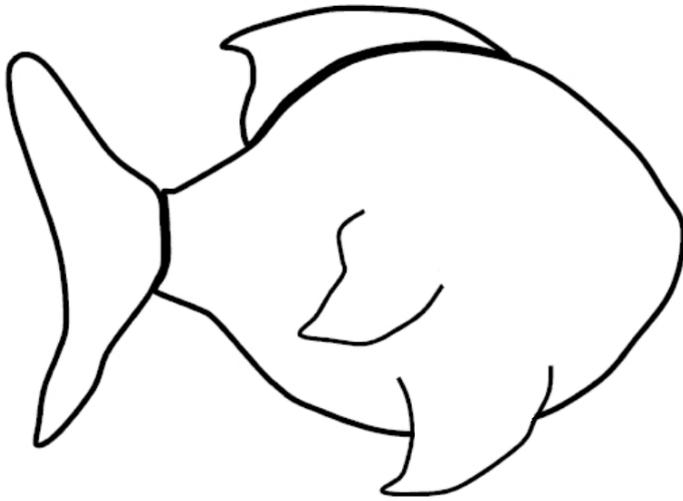


- Tout utilisateur doit pouvoir obtenir exactement ce qu'il veut
 - Garder la simplicité des méthodes basées sur les croquis
 - Avoir un contrôle équivalent à celui offert par les modeleurs 3D classiques

Informations manquantes

- Rendre le problème solvable nécessite d'avoir des informations supplémentaires
- Ne pas avoir d'a priori
 - Pas d'hypothèse sur la nature de l'objet
 - Pas d'hypothèse sur l'angle de vue
 - Pas de support 3D

Le style descriptif



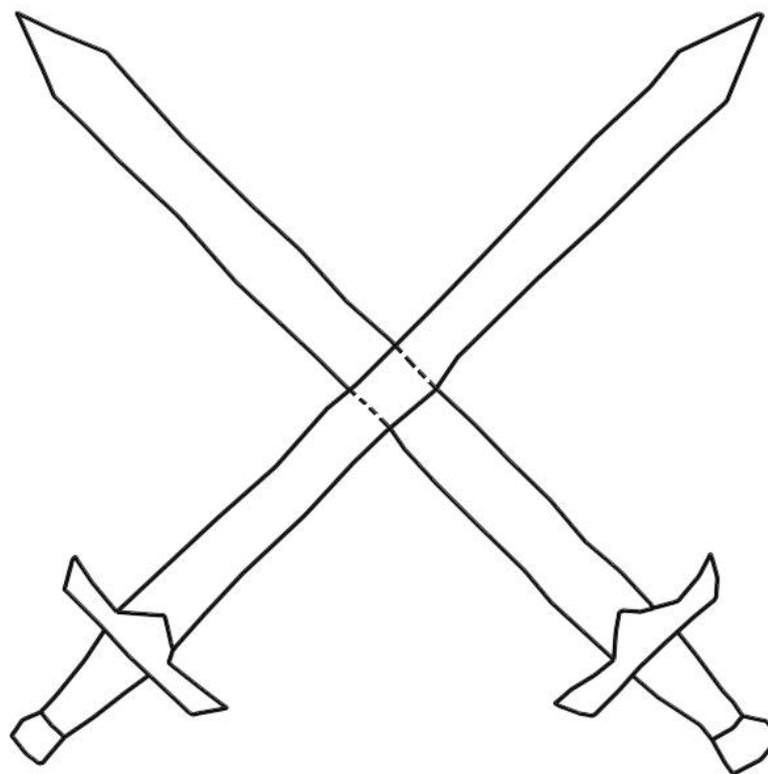
- Représenter les parties cachées en pointillés
- Un style naturel et simple à utiliser à la portée de tous
- Donne des informations supplémentaires qui simplifient le problème

Interactions utilisateur

- 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 minimales
 - 1 interaction obligatoire avant la reconstruction
 - 4 types d'interaction optionnelle avant ou après la première reconstruction
 - 1 interaction optionnelle après la reconstruction

Descriptive

Interactions utilisateur



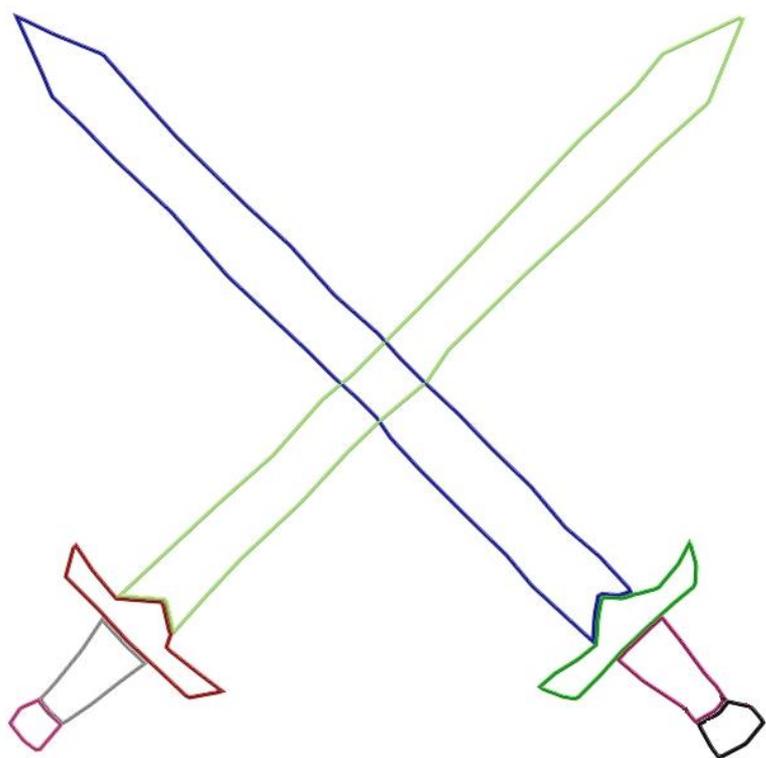
Dessin de l'utilisateur

Descriptive

Interactions utilisateur



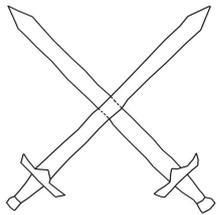
Dessin de l'utilisateur



Sémantique

Regroupement par l'utilisateur

Interactions utilisateur



Dessin de
l'utilisateur



Regroupement par
l'utilisateur



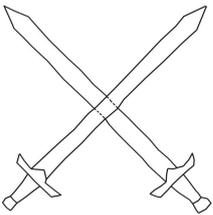
Expression sous le forme d'un problème d'optimisation linéaire avec contraintes

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

Ensemble des coordonnées Z des points de nos courbes

Descriptive

Interactions utilisateur



Dessin de l'utilisateur



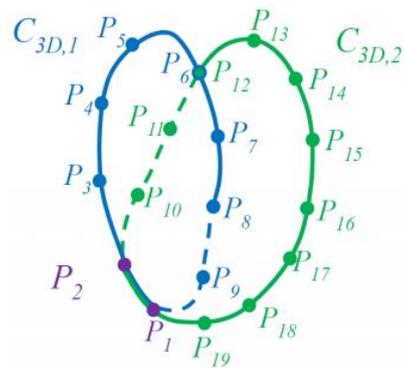
Regroupement par l'utilisateur



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

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

Règle de planarité

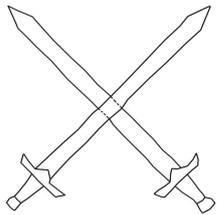


	Matrix R _{i:i+3} in Eq. (1)	Points used for computing R _{i:i+3}
C _{3D,1}	R _{1:4}	P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄
	R _{2:5}	P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅

	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

Interactions utilisateur



Dessin de l'utilisateur



Regroupement par l'utilisateur

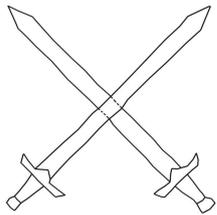


Expression sous le forme d'un problème d'optimisation linéaire avec contraintes

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

Coefficient de force modifiable \longrightarrow Coefficient de rigidité

Interactions utilisateur



Dessin de l'utilisateur

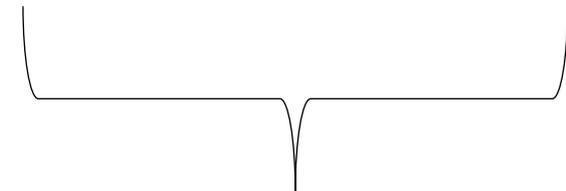


Regroupement par l'utilisateur



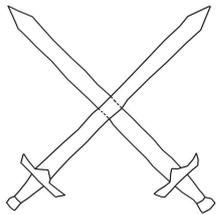
Expression sous le forme d'un problème d'optimisation linéaire avec contraintes

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



- Contraintes utilisateur
- Contraintes de profondeur

Interactions utilisateur



Dessin de l'utilisateur



Regroupement par l'utilisateur



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

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

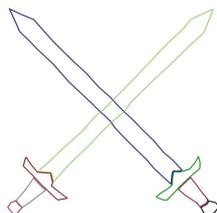
- Solveur moindres carrés
 - Interior point algorithm (Implémenté sous MATLAB)

