

# Rendu Expressif

*Crédits :*

Joëlle Thollot, Adrien Bousseau, Vincent Boyer, David Vanderhaege, Aaron Hertzmann  
Szymon Rusinkiewicz, Forrester Cole, Doug DeCarlo, Adam Finkelstein, Craig Kaplan

# Il y a des images partout

Packaging

Advertising

Websites

Instructions

Signs

Start new search

Search

Graphic novels

TV



- C  
Time le  
Bid his  
Curren  
Enter  
Item  
Ship  
Pay

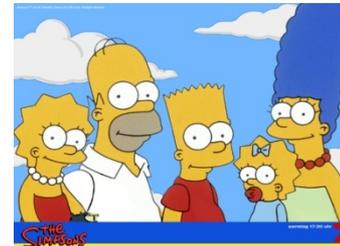


# Différents types d'images

inspiré par [McCloud 94]

## Comment

Stylisé



Réaliste



Complexe

Simple

Quoi

# Différents messages

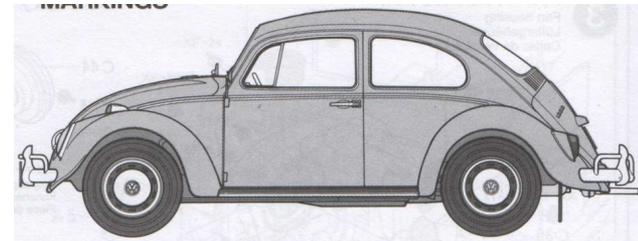
## Comment

Stylisé



Illustration by Kevin Kidney, 1999 © Disney

Réaliste



Complexe

Simple

Quoi

# A quoi servent les images ?

## Transmettre un message

- Informatif
- Émotionnel

## Dépend du métier

Architecture, visualisation scientifique, documentation technique, enseignement, art

## **Rendu expressif**

outils informatiques pour la communication visuelle

# Informatique ?

L'ordinateur comme **outil** au service de la **création**

## Données variée

- Images, geste, films, scènes 3D, résultat de mesures...

## Automatique vs. Manuel

- Trouver le bon compromis
- Adapter à l'utilisateur : novice vs. expert
- Prise en compte de la perception  
⇒ Une image est faite pour être vue

# Les questions (non exhaustif)

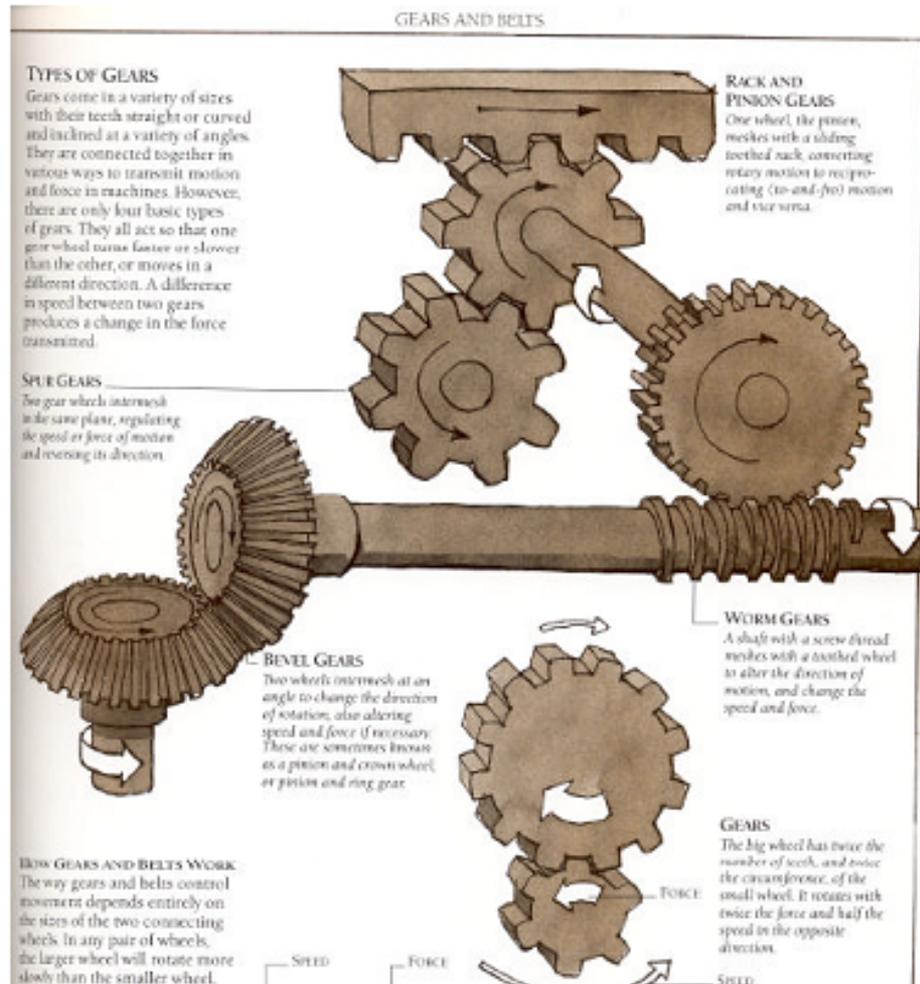
## **Comment faciliter la création d'une image ?**

- C'est quoi le style ?
- Quels outils pour créer un dessin, une peinture ?
- Comment styliser une animation ?

## **Comment transmettre le message souhaité ?**

## **Qu'est ce qui rend une image efficace ?**

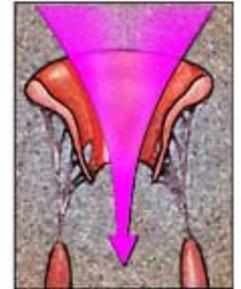
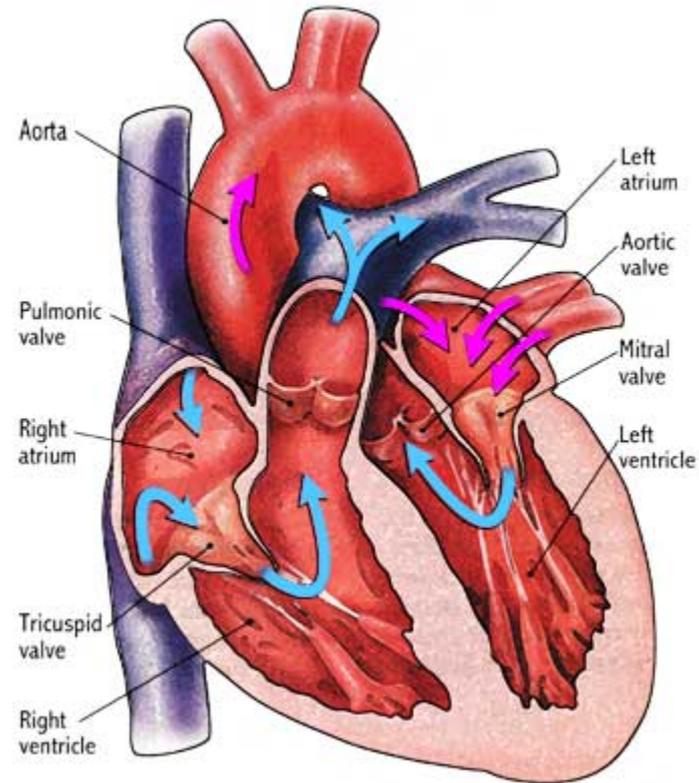
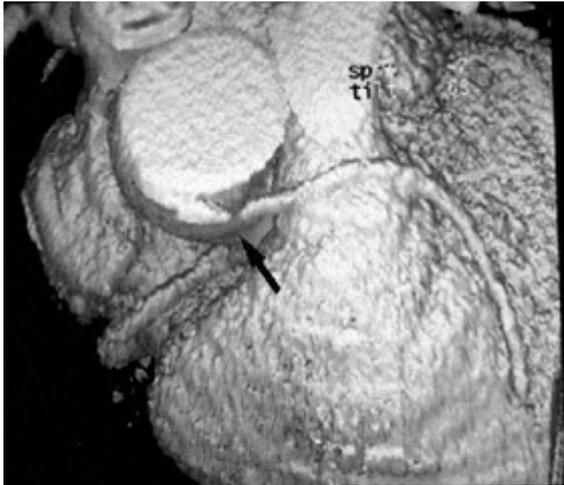
# Omettre les détails superflus



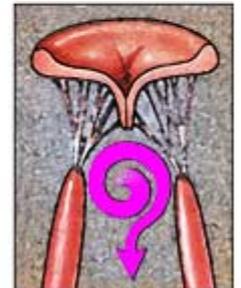
Macaulay : The Way Things Work, 1988

# Clarifier, simplifier les formes

<http://www.labiomed.org/cardiology/>



The valve opens to let blood through.

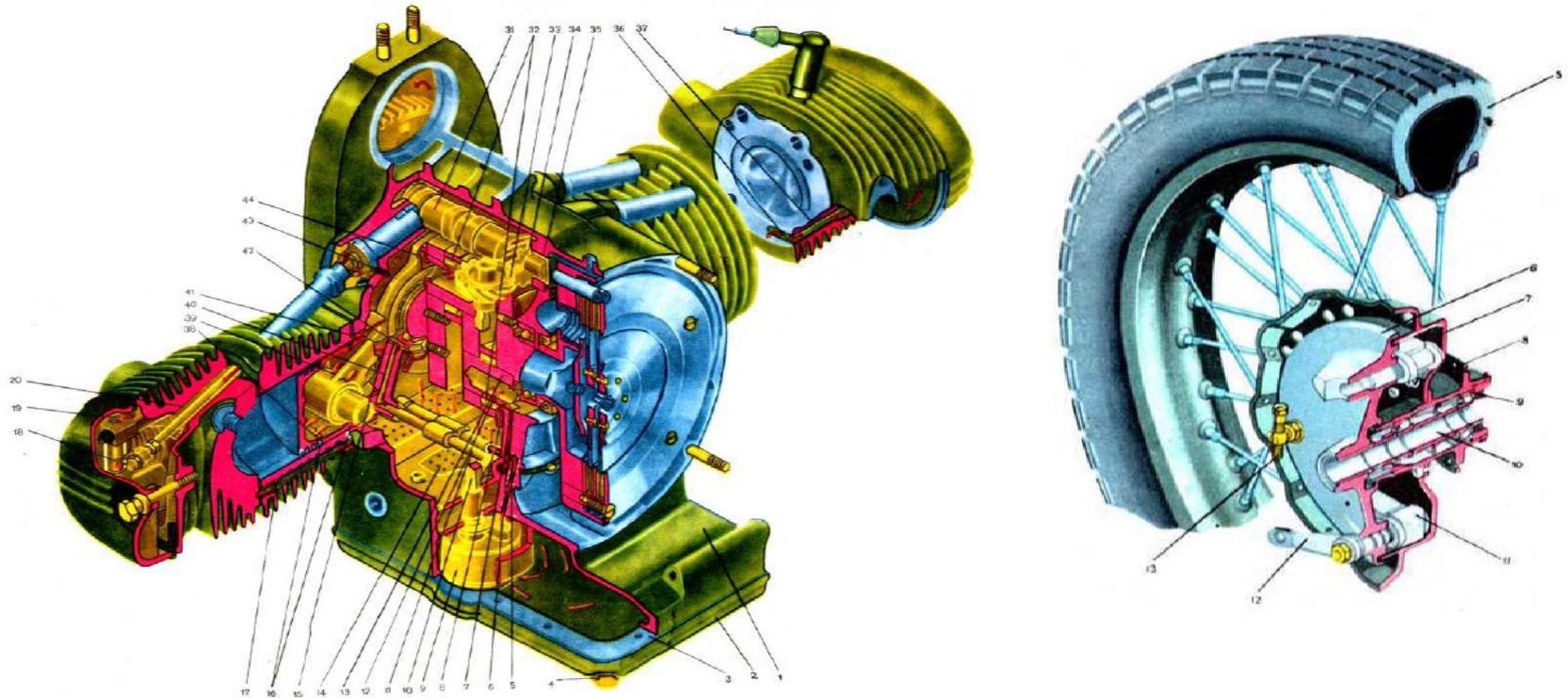


The valve closes to stop blood from flowing backward.

<http://www.cts.usc.edu/hpg-heartvalvesurgery.html>

<http://www.imagingcentres.com/ct.html>

# Montrer les parties cachées



[dnepr.ural.free.fr/Doc\\_Avtoexport-M66.pdf](http://dnepr.ural.free.fr/Doc_Avtoexport-M66.pdf)

# Attirer l'attention (et l'inverse)



[static.howstuffworks.com](http://static.howstuffworks.com)

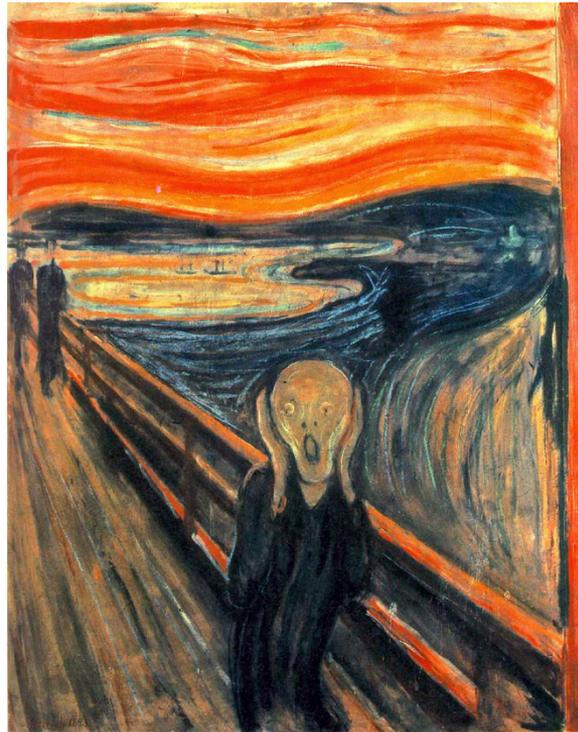


[www.lanature.fr](http://www.lanature.fr)