Descriptive

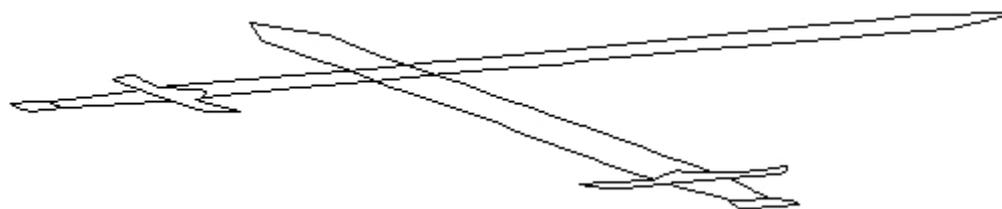
Interactions utilisateur



Dessin de
l'utilisateur



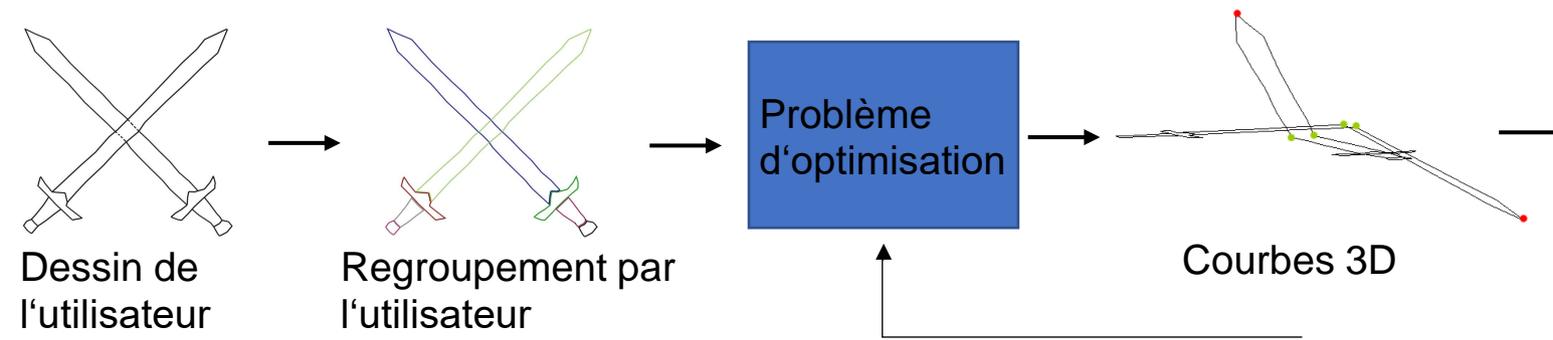
Regroupement par
l'utilisateur



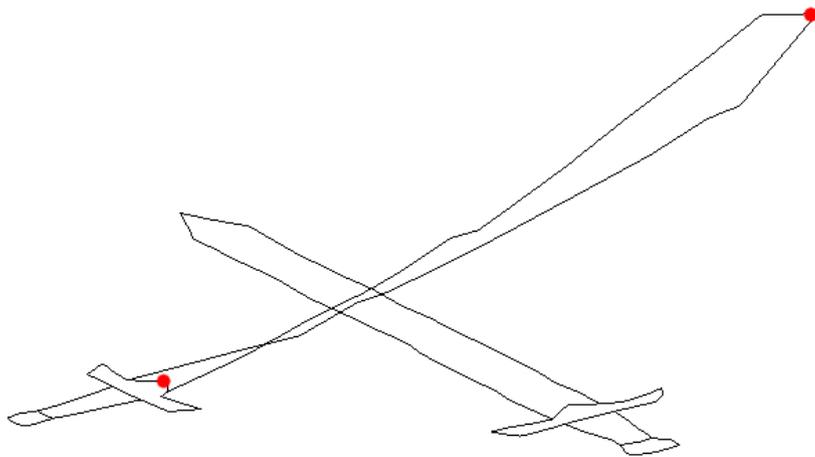
Premier résultat : Courbes placées en 3D

Descriptive

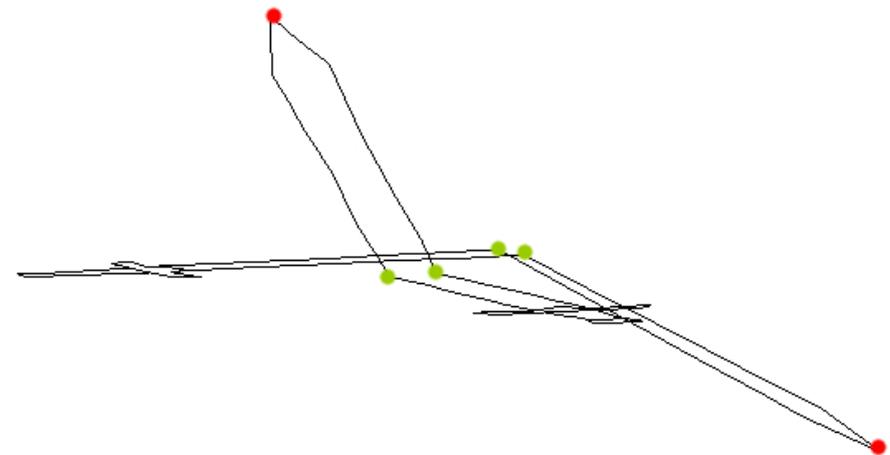
Interactions utilisateur



L'utilisateur dispose d'outil pour modifier le résultat



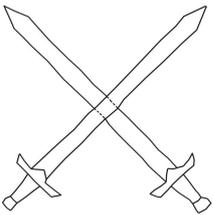
Contraintes de positions



Points d'angles

Descriptive

Interactions utilisateur



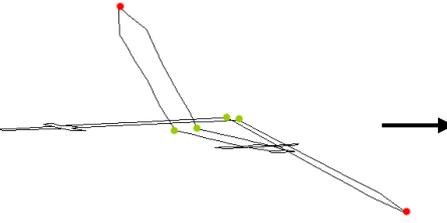
Dessin de l'utilisateur



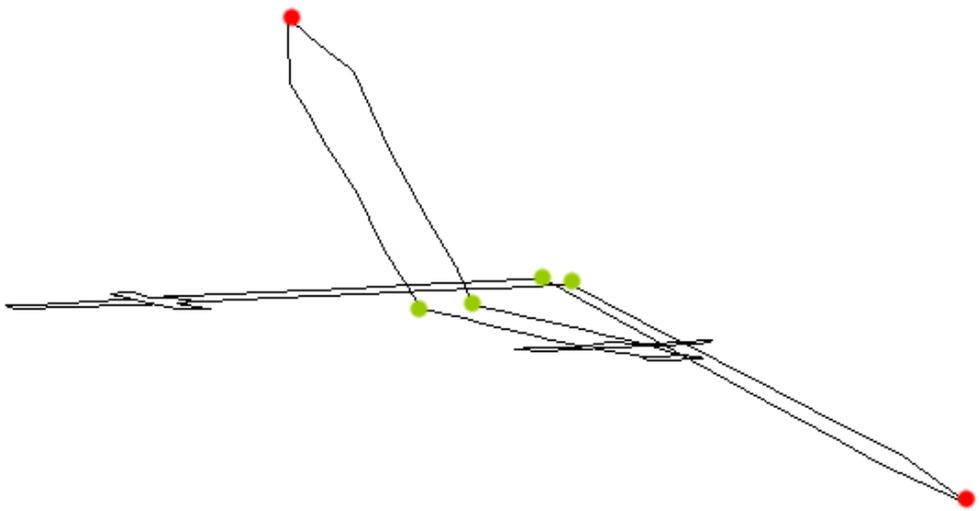
Regroupement par l'utilisateur



Problème d'optimisation

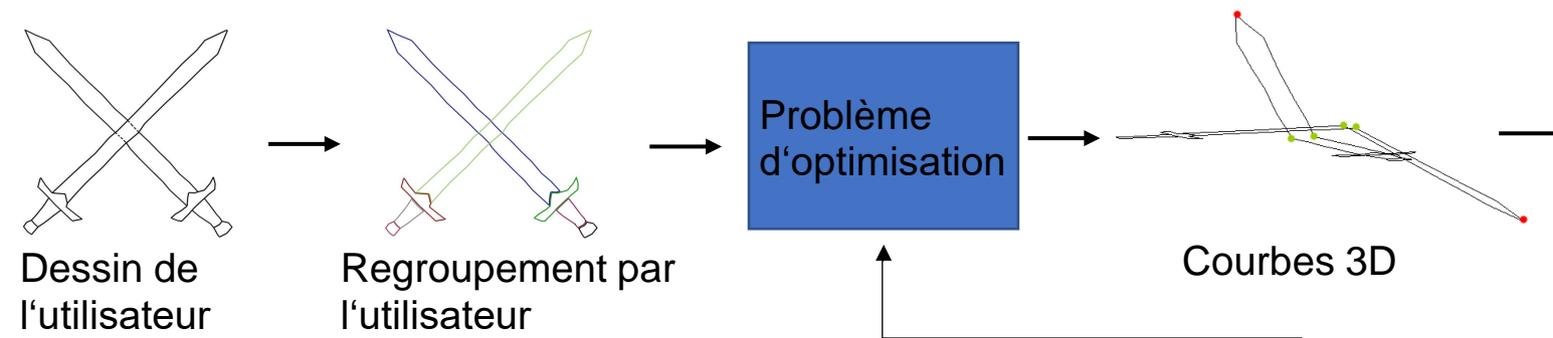


Courbes 3D

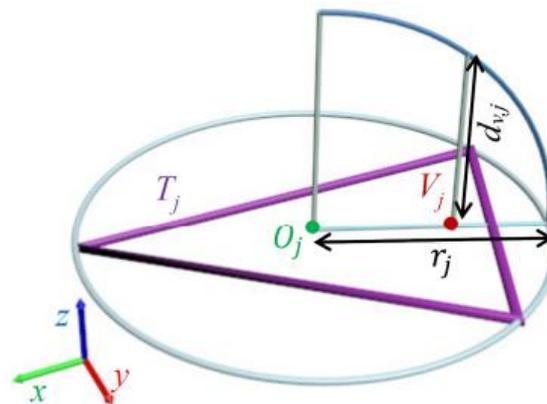
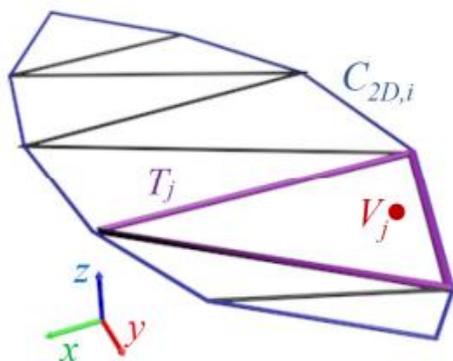