# Suggérer l'approximation



# Retranscrire une atmosphère ou une émotion



# Mais qu'est-ce qu'une image ?

## Scène 3D

- Objets
- Matériaux
- Formes

## Projection 2D



# Mais qu'est-ce qu'une image ?

## Scène 3D

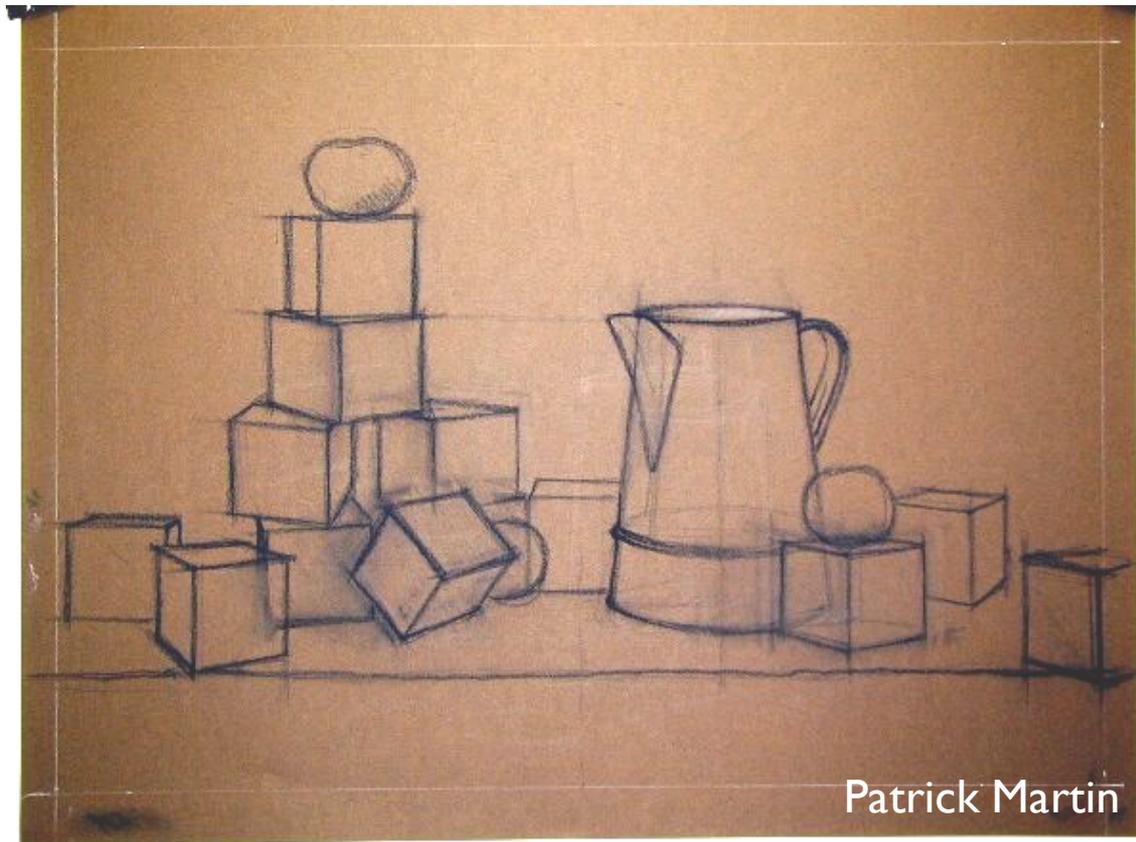
- Objets
- Matériaux
- Formes



# Mais qu'est-ce qu'une image ?

## Extraction de primitives 1D et 2D

- Lignes
- Jonctions
- Régions



Patrick Martin

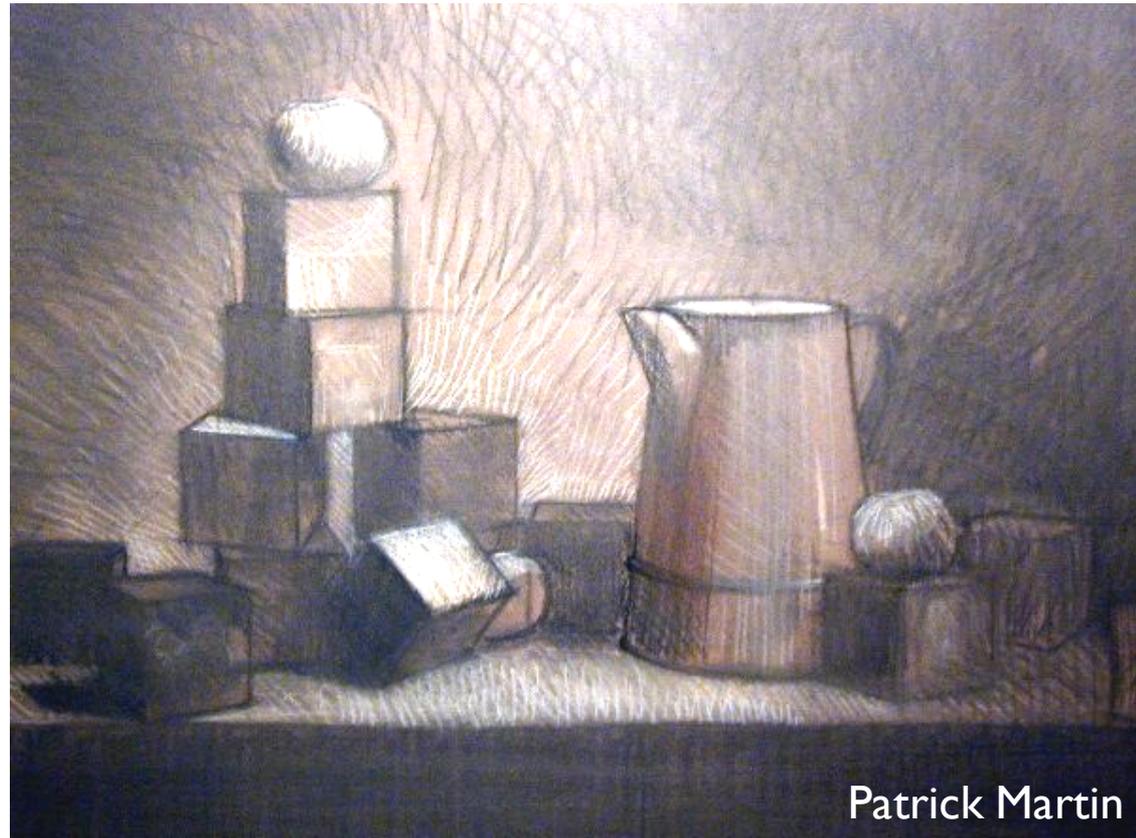
# Mais qu'est-ce qu'une image ?

## Medium

- Hachures
- Pigments
- Coups de pinceau

## Indices visuels

- Lumière
- Forme
- Matériaux



Patrick Martin

# Systeme de representation

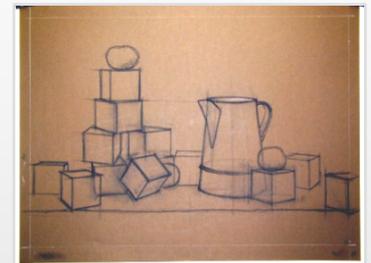
**Spatial** : 3D vers 2D

*Projection perspective, orthogonale, autre*



**Primitives** : points, lignes, régions

*Éléments projetés de la 3D vers la 2D*



**Marques** : Trace de l'outil en 2D

*Pixel, points, lignes, régions*



*An Invitation to Discuss Computer Depiction.* [Willats et Durand, 2005]

# Systeme de representation

## Systeme d'attributs :

Lien scene/primitives projetees/marques

## Attributs de la scene :

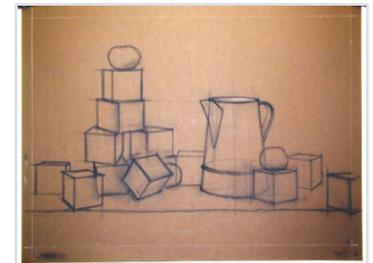
Couleur, profondeur, eclairage...

## Attributs de marques :

Couleur, epaisseur, orientation...

## Lien :

Orientation en fonction de l'eclairage...



*An Invitation to Discuss Computer Depiction.* [Willats et Durand, 2005]

# Plan

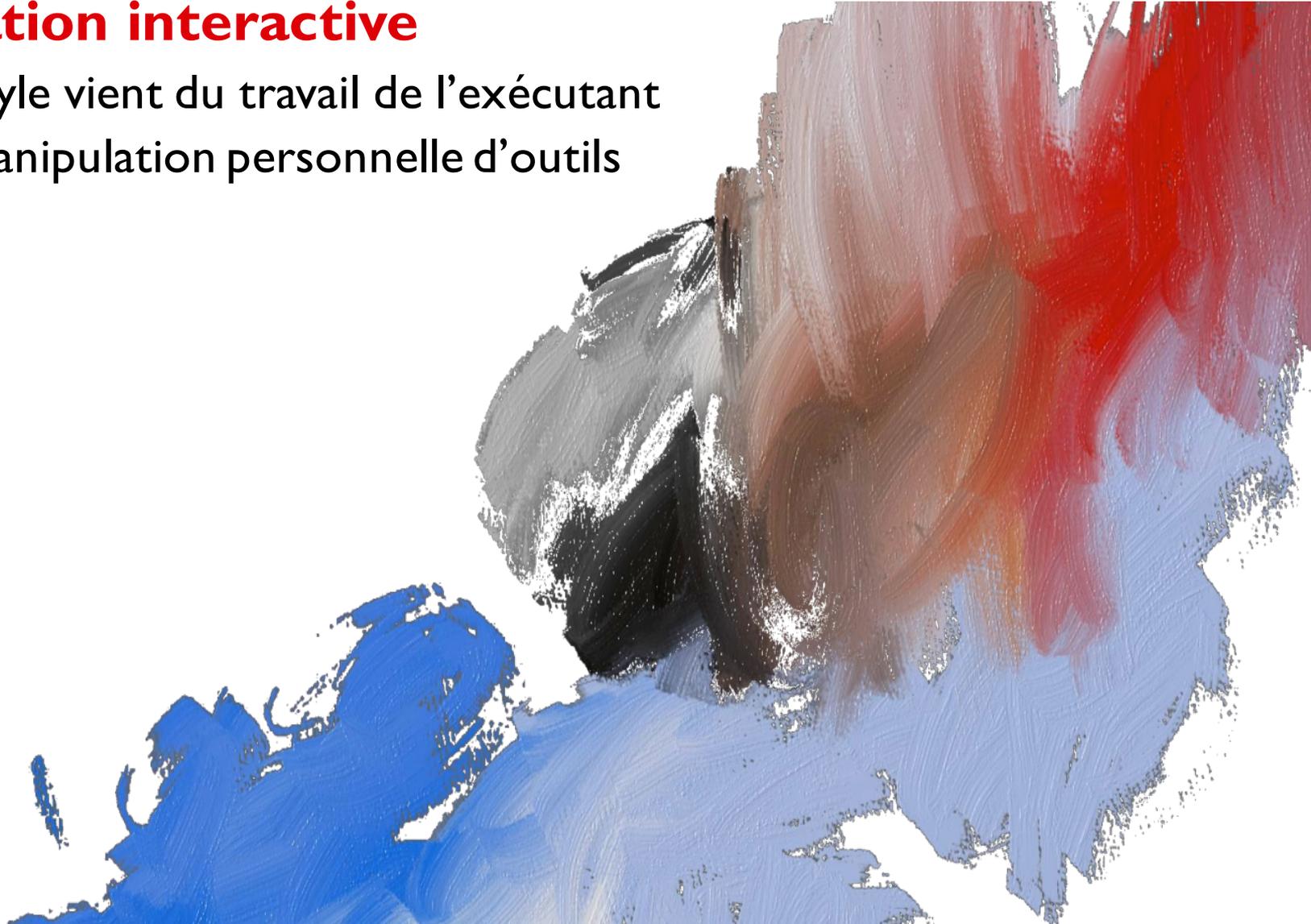
1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

# Le style en rendu expressif

[Chu et al. 2010]

## Création interactive

- Style vient du travail de l'exécutant
- Manipulation personnelle d'outils



# Simulation d'outils / medium

## Simulation de fluides

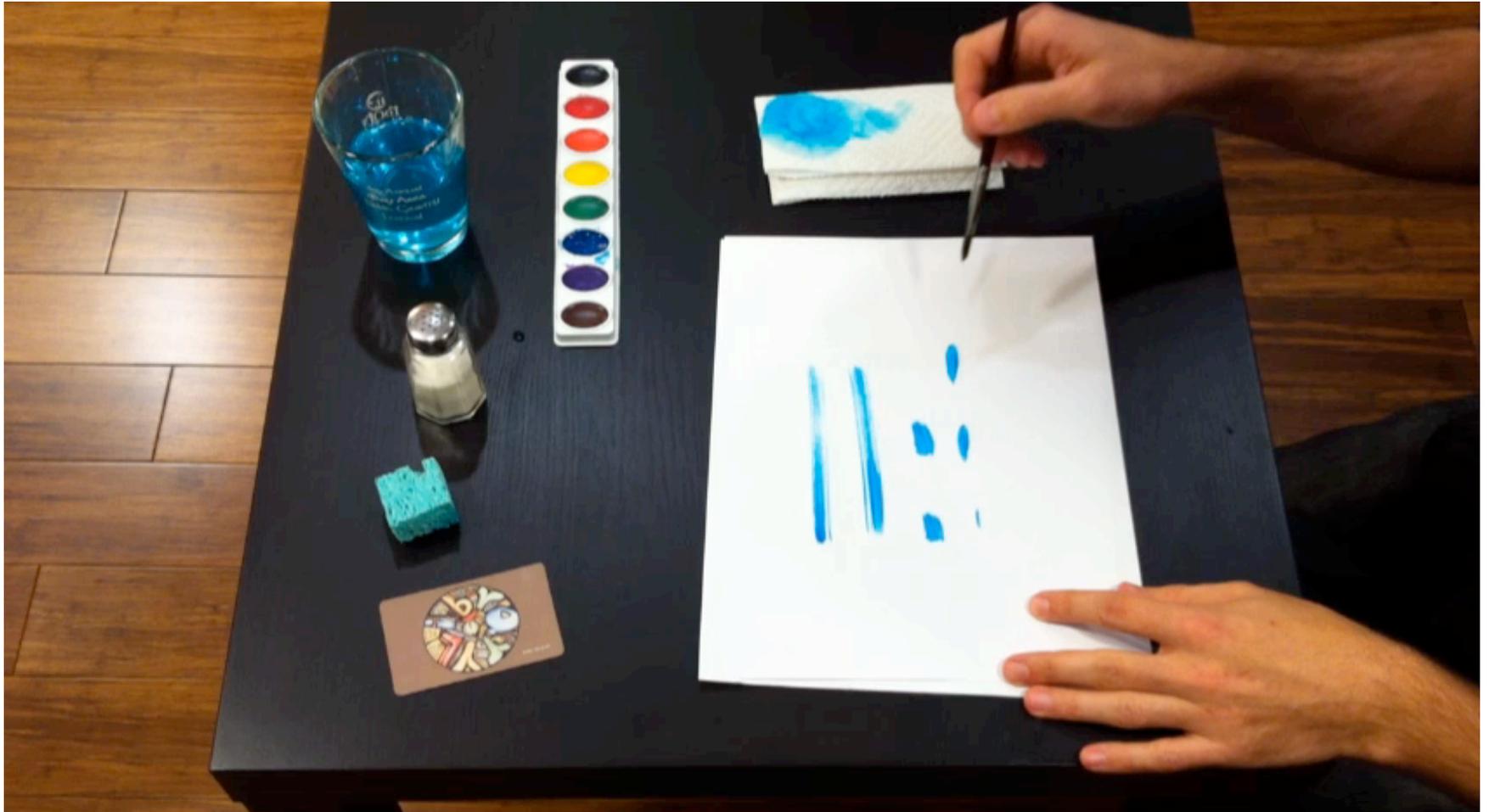
Modèles élaborés de pinceaux



*IMPasto: A realistic, interactive model for paint.* [Baxter et al., 2004]

**Fresh Paint.** Microsoft... autres produits commerciaux **Corel Painter, ArtRage**

# Données capturées



***RealBrush: Painting with Examples of Physical Media.***

[Lu et al., 2013]

# Le style en rendu expressif

## Création interactive

- Style vient du travail de l'exécutant
- Manipulation personnelle d'outils

## Génération automatique

- Définition procédurale
- Programmation
- Par l'exemple

[Hertzmann, 1998]



# Attributs

**Style = fonction de transfert**

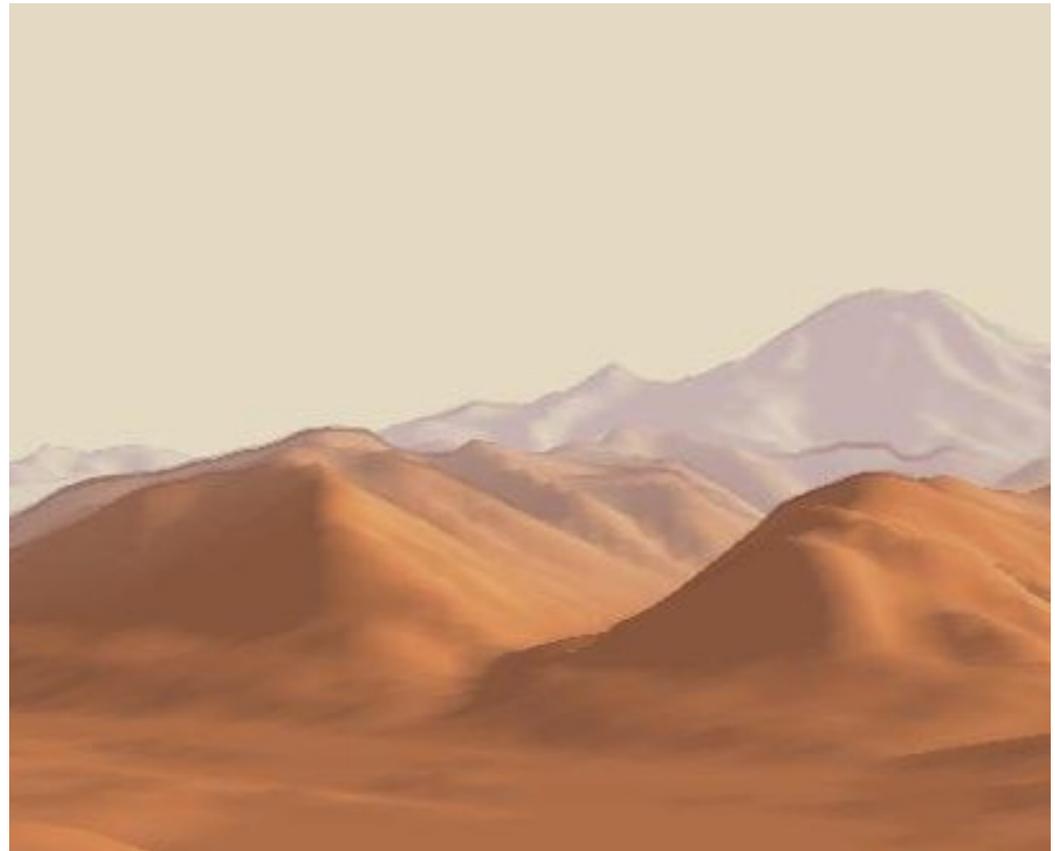
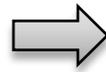
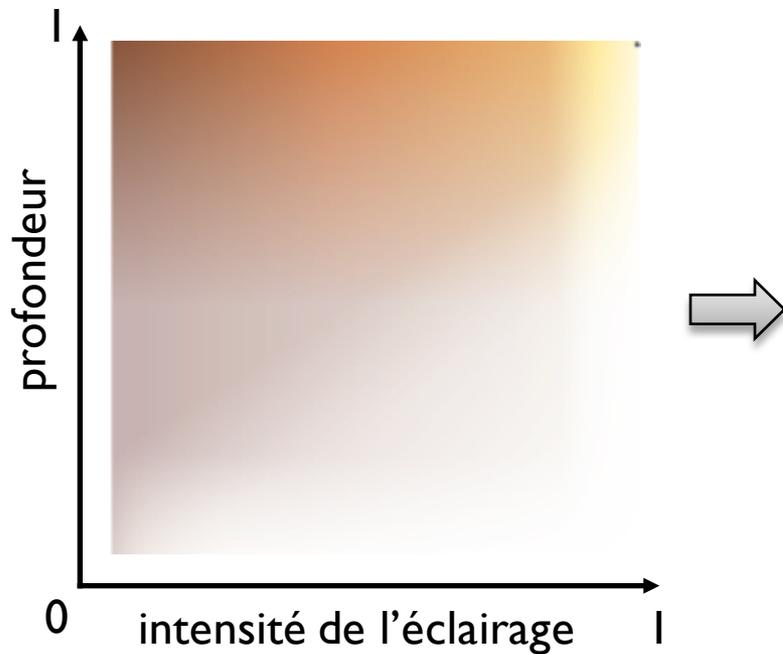
...de la **scène** vers les **attributs** des marques

⇒ Comment **combiner** les choix utilisateurs  
et les informations de la scène ?

⇒ Compromis entre **automatique** et **manuel**

# Profondeur vers couleur

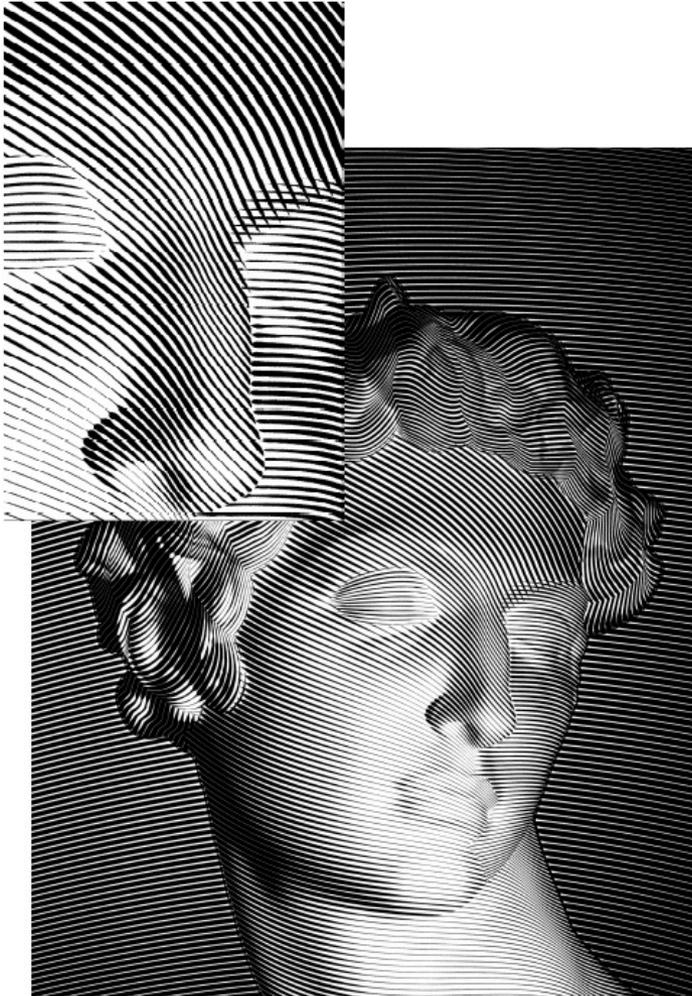
## Perspective atmosphérique



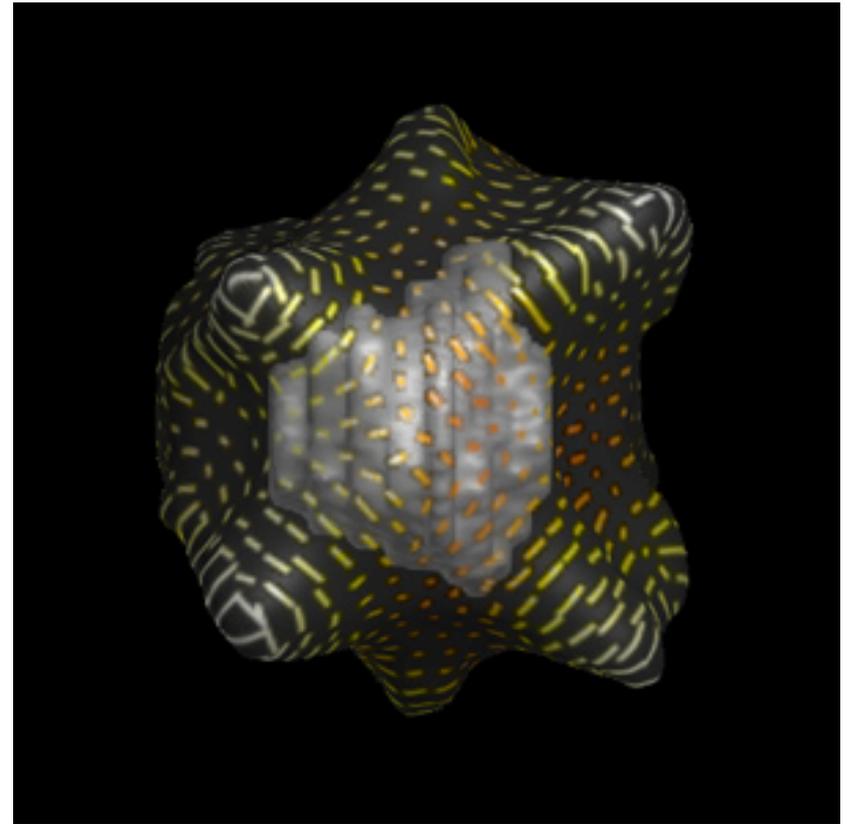
***X-Toon: An extended toon shader.***

[Barla et al. 2006]

# Courbure vers orientation



**Digital facial engraving.**  
[Ostromoukhov, 1999]



**Illustrating surface shape in volume data via  
principal direction driven 3D line integral  
convolution.** [Interrante, 1997]

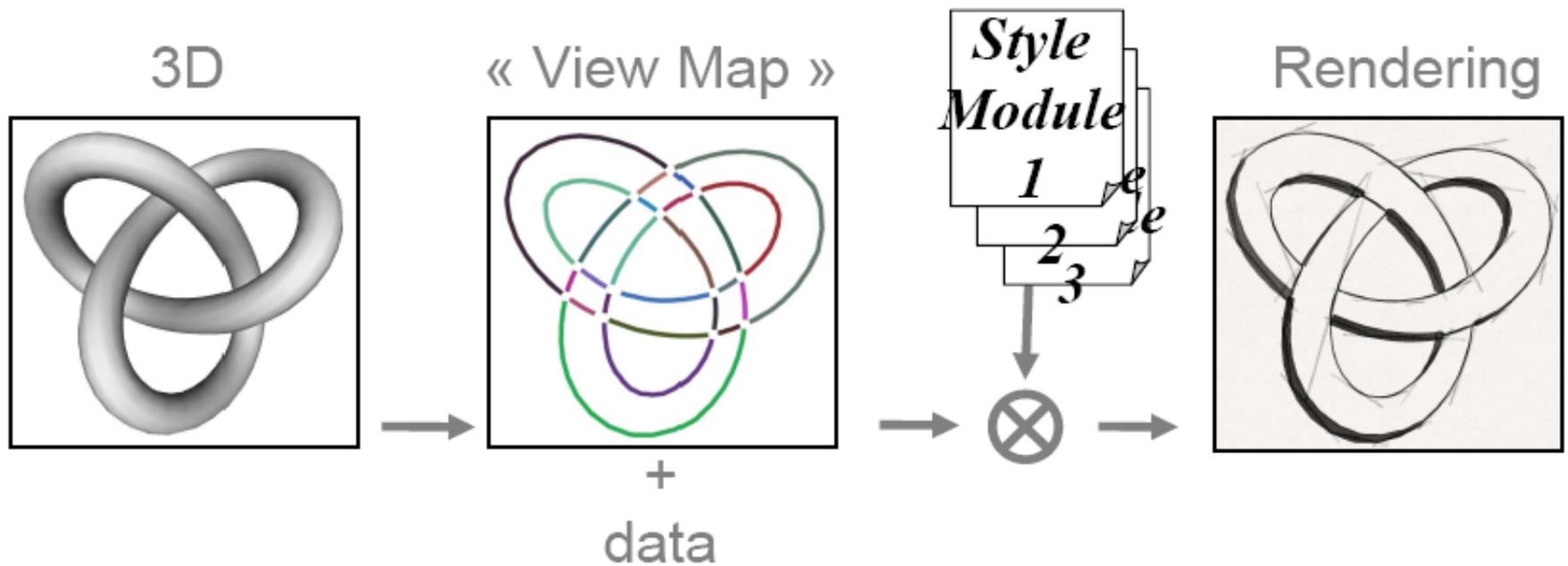
# Définition procédurale



***A dynamic drawing algorithm for interactive painterly rendering.***  
[Vanderhaeghe et al., 2006]

# Approches programmables

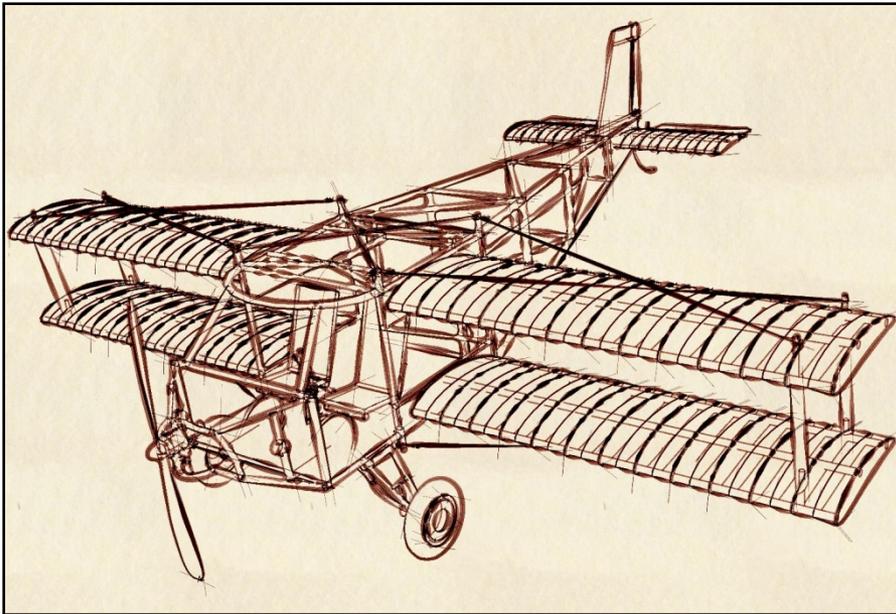
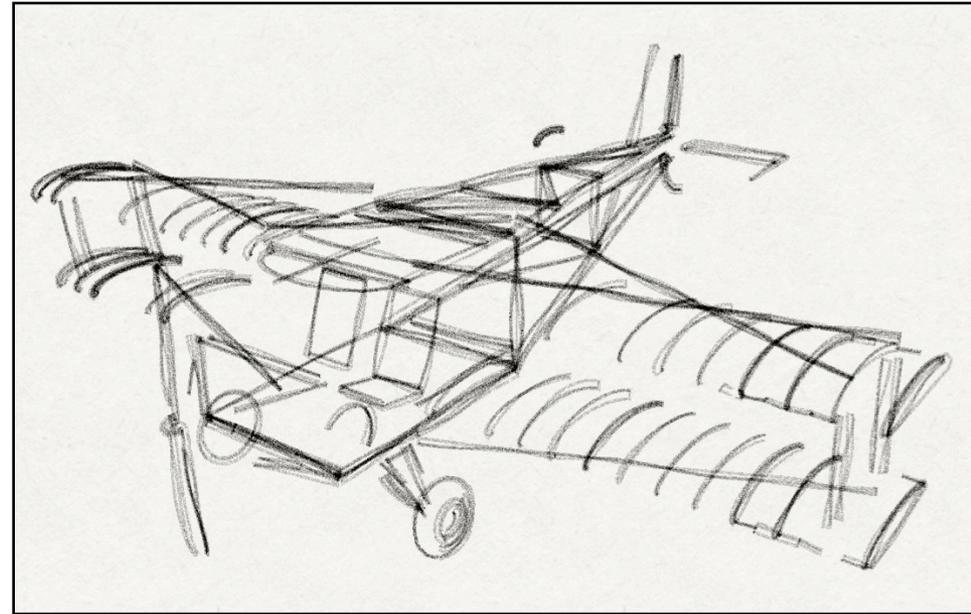
## Freestyle



**Programmable rendering of line drawing from 3D scenes.**

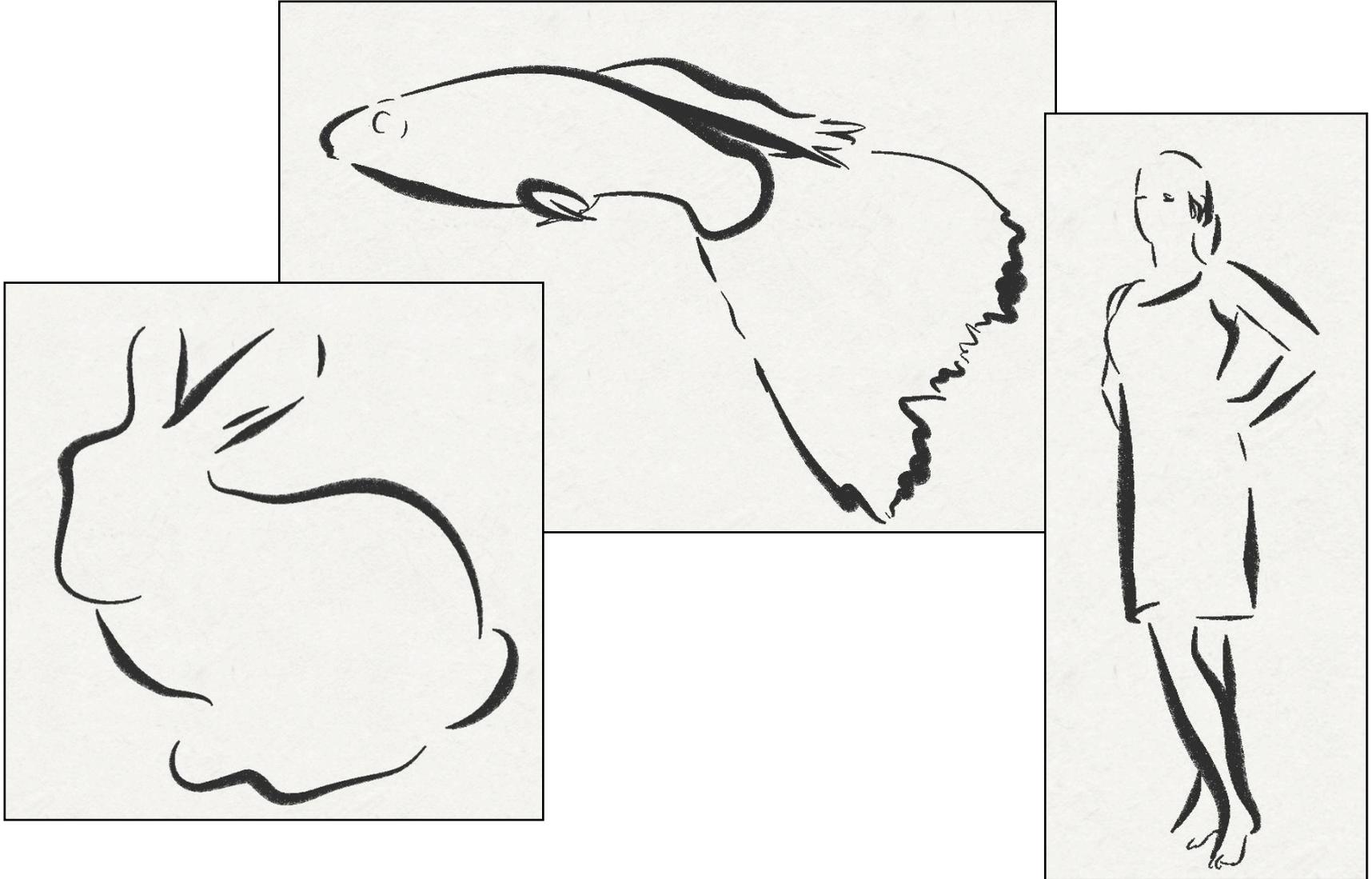
[Grabli et al., 2010]