Descriptive

Interactions utilisateur



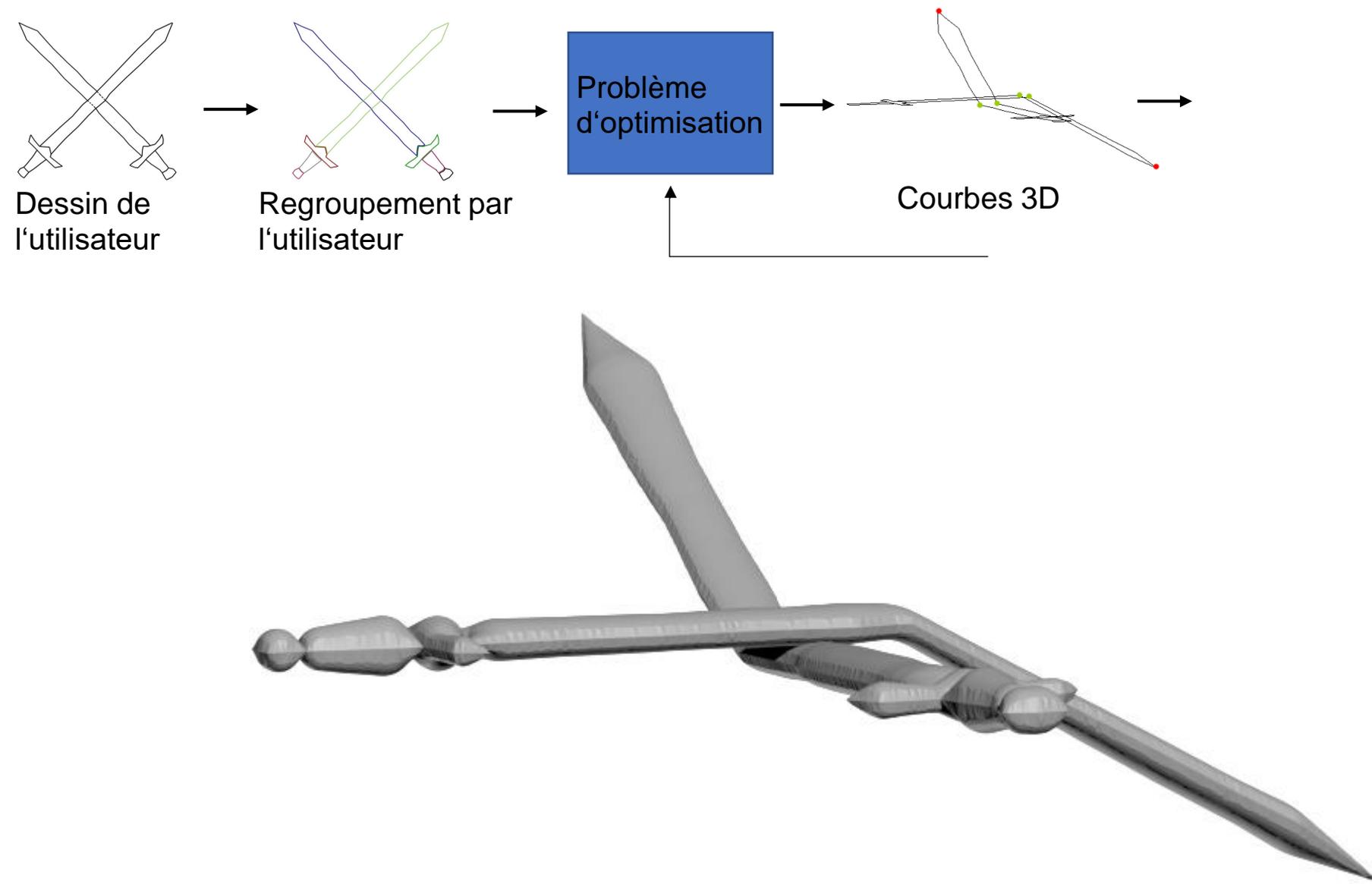
- Génération de 2 surfaces patches par courbe 3D
- Inflation calculée par le biais d'une triangulation de delaunay



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

Descriptive

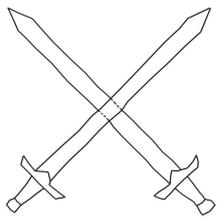
Interactions utilisateur



Inflation pour créer un volume 3D

Descriptive

Interactions utilisateur



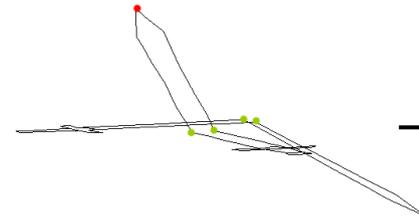
Dessin de l'utilisateur



Regroupement par l'utilisateur



Problème d'optimisation



Courbes 3D



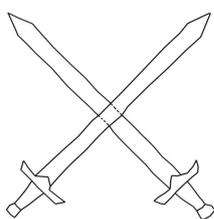
Volume 3D



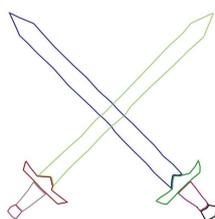
Contrôle de l'épaisseur par l'utilisateur