# Approches programmables

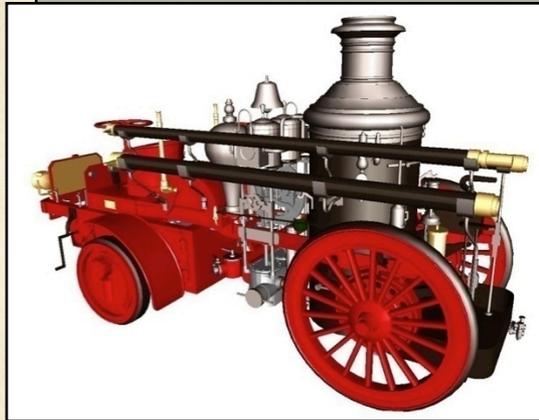
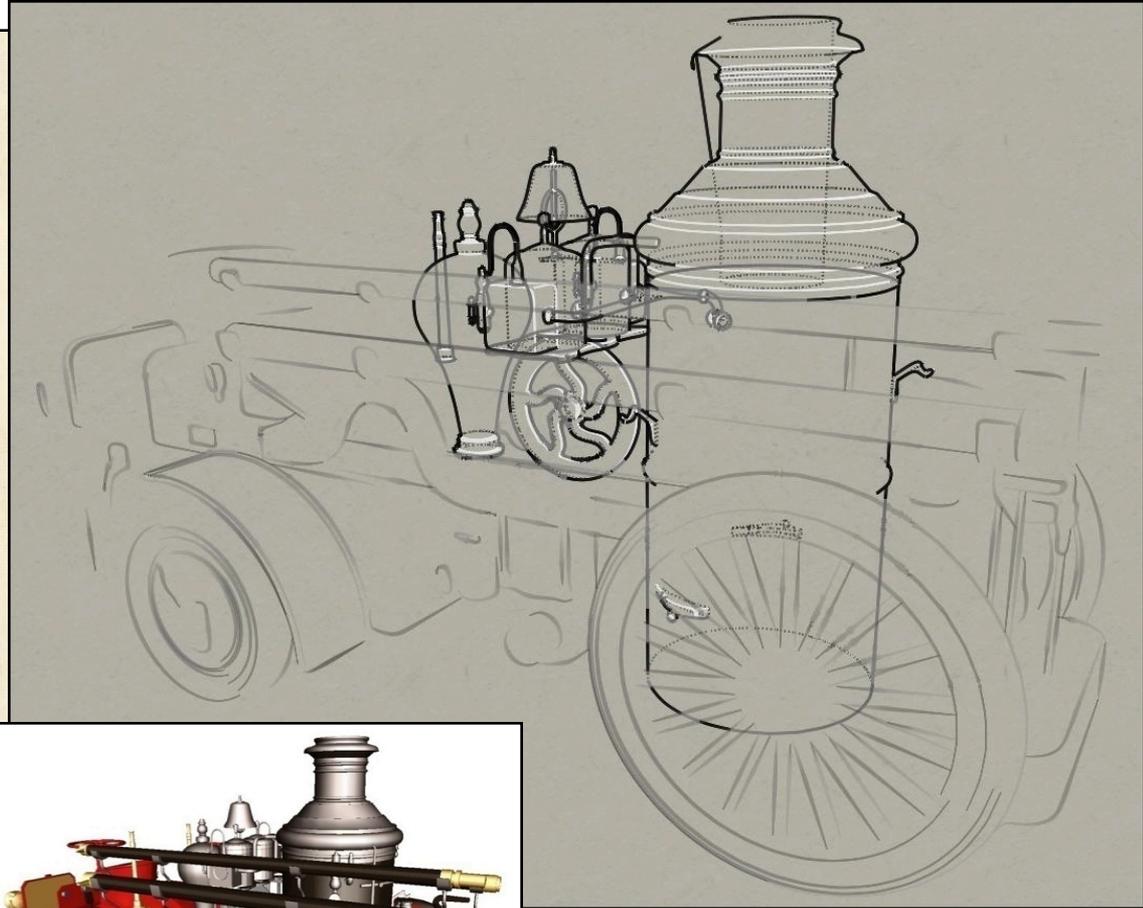


**Programmable rendering of line drawing from 3D scenes.**  
[Grabli et al., 2010]

# Approches programmables



# Approches programmables

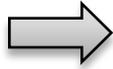


# Style par l'exemple

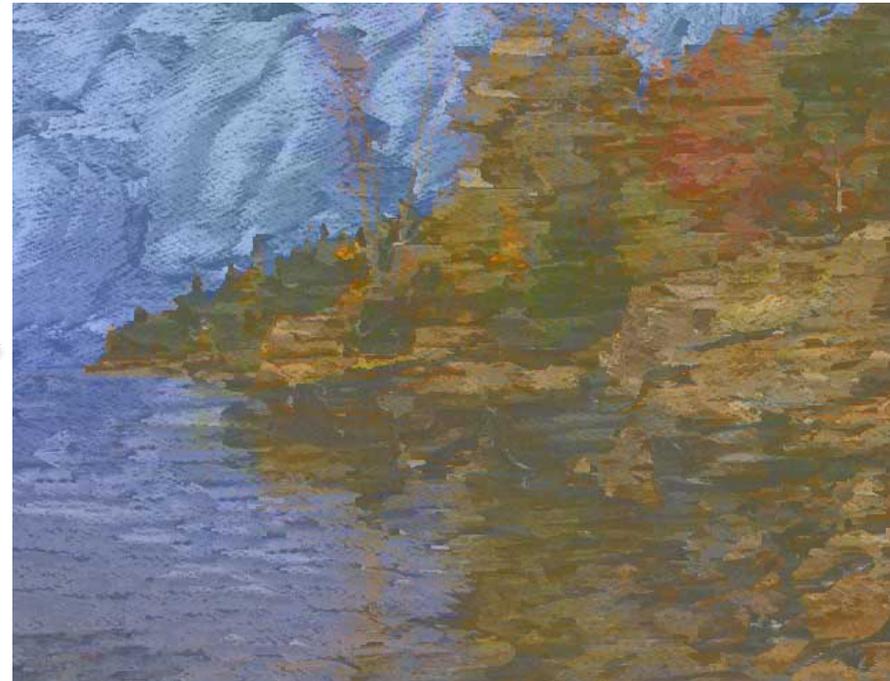
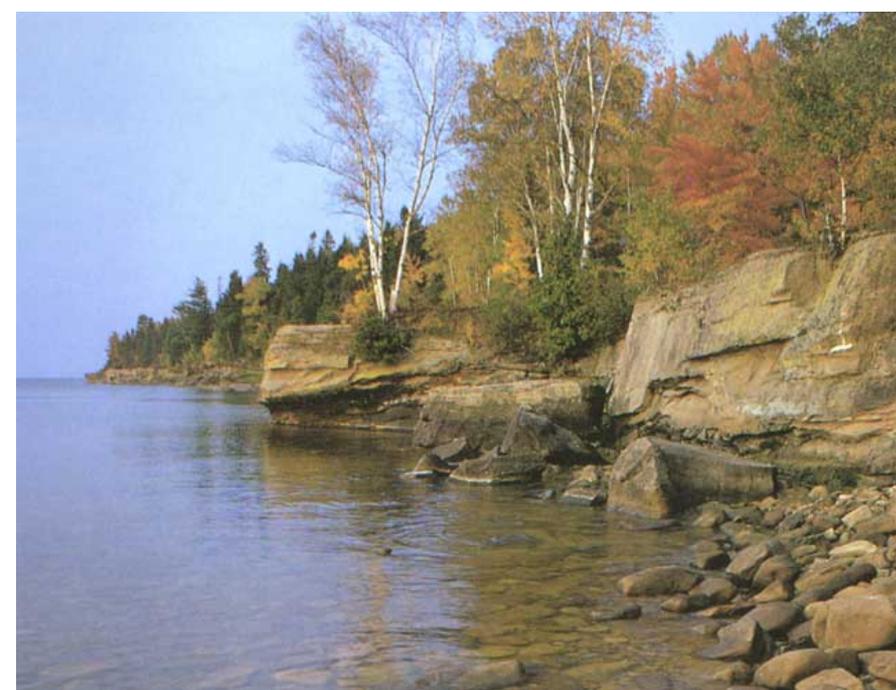
*Image Analogies.*  
[Hertzmann et al., 2001]



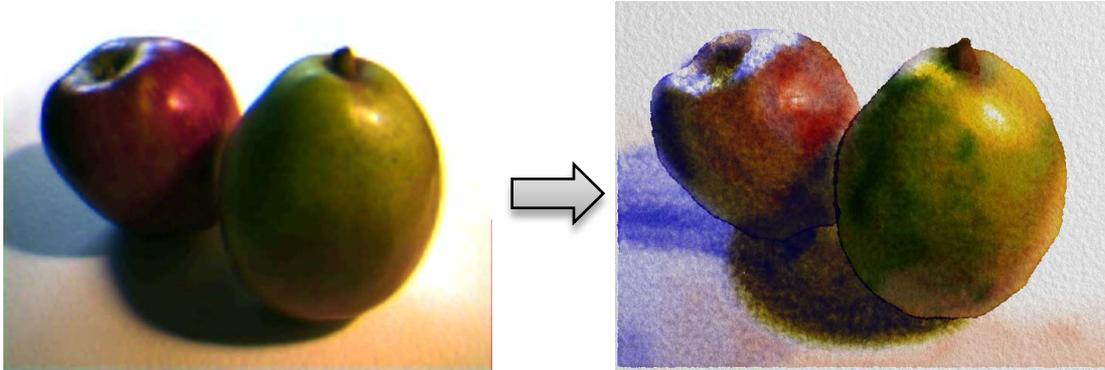
# Style par l'exemple



***Image Analogies.***  
[Hertzmann et al., 2001]



# Style par l'exemple



*Image Analogies.*  
[Hertzmann et al., 2001]



# Style par l'exemple



Image clé 1

Apparence finale peinte par  
Après optimisation

Advection

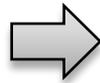


Image intermédiaire

Advection



Image clé 2

# Style par l'exemple

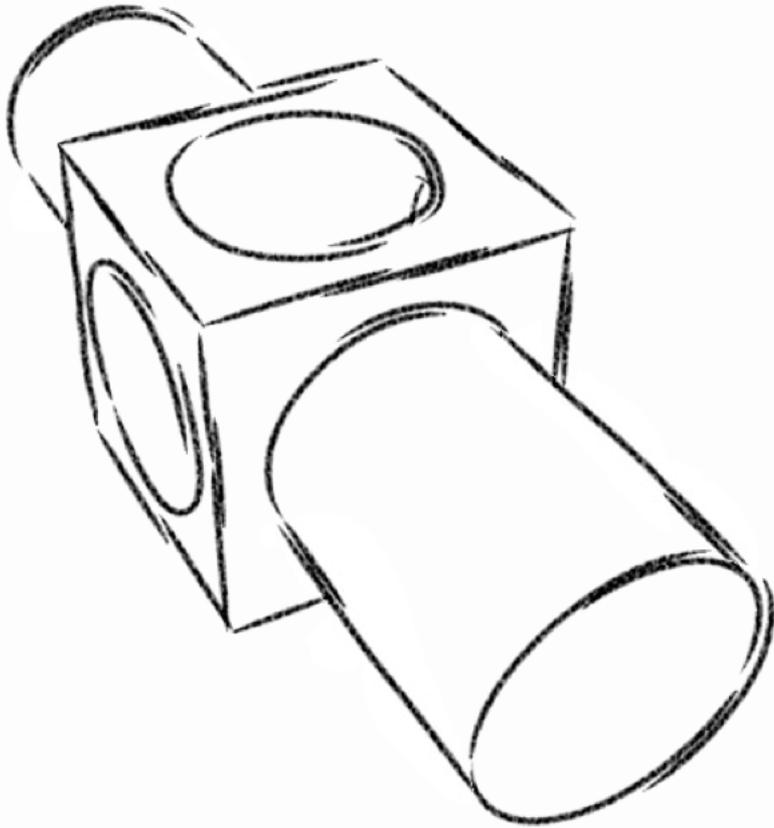


*Stylizing Animation By Example.* [Bénard et al., 2013]

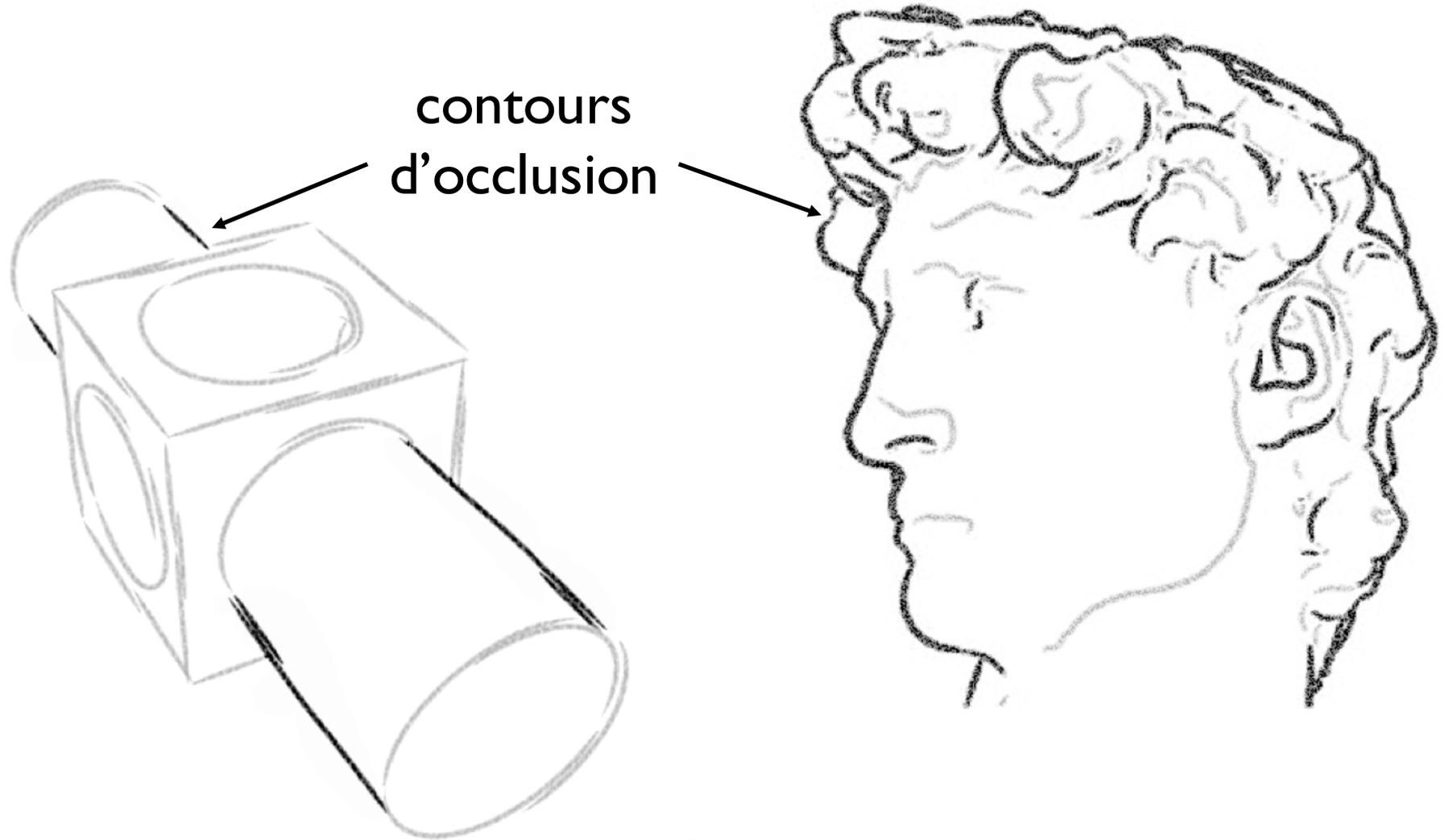
# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

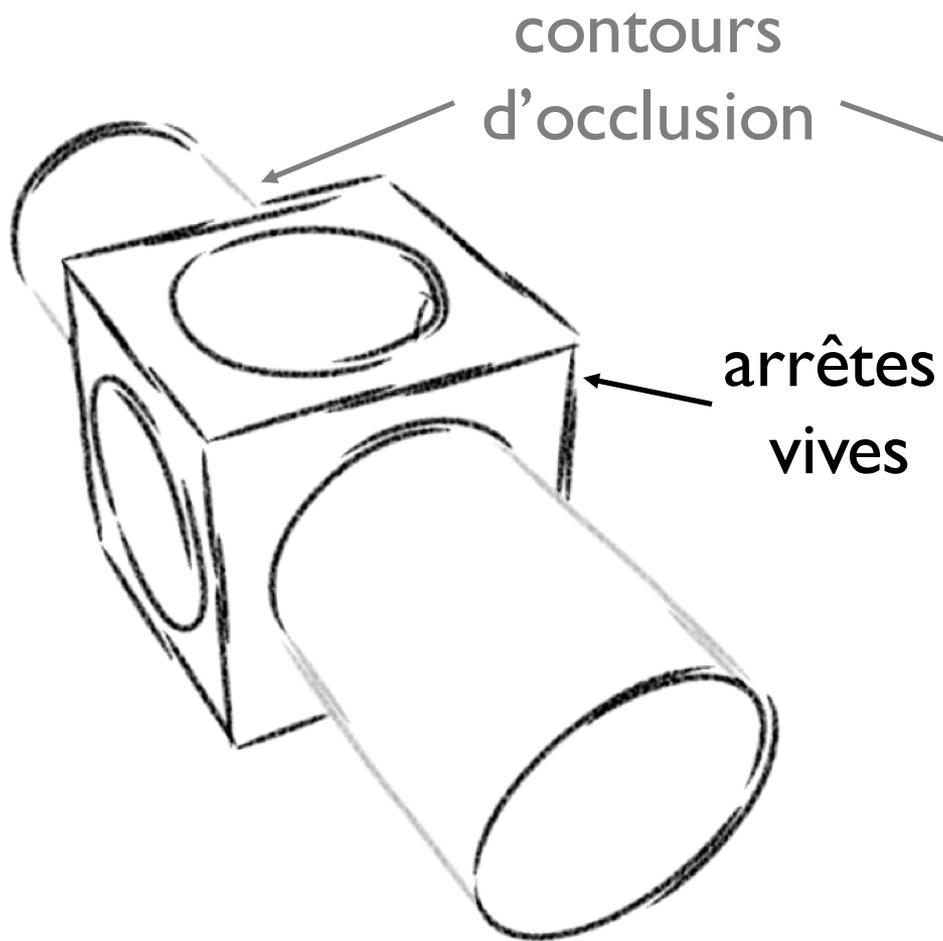
# Contours



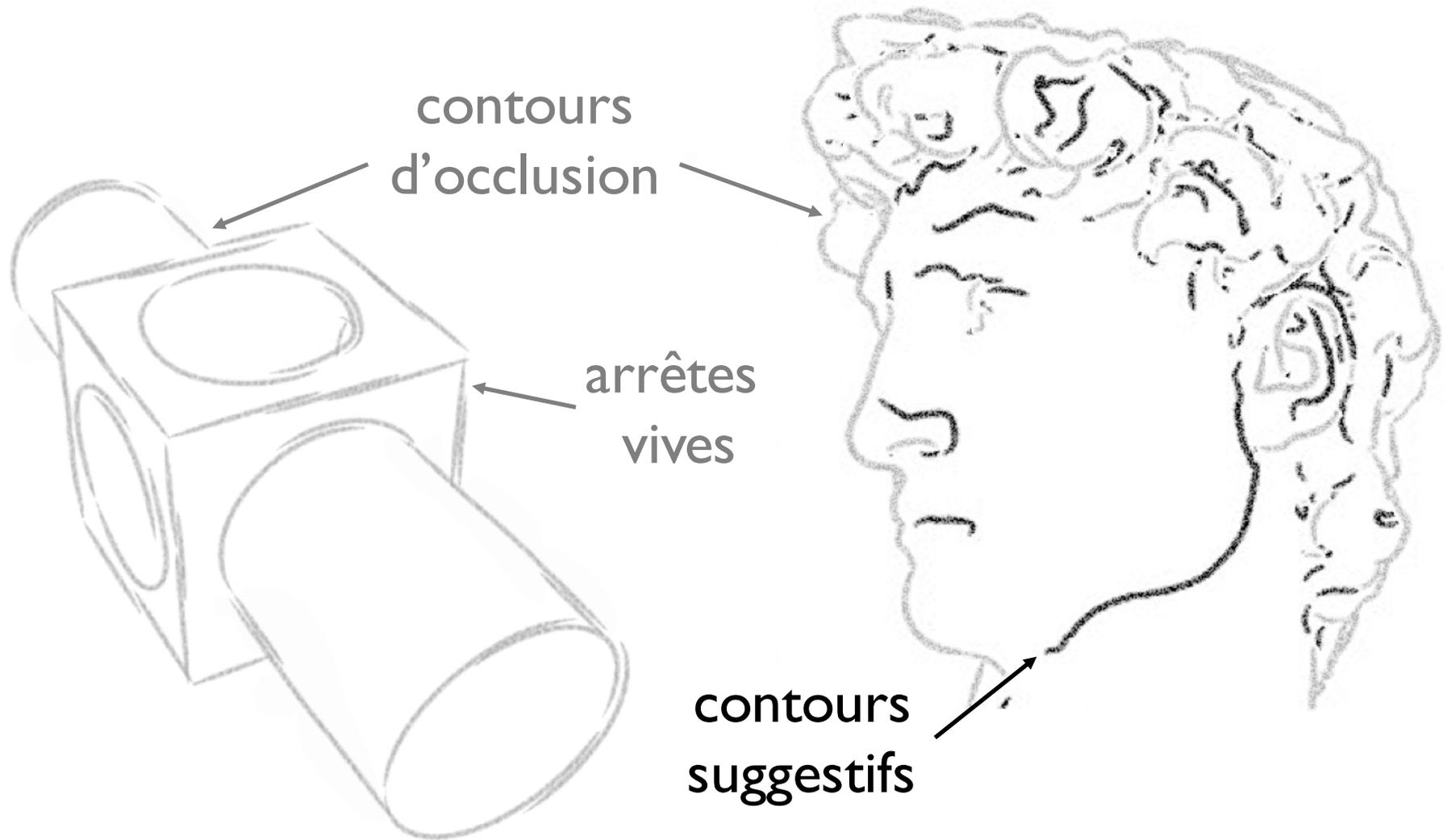
# Contours d'occlusion



# Arrêtes vives



# Contours suggestifs



# Comment décrire les lignes ?

Lignes en **espace image**

Lignes en **espace objet**

- Indépendantes
- Dépendantes du point de vue



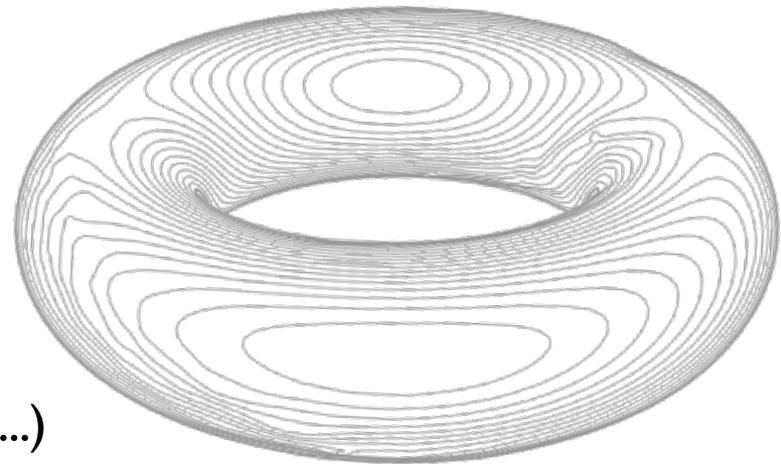
John Flaxman, 1805

# Lignes en espace image

- ✓ **Simple et rapide** (accélération GPU)
- ✗ **Stylisation limitée**

## Exemples :

- **Isophotes**
- **Contours** (e.g., Canny, DoG...)
- **Crêtes et vallées d'illumination**  
[Pearson 85, Rieger 86, DeCarlo 03, Lee 07...]

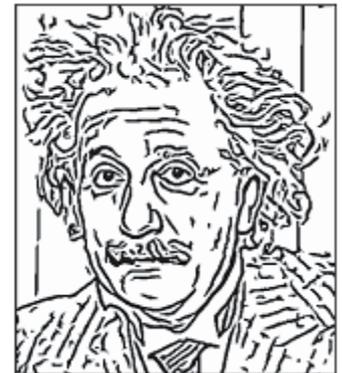
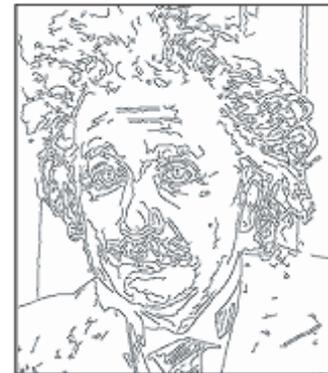
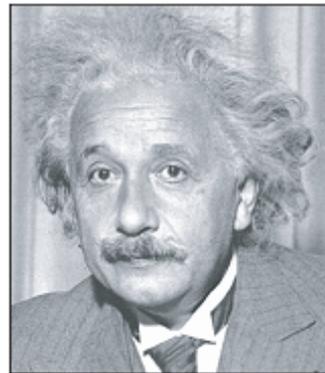


# Lignes en espace image

- ✓ **Simple et rapide** (accélération GPU)
- ✗ **Stylisation limitée**

Canny

FDoG



## Exemples :

- Isophotes
- **Contours** (e.g., Canny, DoG...)
- Crêtes et vallées d'illumination  
[Pearson 85, Rieger 86, DeCarlo 03, Lee 07...]

**Coherent line drawing.**  
Kang et al., 2007

# Lignes en espace image

- ✓ **Simple et rapide** (accélération GPU)
- ✗ **Stylisation limitée**

## Exemples :

- Isophotes
- Contours (e.g., Canny, DoG...)
- **Crêtes et vallées d'illumination**  
[Pearson 85, Rieger 86, DeCarlo 03, Lee 07...]



*Line drawings via abstracted shading.*

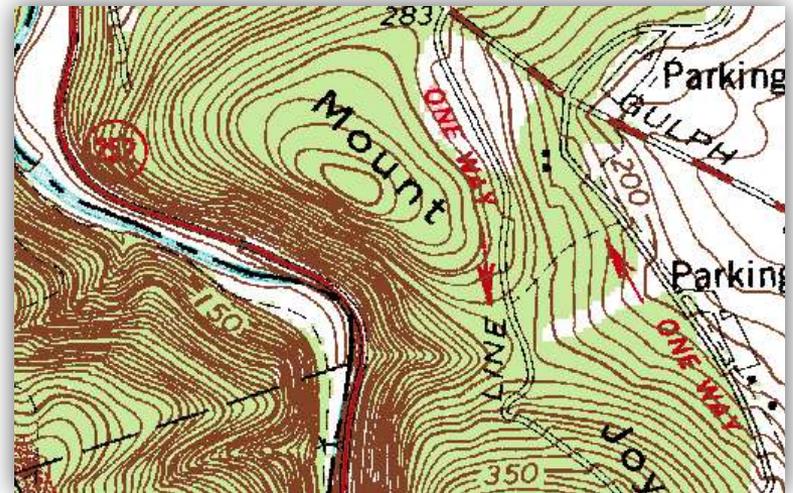
Lee et al., 2007

# Lignes en espace objet indépendantes du point de vue

- ✓ **Propriétés intrinsèques de la forme**  
⇒ pré-calcul possible
- ✗ **Erreur d'interprétation** possible lorsque le point de vue change

## Exemples :

- **Lignes topo**
- Arrêtes vives
- Crêtes et vallées

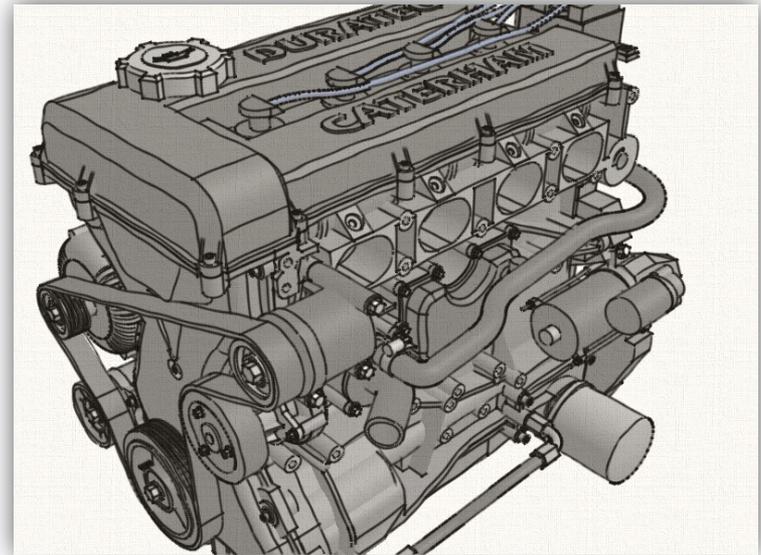


# Lignes en espace objet indépendantes du point de vue

- ✓ **Propriétés intrinsèques de la forme**  
⇒ pré-calcul possible
- ✗ **Erreur d'interprétation** possible lorsque le point de vue change

## Exemples :

- Lignes topo
- **Arrêtes vives**
- Crêtes et vallées



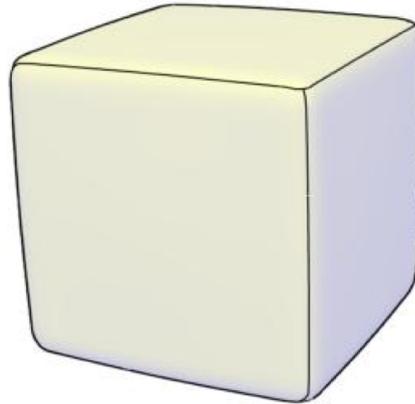
***Fast High-Quality Line Visibility.***  
Cole and Finkelstein, 2009

# Lignes en espace objet indépendantes du point de vue

- ✓ **Propriétés intrinsèques de la forme**  
⇒ pré-calcul possible
- ✗ **Erreur d'interprétation** possible lorsque le point de vue change

## Exemples :

- Lignes topo
- Arrêtes vives
- **Crêtes et vallées**



# Lignes en espace objet dépendantes du point de vue

- ✓ Semblent perçues comme **représentant la forme**
- ✗ **Coûteuses à calculer**

## Exemples :

- **Silhouettes**
- Contours d'occlusion
- Contours suggestifs,  
crêtes apparentes,  
courbes de démarcation...



# Lignes en espace objet dépendantes du point de vue

- ✓ Semblent perçues comme **représentant la forme**
- ✗ **Coûteuses à calculer**

## Exemples :

- Silhouettes
- **Contours d'occlusion**
- Contours suggestifs,  
crêtes apparentes,  
courbes de démarcation...



# Lignes en espace objet dépendantes du point de vue

- ✓ Semblent perçues comme **représentant la forme**
- ✗ **Coûteuses à calculer**

## Exemples :

- Silhouettes
- Contours d'occlusion
- **Contours suggestifs**,  
crêtes apparentes,  
courbes de démarcation...



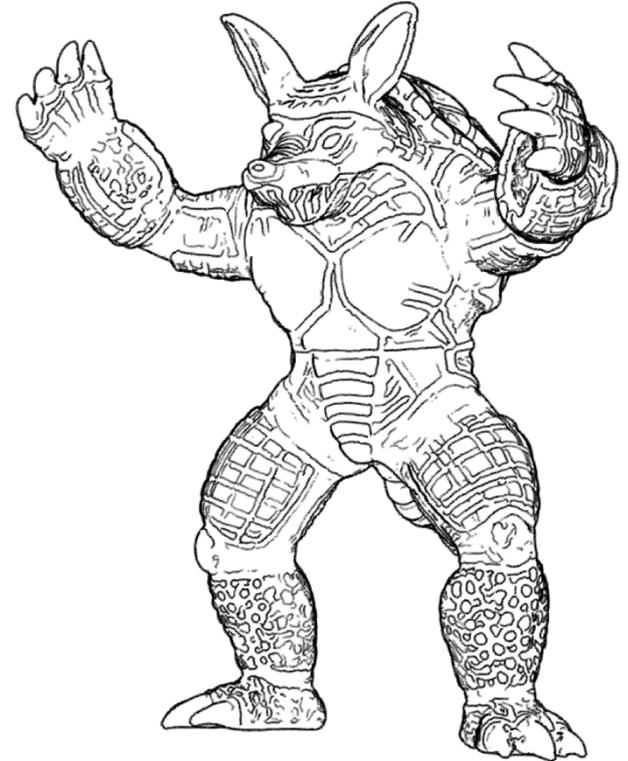
# Lignes en espace objet dépendantes du point de vue



***Apparent ridges.***  
Jude et al., 2007



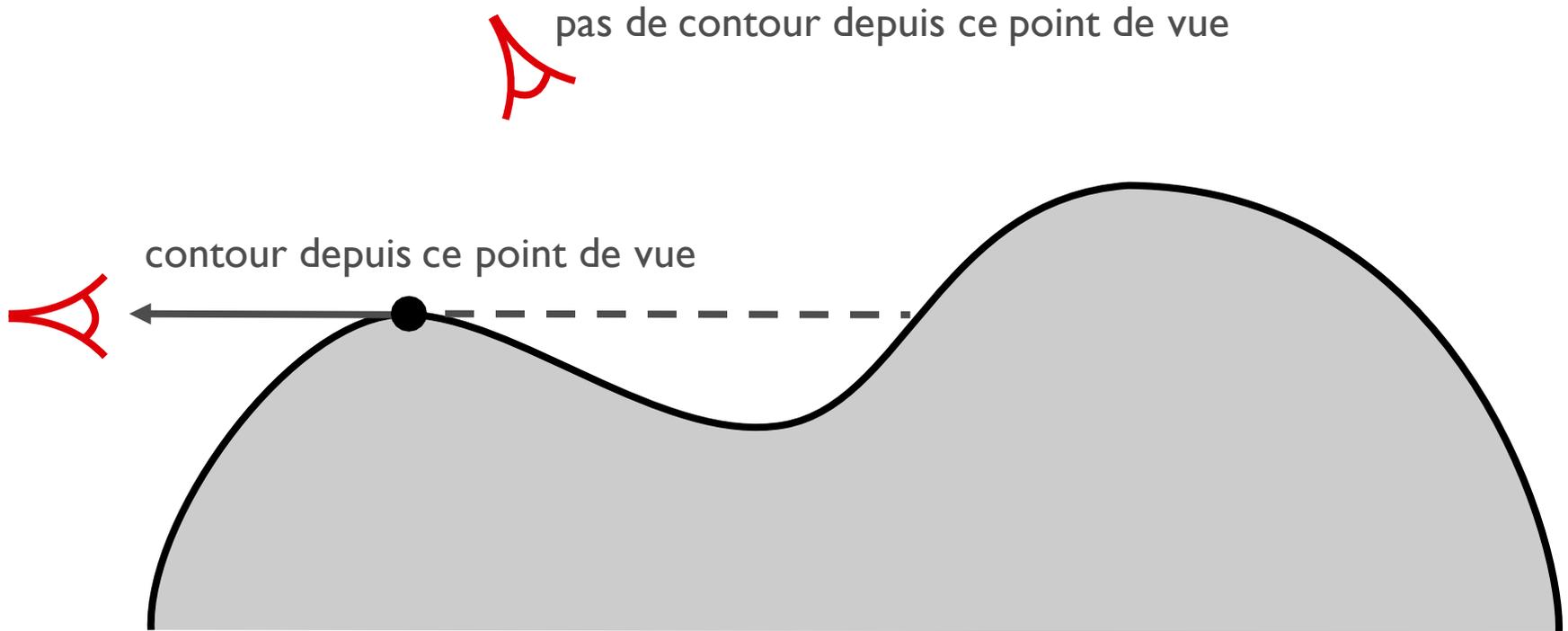
***Suggestive contours.***  
DeCarlo et al., 2003