Descriptive

Interactions utilisateur



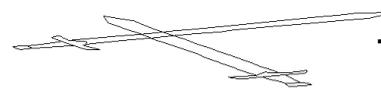
Dessin de l'utilisateur



Regroupement par l'utilisateur



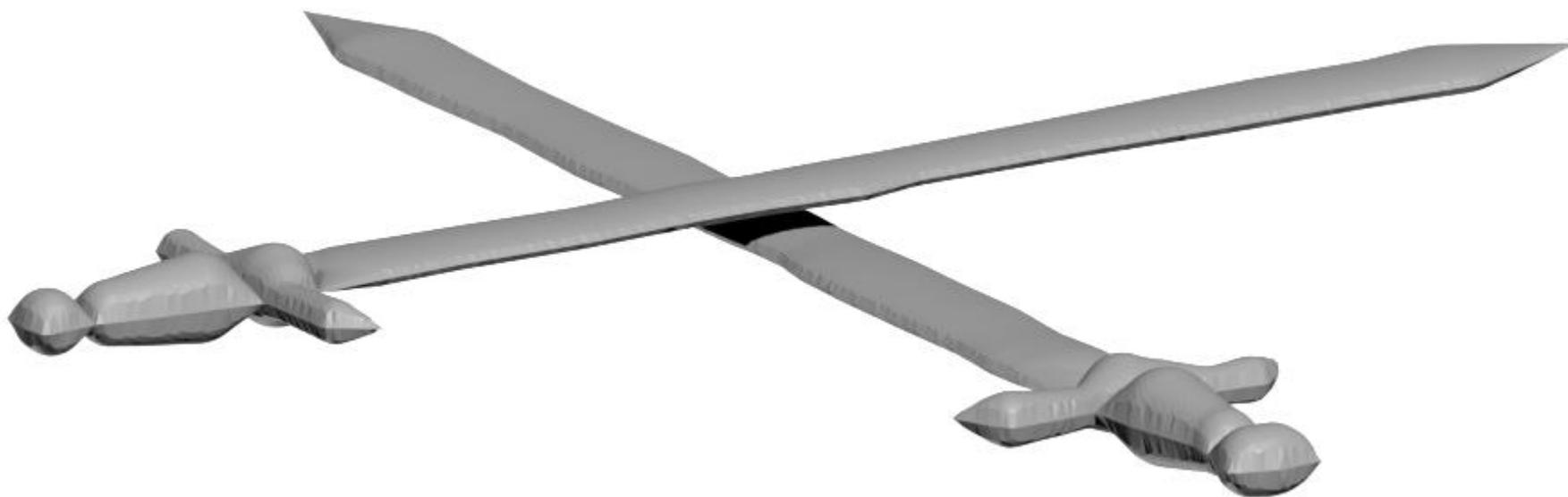
Problème d'optimisation



Courbes 3D

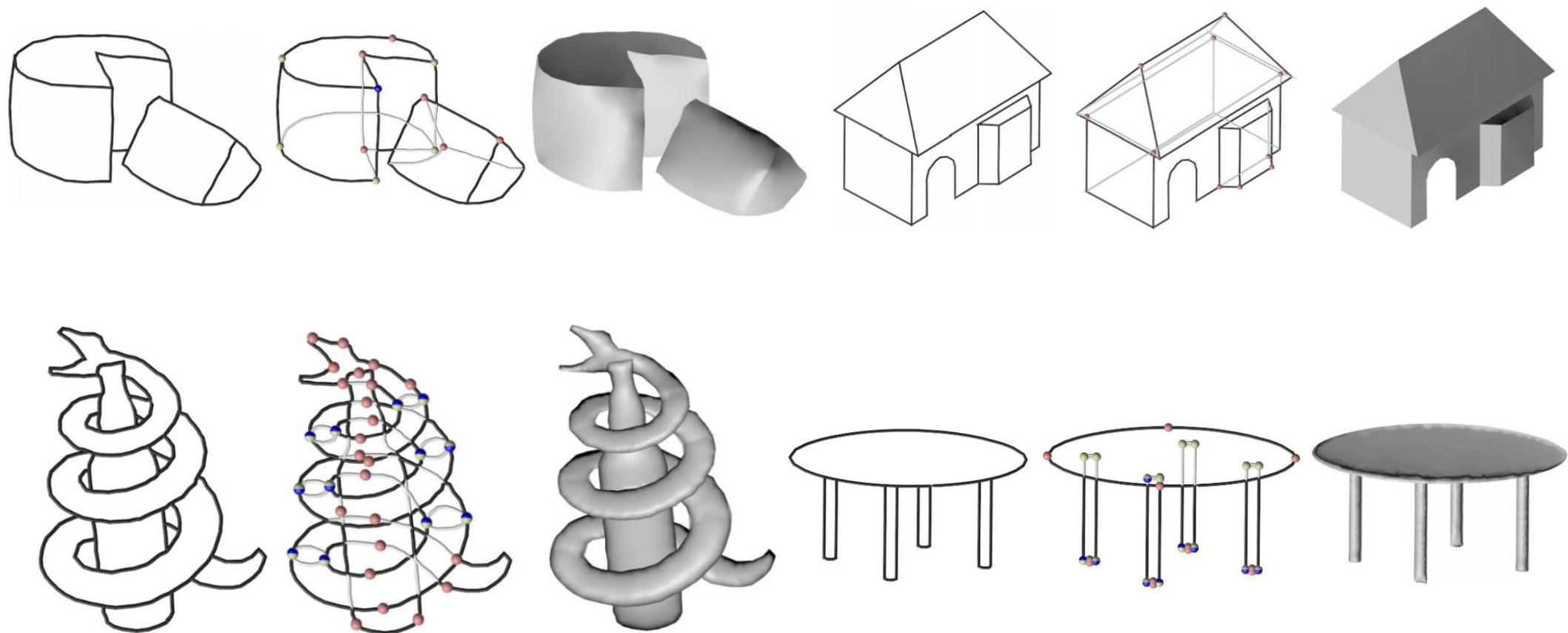


Volume 3D



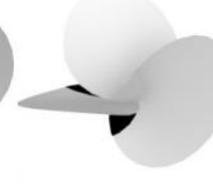
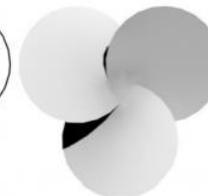
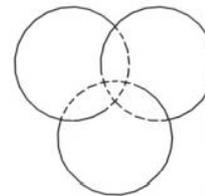
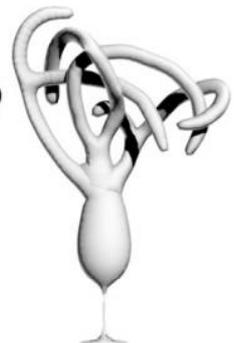
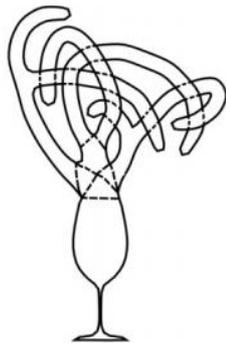
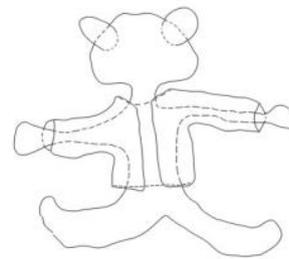
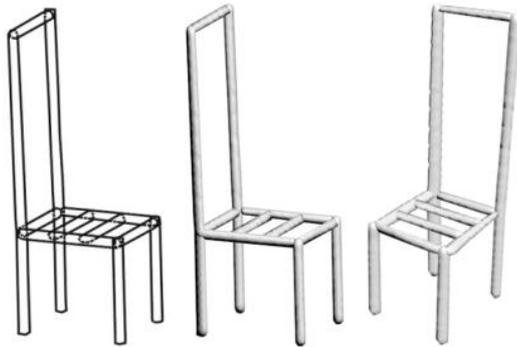
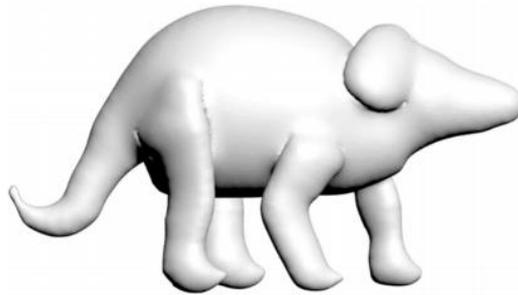
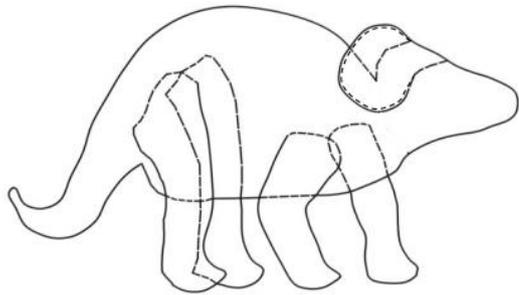
Résultats et discussion

Ensemble de modèles 3D



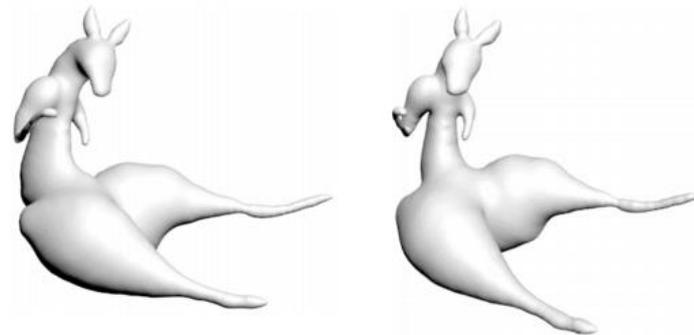
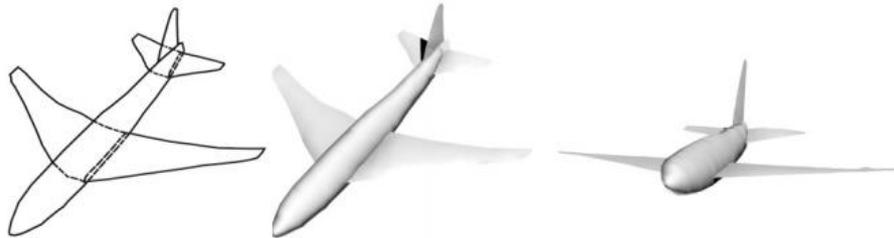
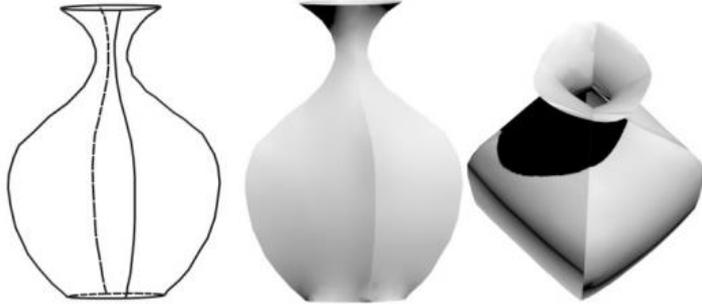
Résultats et discussion