***Demarcating curves.***  
Kolomenkin et al., 2008

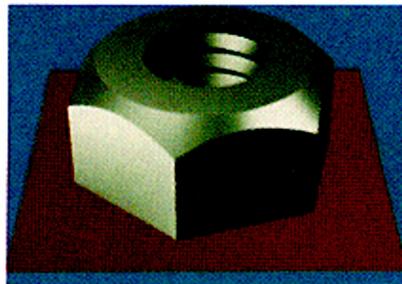
# Contours d'occlusions

Pour toute surface, **discontinuité de profondeur**

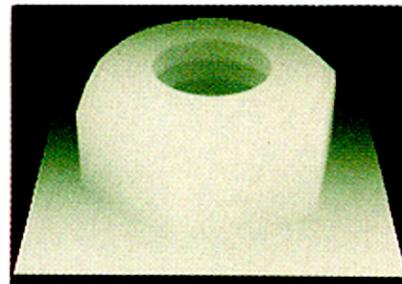


# En espace image

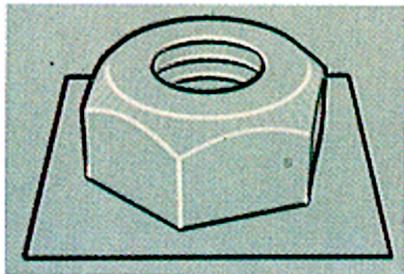
Algorithme : détection les discontinuités dans le *depth buffer* (e.g., filtre de Sobel)



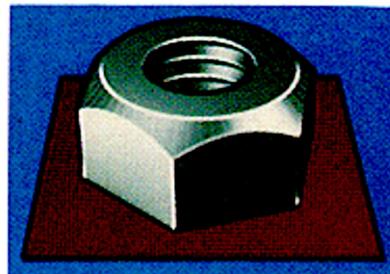
(a) shaded image



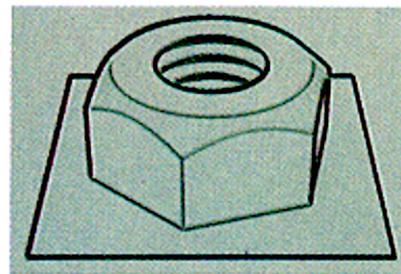
(b) depth image



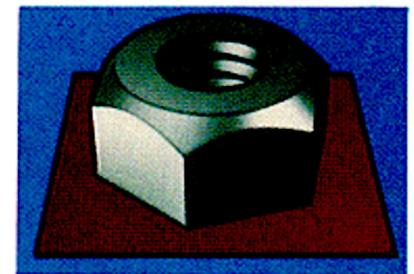
(c) edge image (1)



(d) enhanced image (1)



(c') edge image (2)



(d') enhanced image (2)

**Comprehensible rendering of 3D shapes.**

Saito and Takahashi, 1990

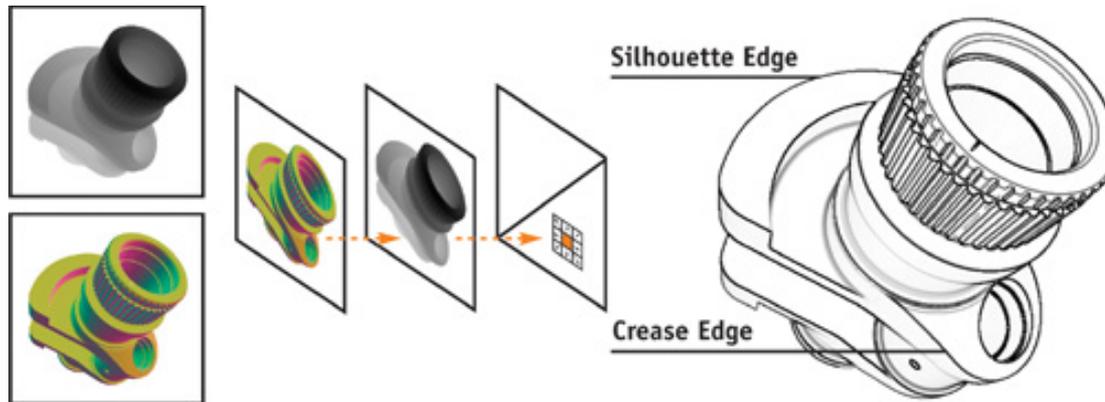
# En espace image



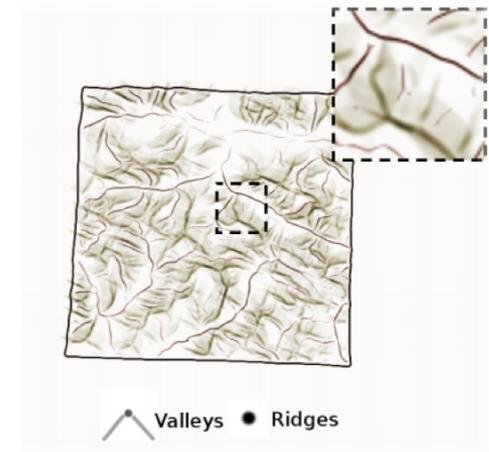
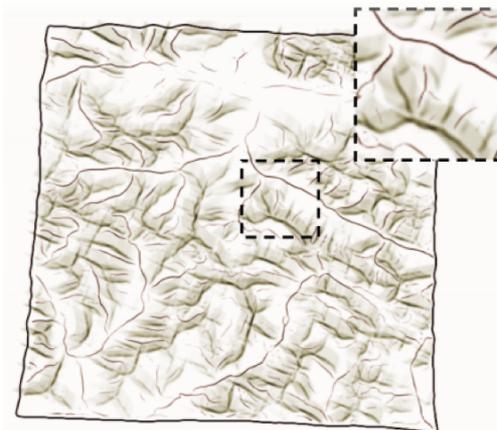
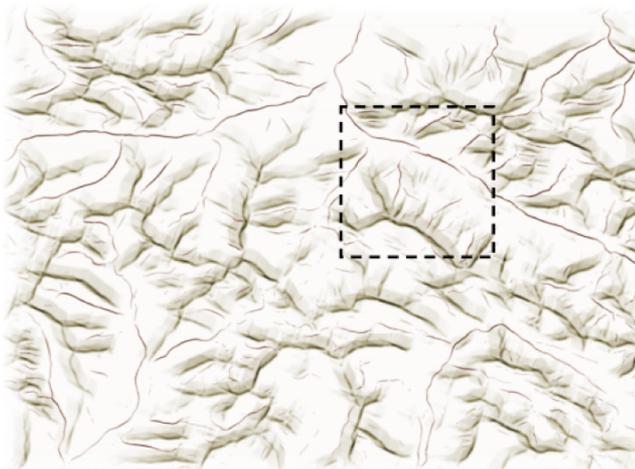
**Borderlands.**  
Gearbox Software, 2009

# Extension pour d'autres lignes

Algorithme : filtrage d'un *deep buffer* (positions, normales...)



**Blueprint Rendering  
and "Sketchy  
Drawings"**.  
Nienhaus and Dölner,  
*GPU Gems 2*



**Implicit Brushes for stylized line-based rendering.**

Vergne et al., 2011

# Algorithmes hybrides

## Deux passes [Raskar 2001]

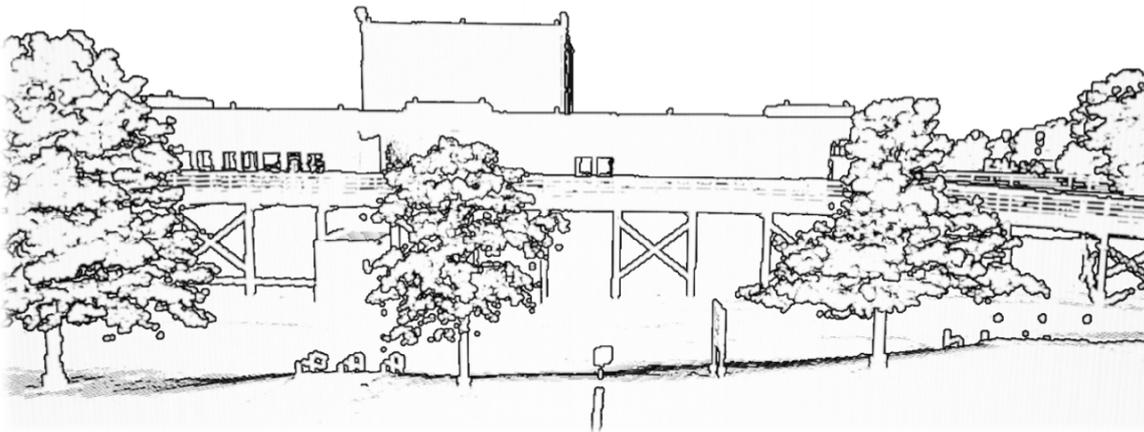
1. Dessin des faces avant
2. Dessin des faces arrières élargies

## Avantages :

- ✓ Contrôle de l'épaisseur
- ✓ Maillage pas obligatoire (e.g., nuage de points)



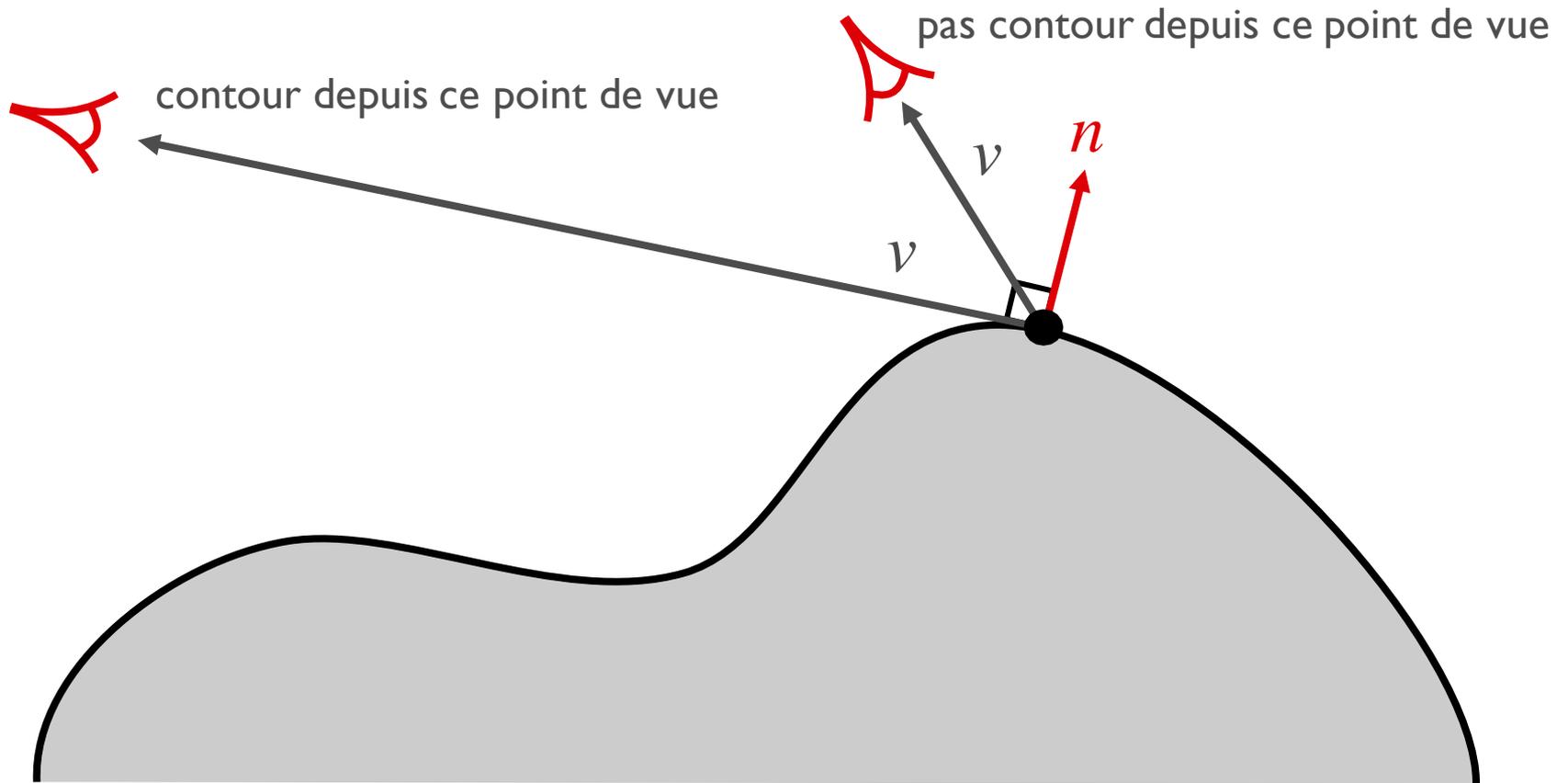
*Prince of Persia.* Ubisoft, 2008



*Interactive Silhouette Rendering for Point-Based Models.* Xu et al., 2004

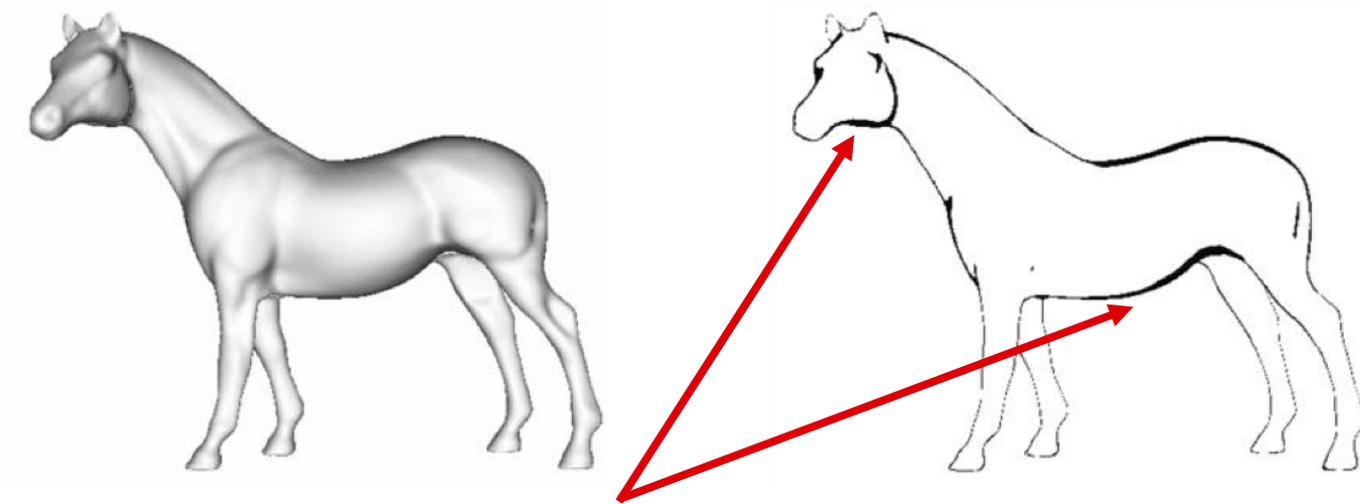
# Contours d'occlusions

Pour une **surface lisse**, points où  $n \cdot v = 0$



# En espace image

Algorithme : 1. rendu de  $n.v$  comme une couleur  
2. seuillage

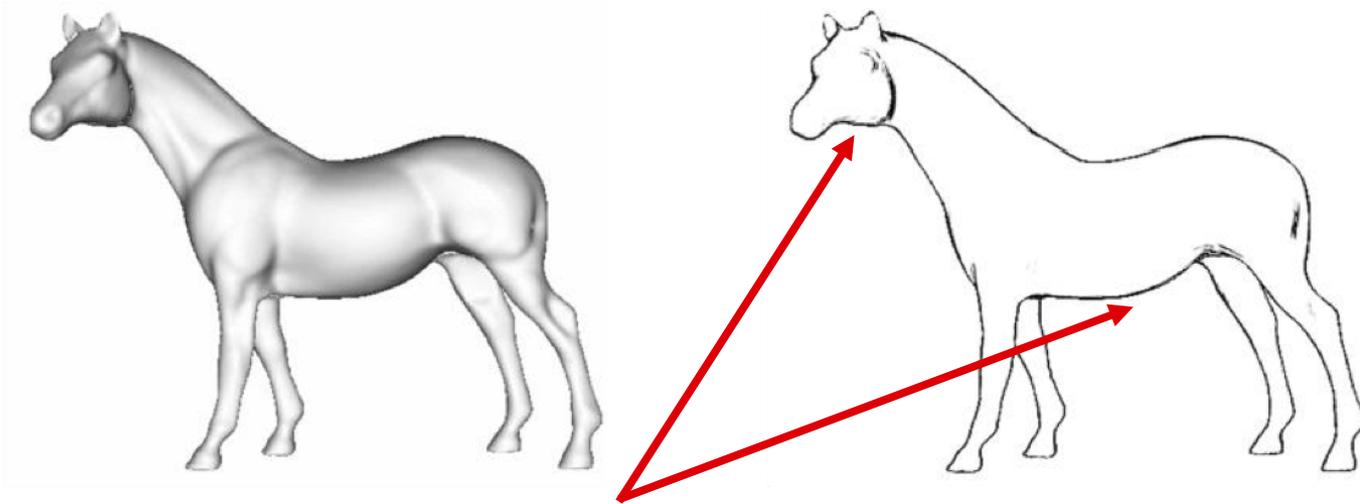


Problème : **épaisseur** des lignes varie

- Mip-mapping « trick »
- Seuil dépendant de la courbure radiale

# En espace image

Algorithme : 1. rendu de  $n.v$  comme une couleur  
2. seuillage

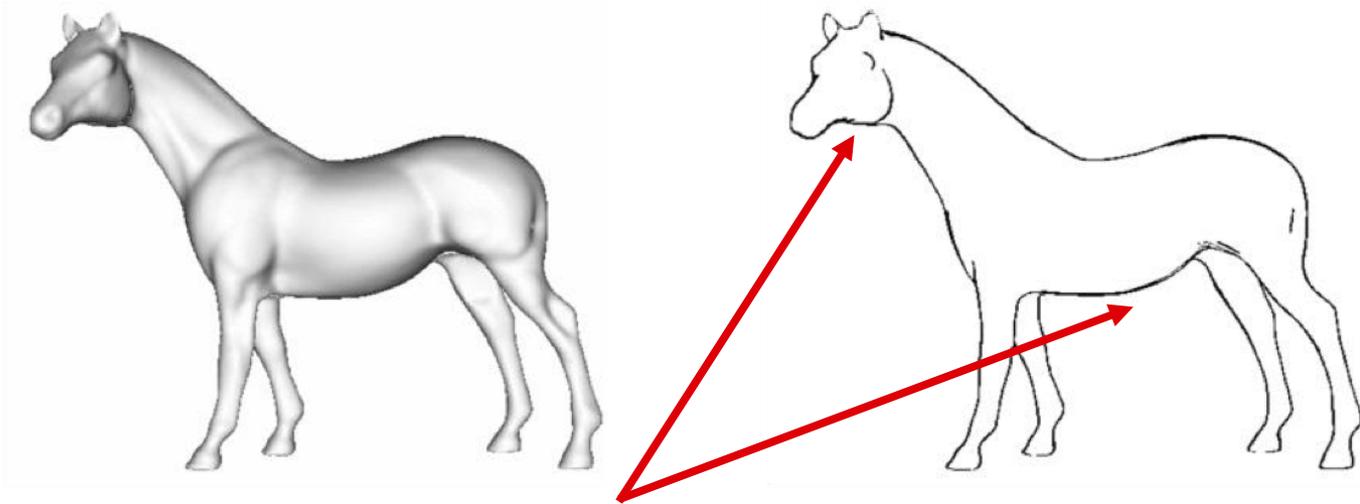


Problème : **épaisseur** des lignes varie

- Mip-mapping « trick »
- Seuil dépendant de la courbure radiale

# En espace image

Algorithme : 1. rendu de  $n.v$  comme une couleur  
2. seuillage

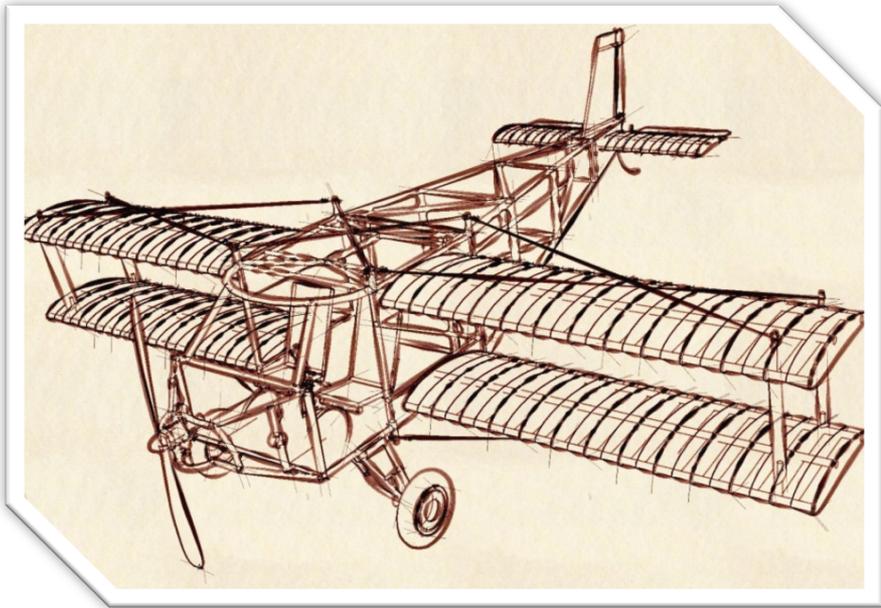


Problème : **épaisseur** des lignes varie

- Mip-mapping « trick »
- **Seuil dépendant de la courbure radiale**

# En espace objet

Principal avantage : extraction de **primitives géométriques** pouvant être explicitement stylisées



*A Procedural Approach to Style  
for NPR Line Drawing from 3D models.*  
Grabli et al., 2010



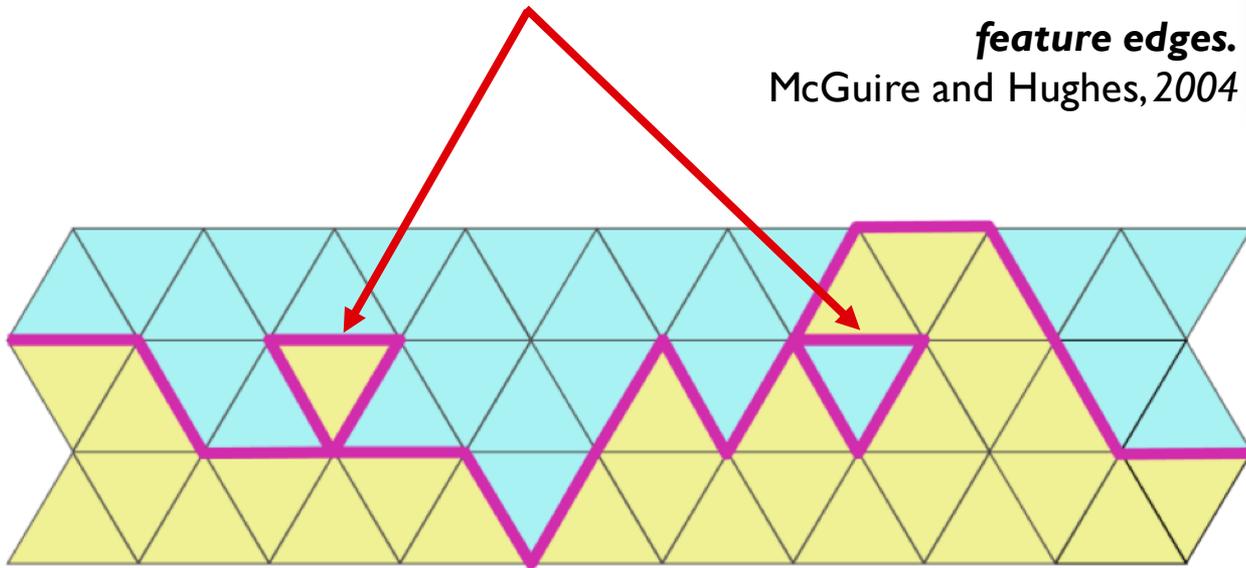
# À partir d'un maillage

## Algorithme : **itérer sur les arrêtes**

- Tester les faces adjacentes
- Accélération GPU possible

## Problème : **boucles**

*Hardware-determined  
feature edges.*  
McGuire and Hughes, 2004



 *front facing*

 *back facing*

 *contour*

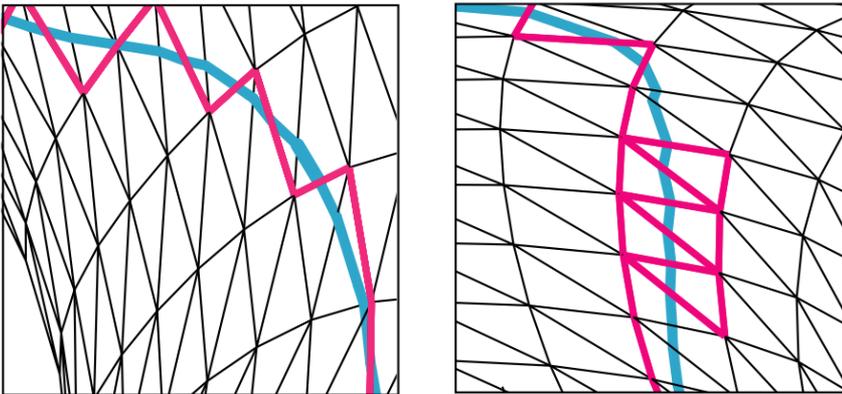


# À partir d'un maillage

## Alternative : interpoler les normales dans les faces

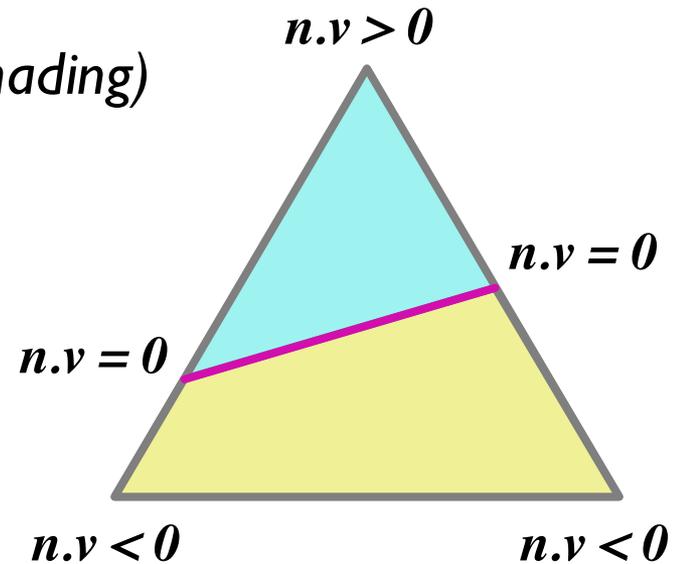
1. Normales lisses par vertex
2. Interpolation par face (*Phong shading*)
3. Trouver  $n.v = 0$  sur les arrêtes

## Problème : visibilité



**Illustrating smooth surfaces.**

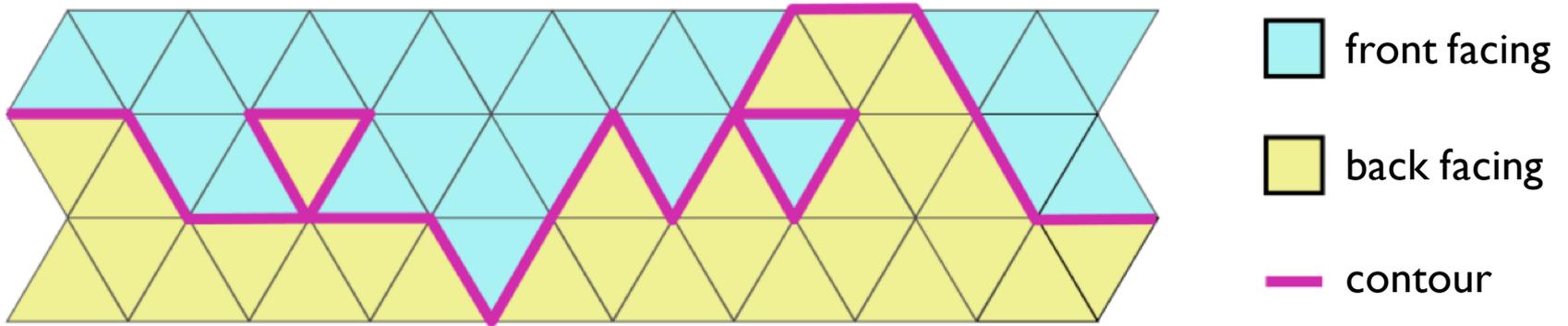
[Hertzmann et Zornin, 2000]



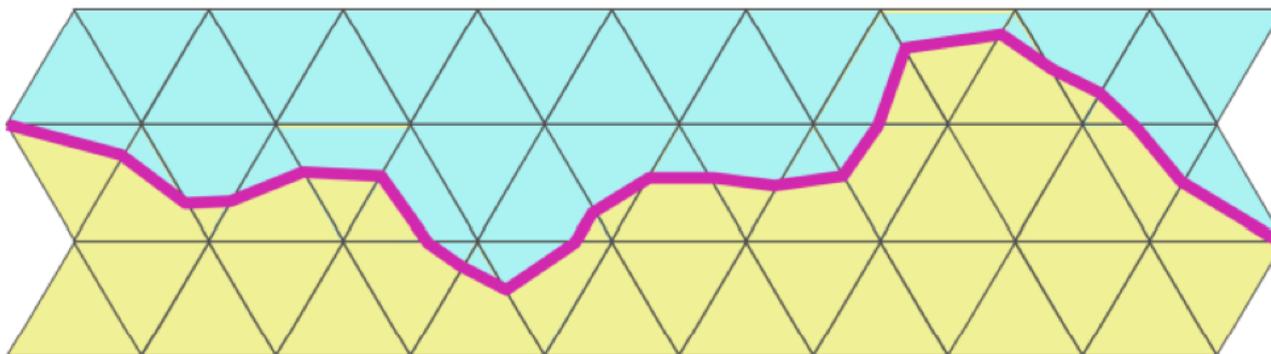
- contour le long des arrêtes
- contour au sein des faces

# À partir d'un maillage

**Contours le long des arêtes**



**Contours au sein des faces**



# Plan

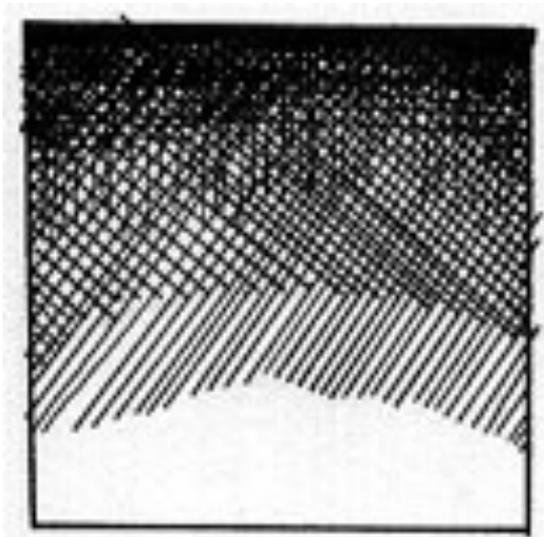
1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

# Marques

Représentation **physique** du médium

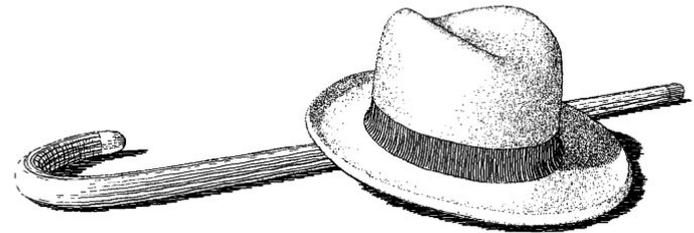
De **nombreux styles** :

- Crayon et encre
- Aquarelle
- Peinture...



# Problème

Comment **modéliser** et **simuler** un médium ?

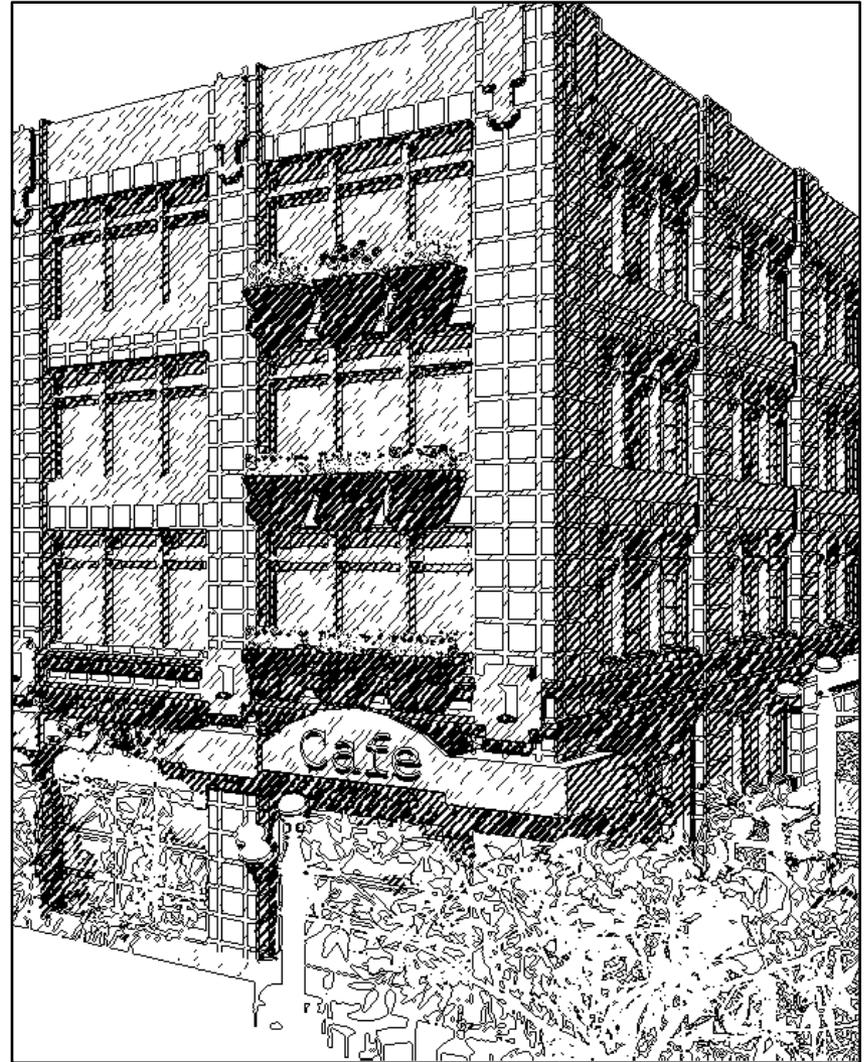


# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
  - **Illustration**
  - Stippling
  - Peinture
  - Aquarelle
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