Ensemble de modèles 3D



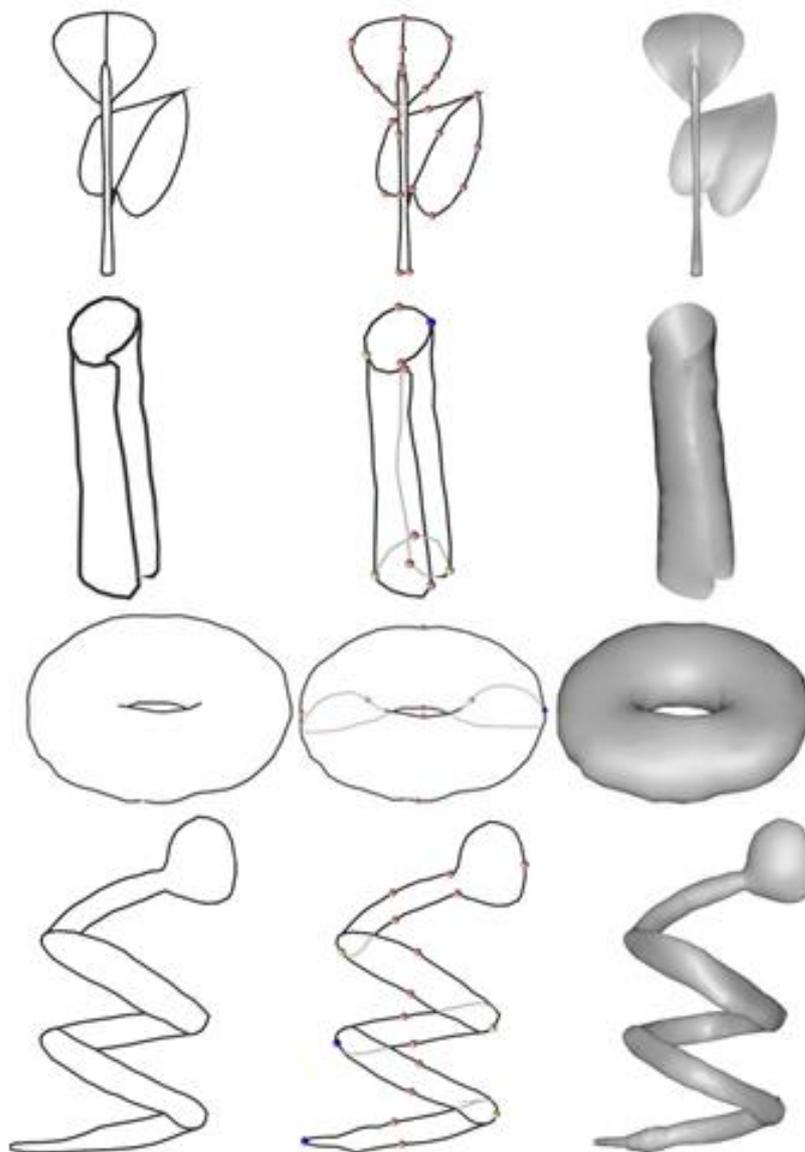
Résultats et discussion

Ensemble de modèles 3D



Résultats et discussion

Ensemble de modèles 3D

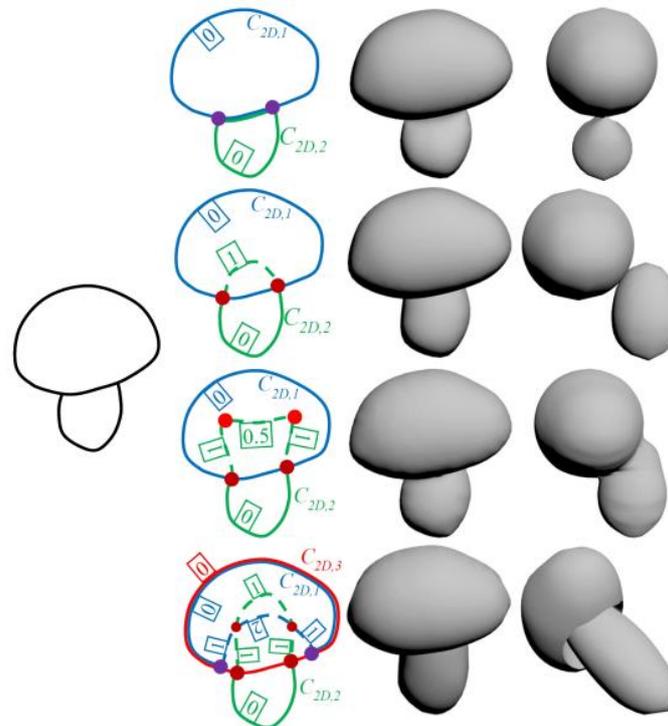


Bilan et limitations

- *Descriptive: Interactive 3D Shape Modeling from A Single Descriptive Sketch. Computer Aided Design*
- Capable de reconstruire une grande variété de formes
 - Pas de restriction sur la nature de l'objet
 - Pas de restriction sur l'angle de vue
 - Pas de restriction sur le genre
 - Reconstitue les formes complexes
- Temps d'apprentissage et de reconstruction plus faible que pour un modèleur classique

Bilan et limitations

- Pas automatique
 —→ Interactions en 3D
- La façon de dessiner et regrouper n'est pas toujours évidente pour tout le monde



Sommaire

- 1 Contexte
 - Problématique
 - Types de méthodes existantes
- 2 Reconstruction 3D de Fleurs à partir de croquis
 - Problématique
 - Notre méthode
 - Résultats
 - Limitations
- 3 Modélisation géométrique de formes libres
 - Problématique
 - Descriptive
 - Étude utilisateur
 - Résultats et discussion
- 4 Conclusion
 - Bilan
 - Perspectives

Bilan de nos travaux

- Propose 2 méthodes permettant la reconstruction à base de croquis
 - La première est quasi-automatique, permet des résultats de qualité, mais est limitée aux fleurs.
 - La seconde permet de créer une variété de formes plus grande que les autres méthodes, mais nécessitent des interactions.
- Le problème d'une reconstruction de formes libres pleinement automatique reste donc ouvert.

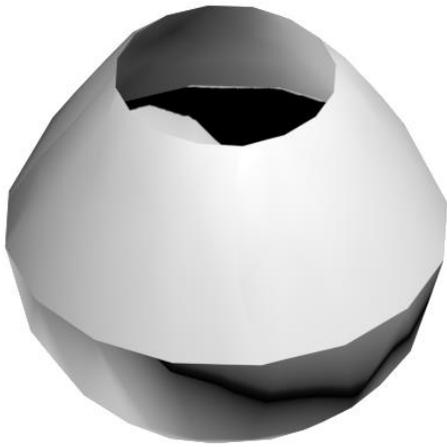
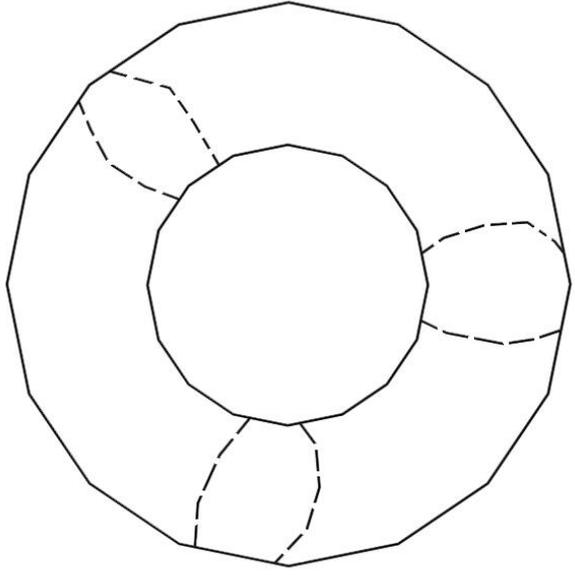
Perspectives de travail

- Améliorer notre seconde méthode
 - Réussir à réduire les interactions
 - Automatiser cette méthode
- Utilisation de plusieurs réseaux de neurones
 - Le premier pour segmenter le dessin d'entrée
 - Le second pour effectuer la reconstruction (c'est-à-dire déterminer les contraintes)

Perspectives futures

Merci

Questions / discussion ?



$$(p_i, p_{i+1}, p_{i+2}, p_{i+3})$$

$$(x_i, y_i, z_i), (x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1}), (x_{i+2}, y_{i+2}, z_{i+2}) \text{ et } (x_{i+3}, y_{i+3}, z_{i+3})$$

$$z = a \cdot x + b \cdot y + c$$

Problème des moindres carrés : $\min_{Q_{i:i+3}} \|P_{i:i+3} \cdot Q_{i:i+3} - Z_{i:i+3}\|^2$

$$Q_{i:i+3} = (a_{i:i+3} \ b_{i:i+3} \ c_{i:i+3})^T \longrightarrow \text{Coefficients du plan à déterminer}$$

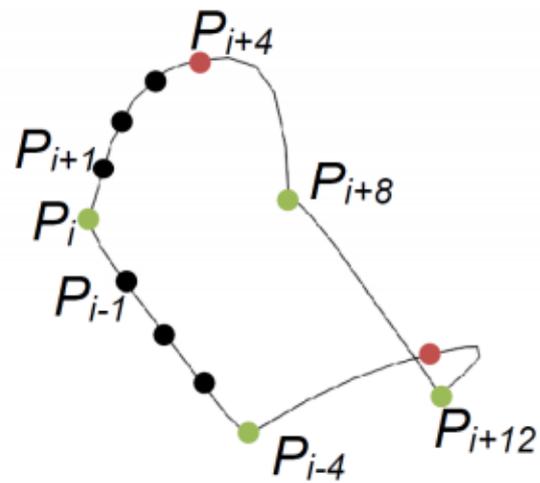
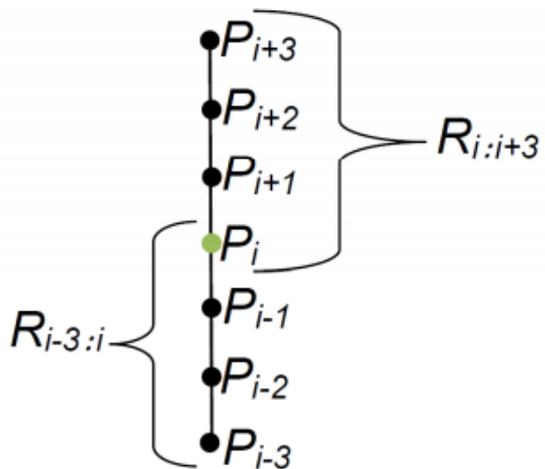
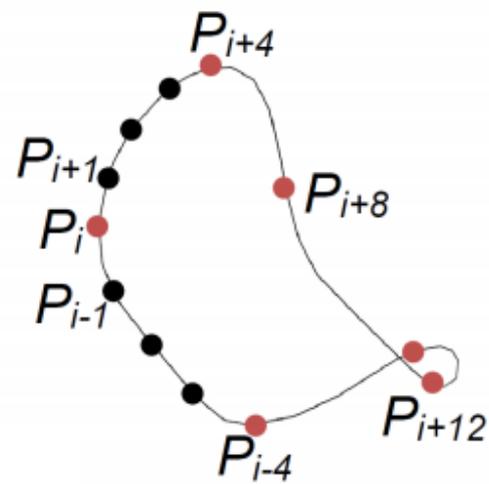
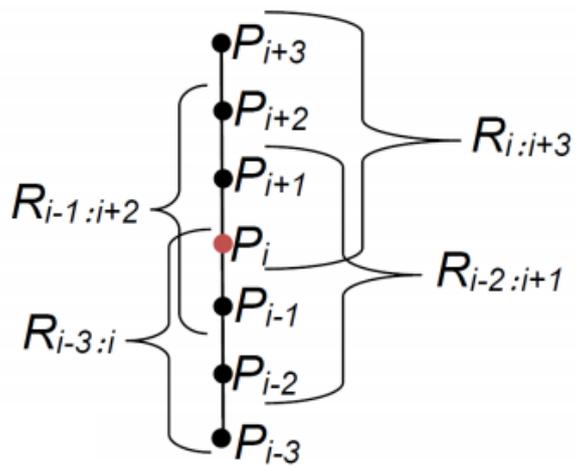
Ré-écrire selon Z:

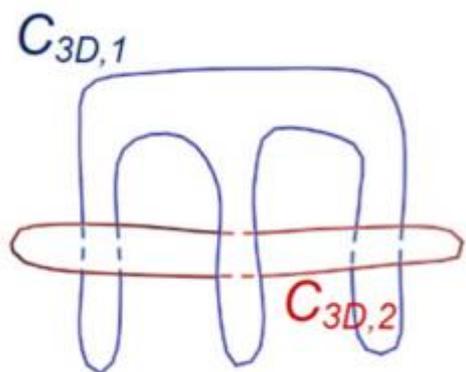
$$Q_{i:i+3} = (P_{i:i+3}^T \cdot P_{i:i+3})^{-1} P_{i:i+3}^T \cdot Z_{i:i+3} \rightarrow \text{Solution au problème}$$

$$P_{i:i+3} \cdot ((P_{i:i+3}^T \cdot P_{i:i+3})^{-1} P_{i:i+3}^T \cdot Z_{i:i+3})$$

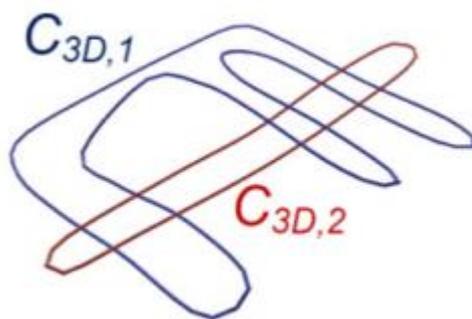
$$\min_{Z_{i:i+3}} \|R_{i:i+3} \cdot Z_{i:i+3}\|^2$$

$$\text{avec } R_{i:i+3} = (1 - P_{i:i+3} (P_{i:i+3}^T P_{i:i+3})^{-1} P_{i:i+3}^T)$$

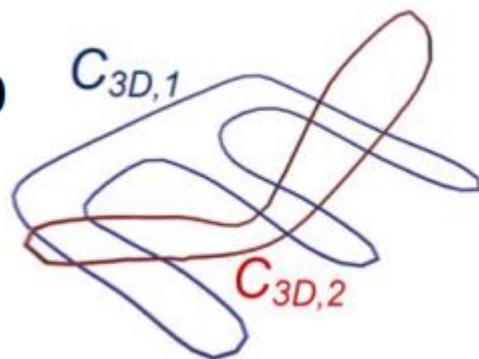




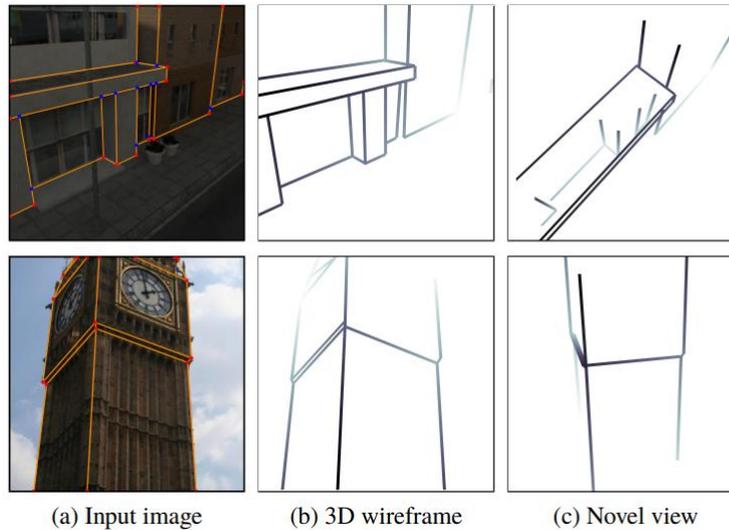
$$\alpha_1 = 1$$
$$\alpha_2 = 10$$



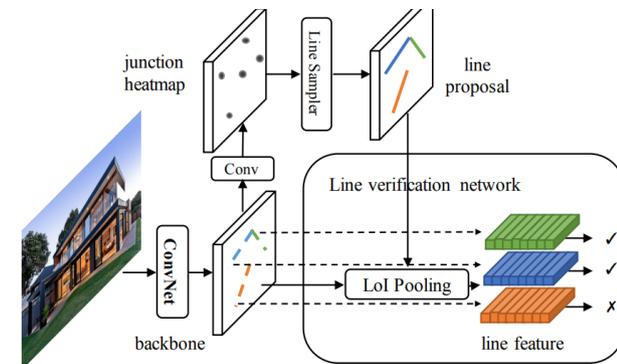
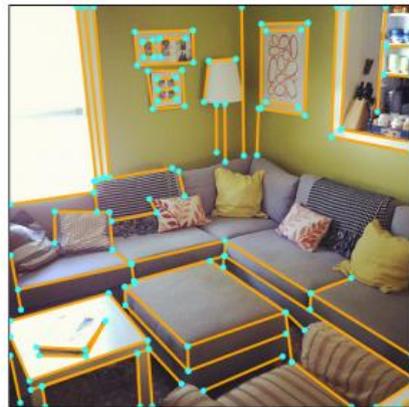
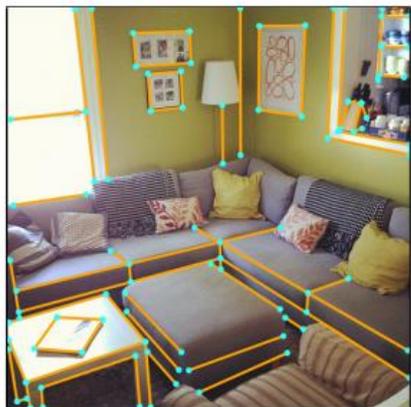
$$\alpha_1 = 10$$
$$\alpha_2 = 1$$



Learning to Reconstruct 3D Manhattan Wireframes from a Single Image, Zhou et al. 2019

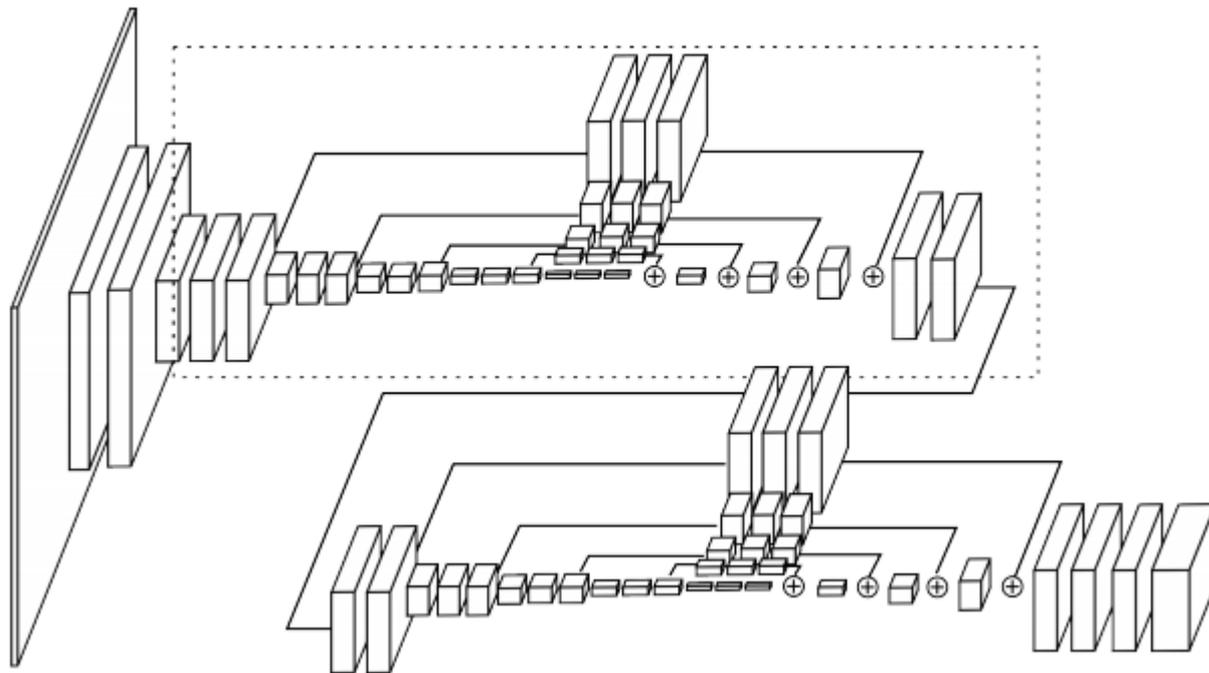


End-to-End Wireframe Parsing, Zhou et al. 2019

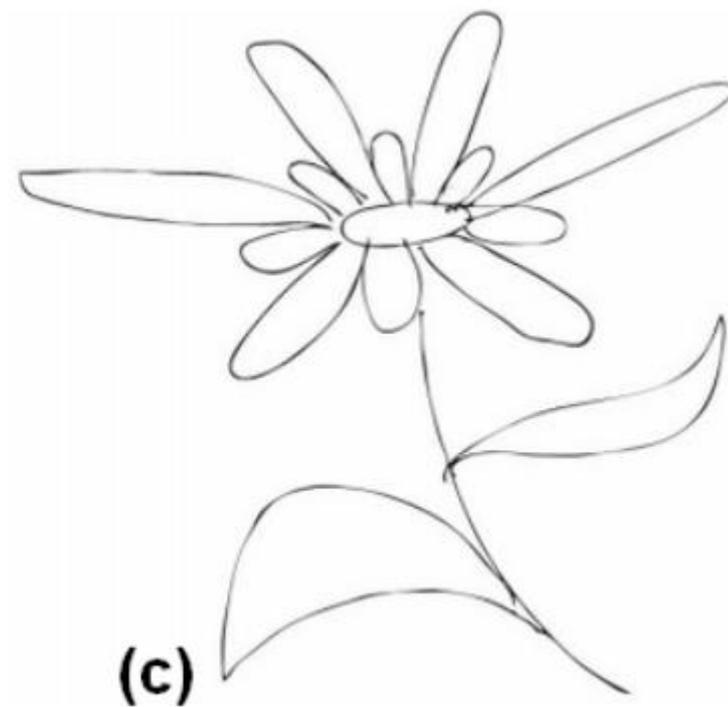
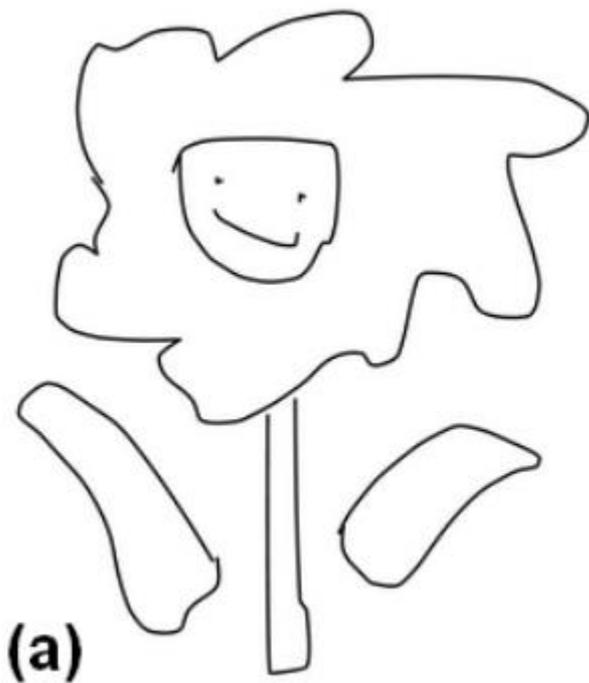


Stacked hourglass network (-> For human pose estimation, Newell et al. 2016)

Détecter les caractéristiques à toutes les échelles



Le premier module capture un ensemble de “heatmaps” indique la probabilité de jonctions.
Le second module utilise cette ensemble à toutes les échelles pour trouver des relations plus détaillés.

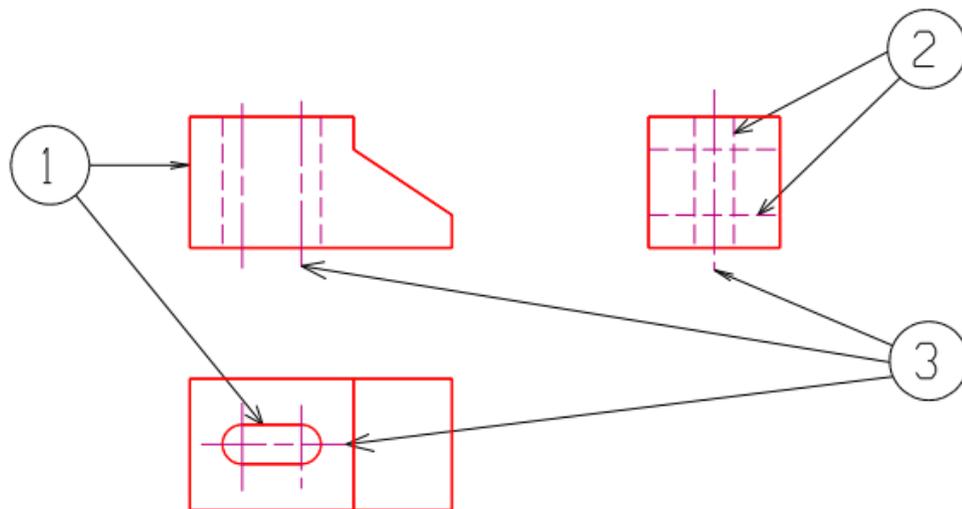


↓

Trop abstrait : on
demande un template

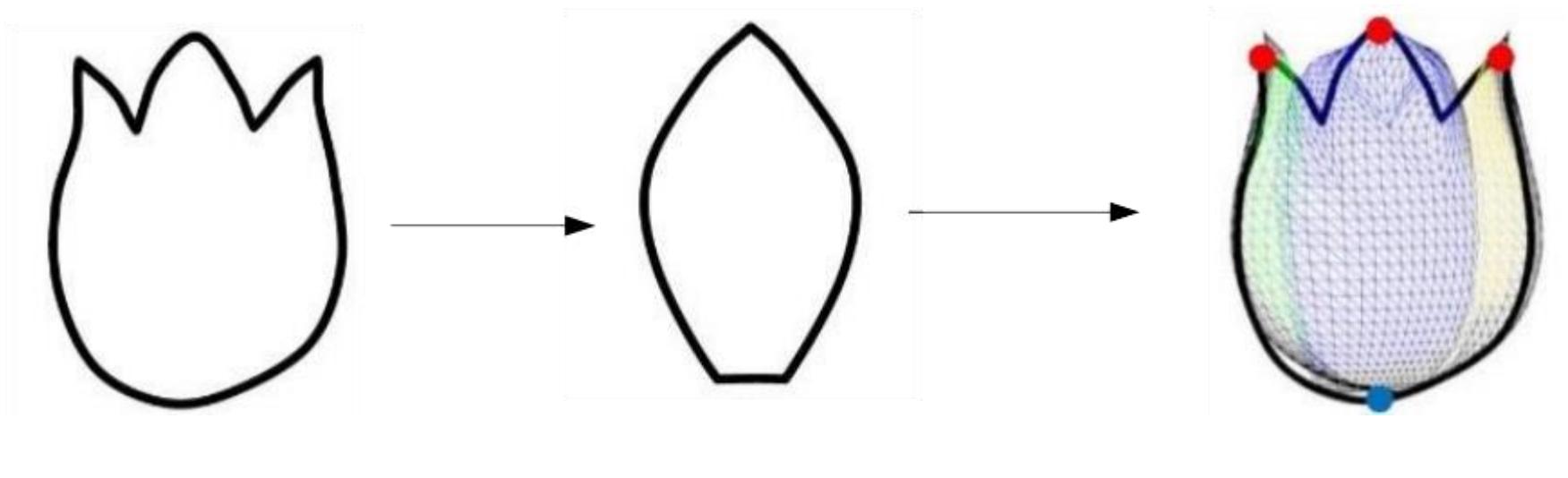
↓

Trop de détail, la
segmentation échoue

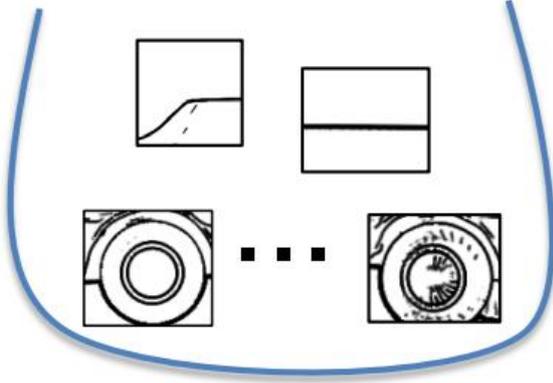
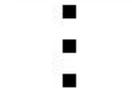
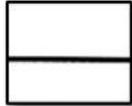
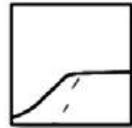
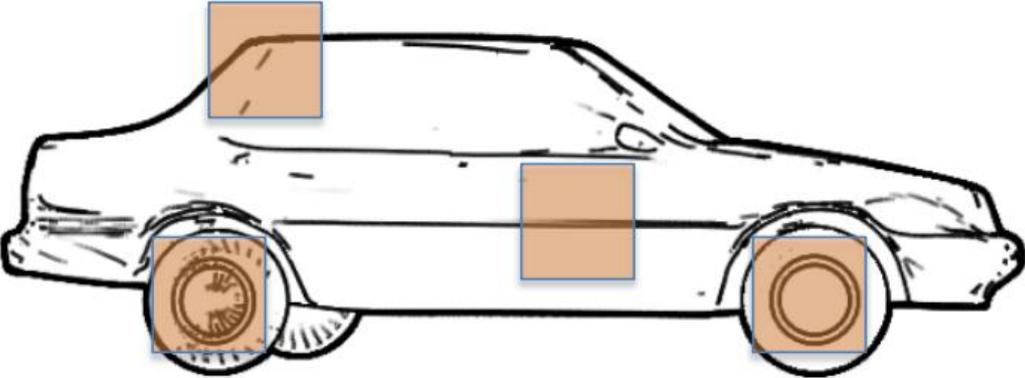


Désignation	Largeur		Utilisation
(1) continu fort	e		<ul style="list-style-type: none"> arêtes et contours vus contours de <i>sections</i> sorties flèches indiquant les sens d'observation
continu fin	$< e/2$		<ul style="list-style-type: none"> <i>arêtes fictives</i> <i>hachures</i> lignes de <i>cotes</i> et d'attache contours de <i>sections</i> rabattues fonds de filets vus limites de coupes locales (à main levée)
(2) interrompu fin	$e/2$		<ul style="list-style-type: none"> arêtes et contours cachés <i>filetage</i> et <i>tarudages cachés</i>
(3) mixte fin	$< e/2$		<ul style="list-style-type: none"> axes et traces de plans de symétrie lignes primitives d'engrenages
mixte fin à deux tirets	$< e/2$		<ul style="list-style-type: none"> contours de pièces voisines positions extrêmes de pièces mobiles

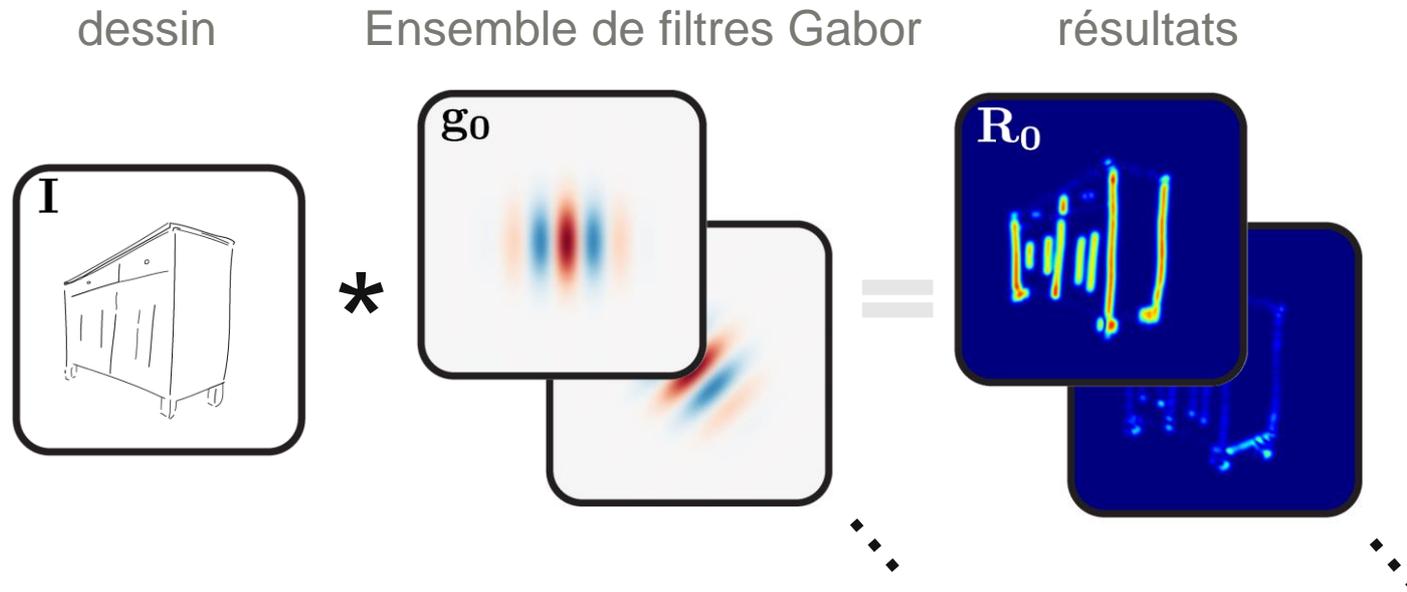
Visualisation 3D	Représentation 2D



Caractéristiques locales



Bag-of-features [Sivic'03]



k-means clustering de un million de caractéristiques locales (ensemble des modèles et vue)
 pour générer un vocabulaire visuel => 2500 mots.

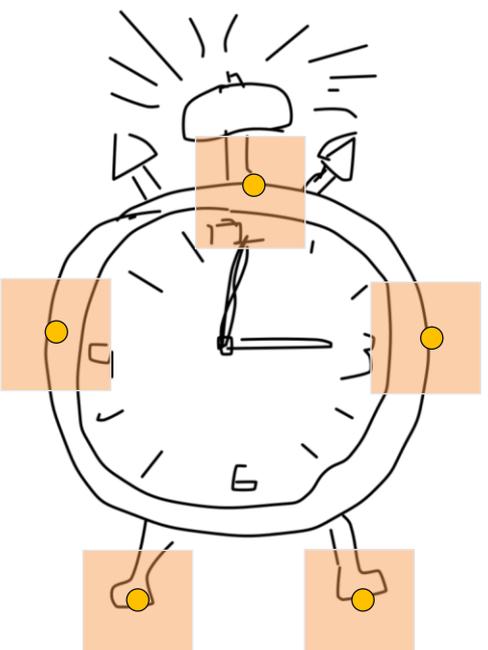
Vecteur de caractéristiques

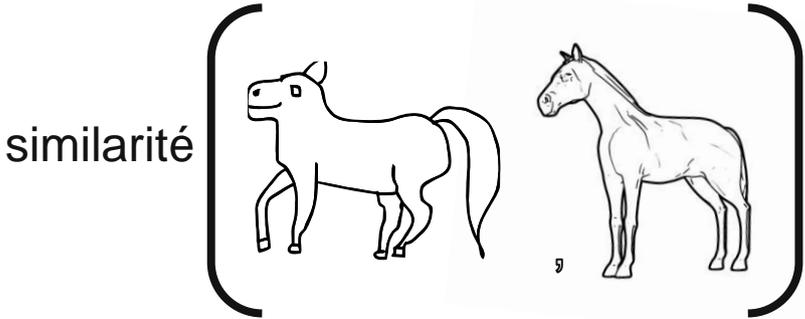


Vocabulaire visuel



Caractéristiques locales



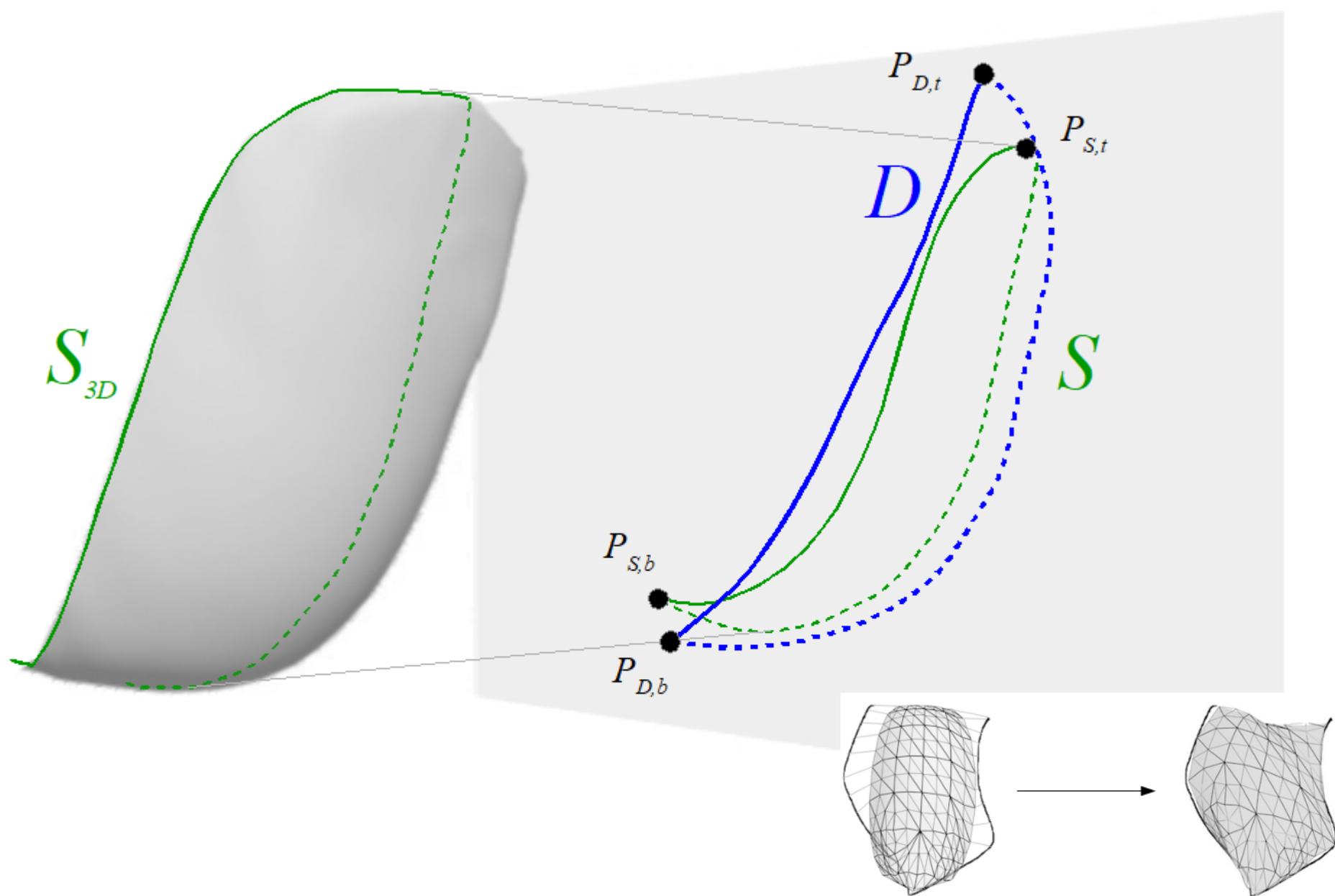


=



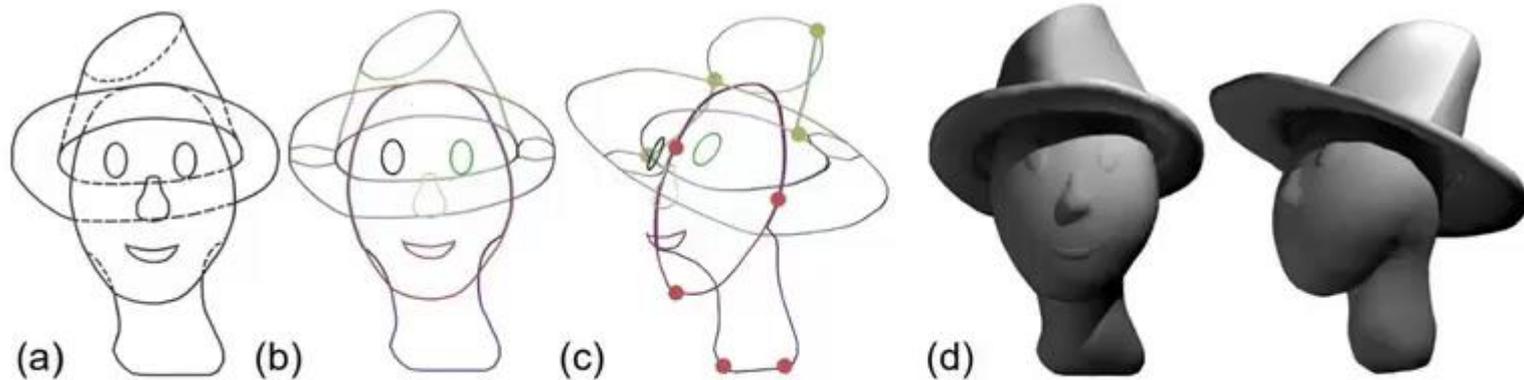
,





Local specifiers and more

Descriptive: Interactive 3D Shape Modeling from a Single Descriptive Sketch



Algorithm LIN: Algebraic Distance

The algebraic distance algorithm minimizes the objective function

$$\epsilon^2(\mathbf{a}) = \sum_{i=1}^n F(\mathbf{a}, \mathbf{x}_i)^2 = \|D\mathbf{a}\|^2$$

subject to the constraint that $\|\mathbf{a}\|^2 = 1$. The *design matrix* D is the $n \times 6$ matrix with rows χ_i . The constrained objective function $E = \|D\mathbf{a}\|^2 - \lambda(\|\mathbf{a}\| - 1) = \mathbf{a}^T D^T D \mathbf{a} - \lambda(\mathbf{a}^T \mathbf{a} - 1)$ is minimized analytically to form an eigenvector problem [4]:

$$\nabla_{\mathbf{a}} E = 0 \quad \iff \quad 2D^T D \mathbf{a} - 2\lambda \mathbf{a} = 0$$

where λ is a Lagrange multiplier. The minimizer \mathbf{a}_{\min} is then the eigenvector of $D^T D$ corresponding to the smallest eigenvalue.