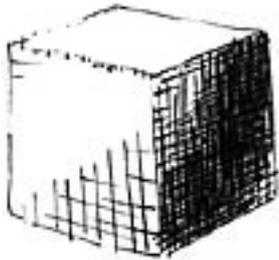
# Illustration

**Lignes stylisées**  
**Hachures**



# Hachures

- ▶ « *Shape from shading* »

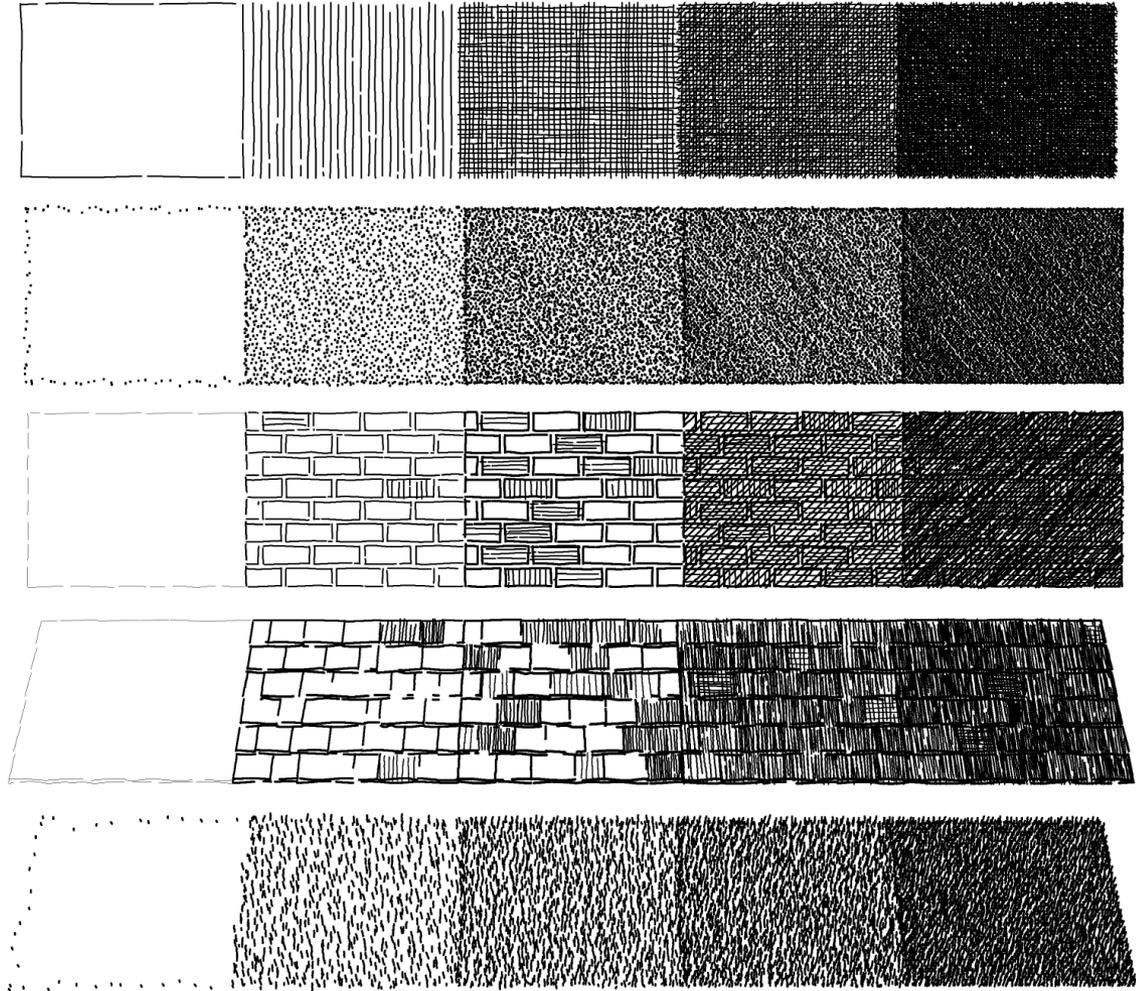
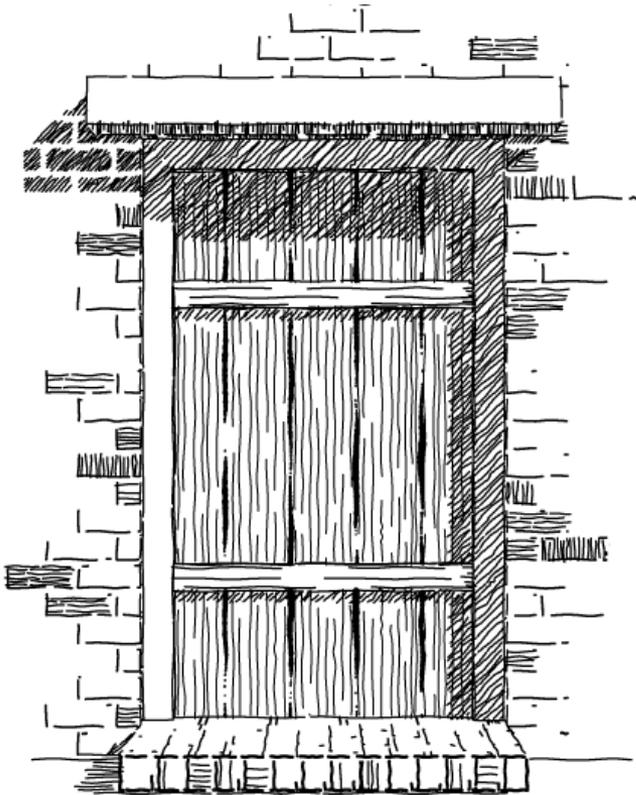


[http://dryggirl.com/teaching/art/lessons/3dshapes\\_shading.html](http://dryggirl.com/teaching/art/lessons/3dshapes_shading.html)

- ▶ Remplissage de région + ton

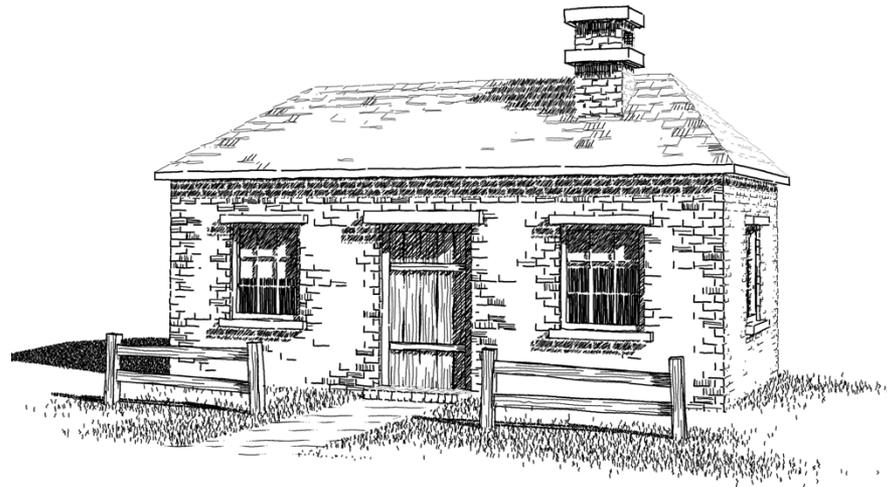
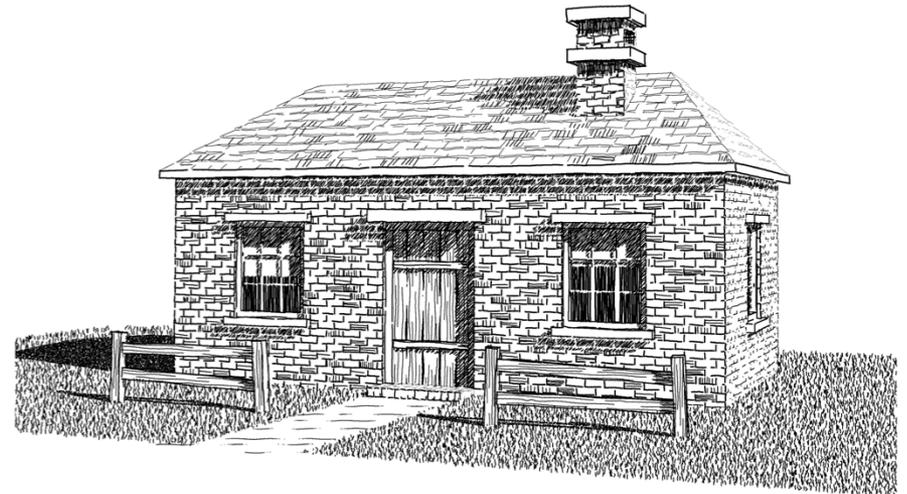
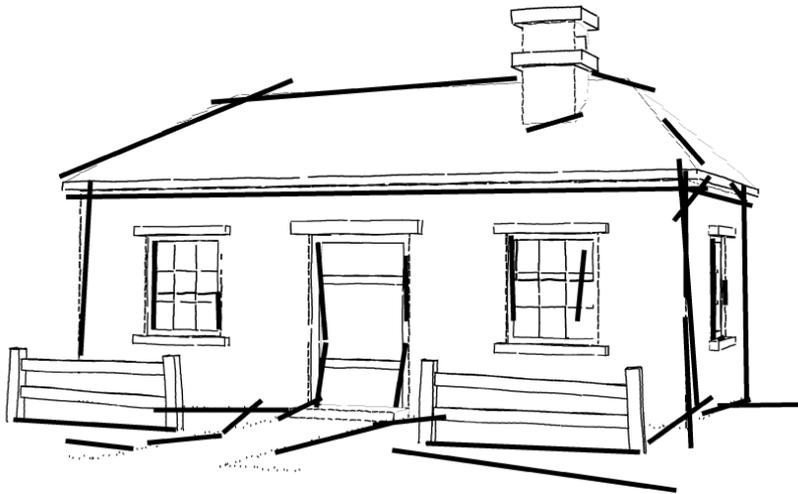
⇒ **Attributs** (longueur, orientation) et **densité**

# Ton



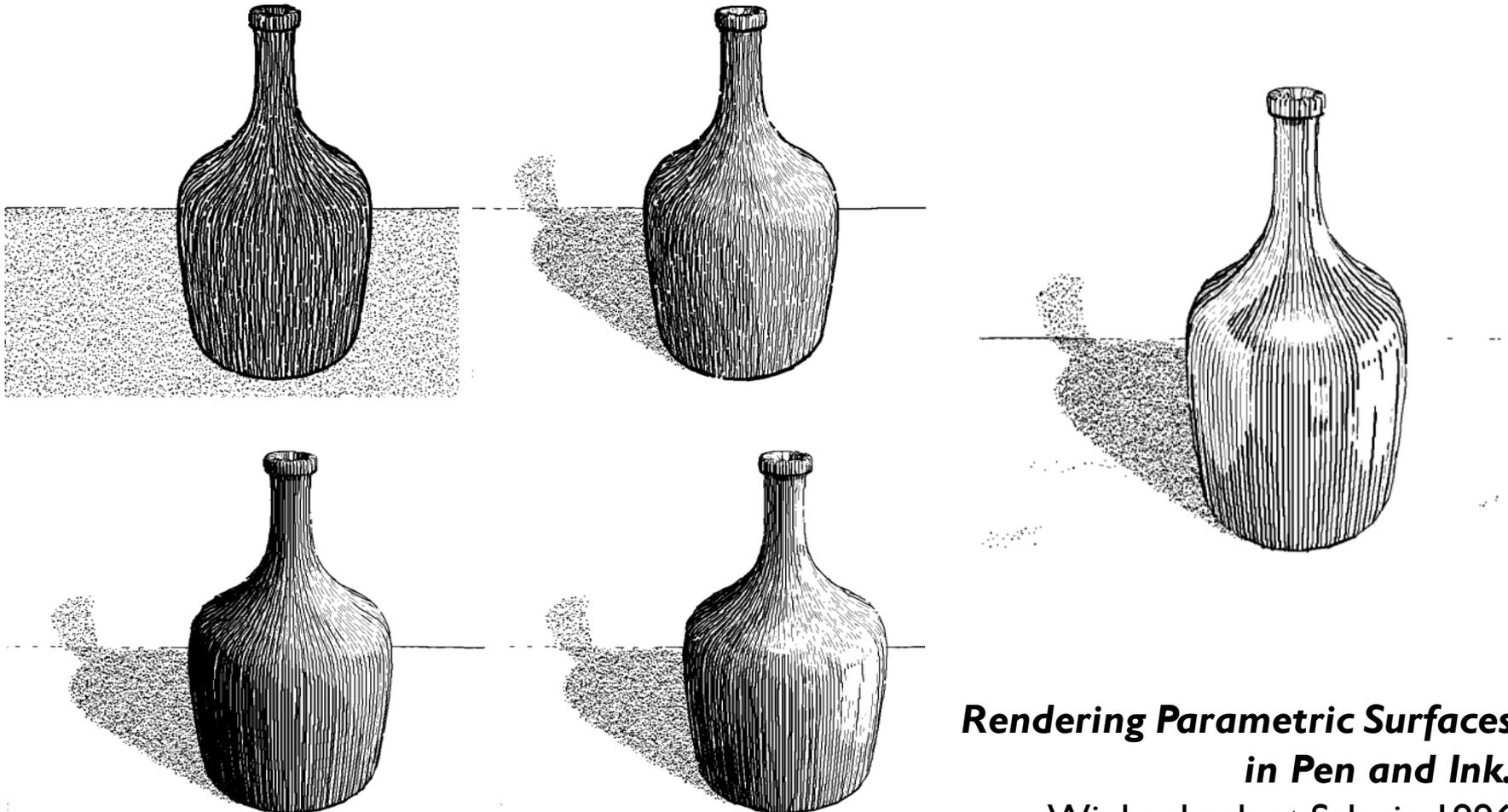
**Computer-generated pen-and-ink illustration.** Winkenbach et Salesin, 1994

# Indications



**Computer-generated pen-and-ink illustration.** Winkenbach et Salesin, 1994

# Rendu classique + hachures



***Rendering Parametric Surfaces  
in Pen and Ink.***  
Winkenbach et Salesin, 1996

# Illustration 3D

## Directions de **courbure principale**



***Illustrating smooth surfaces.***

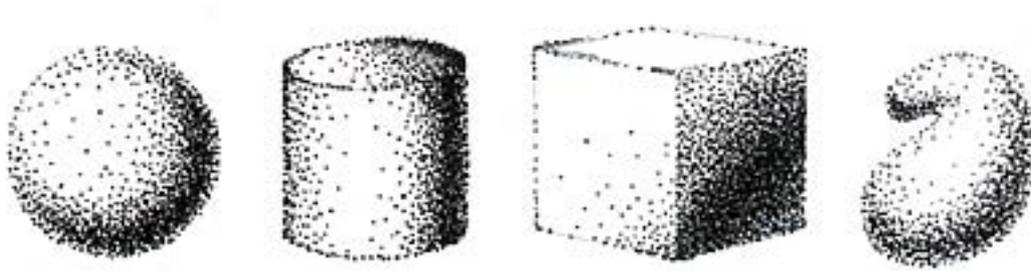
Hertzmann et Zorin, 2000

# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
  - Illustration
  - **Stippling**
  - Peinture
  - Aquarelle
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

# Stippling

« *Shape from shading* »



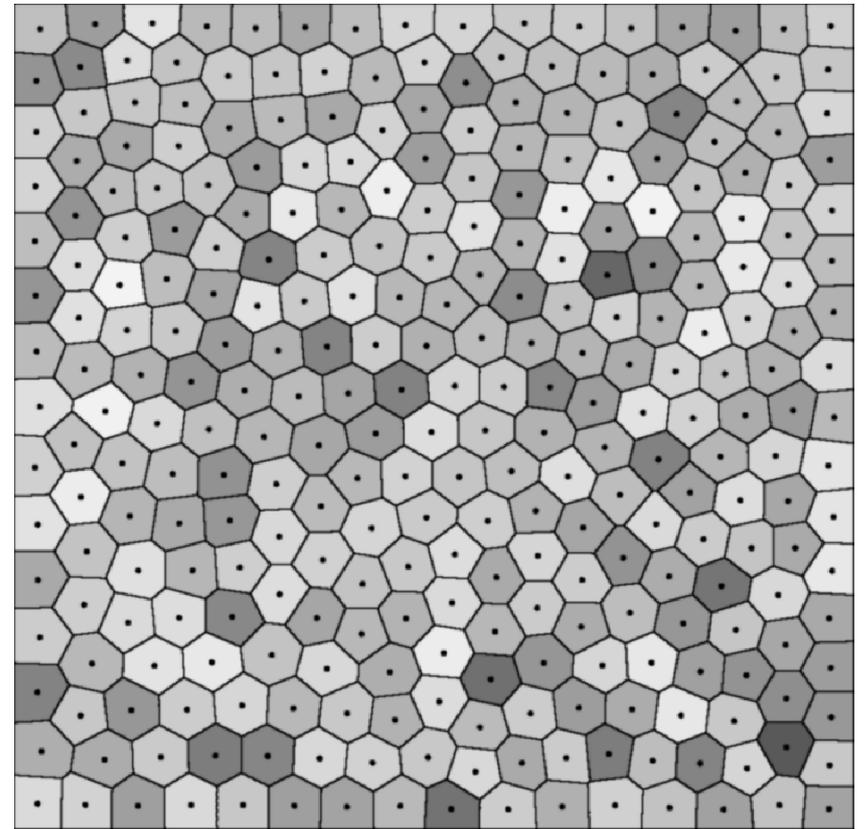
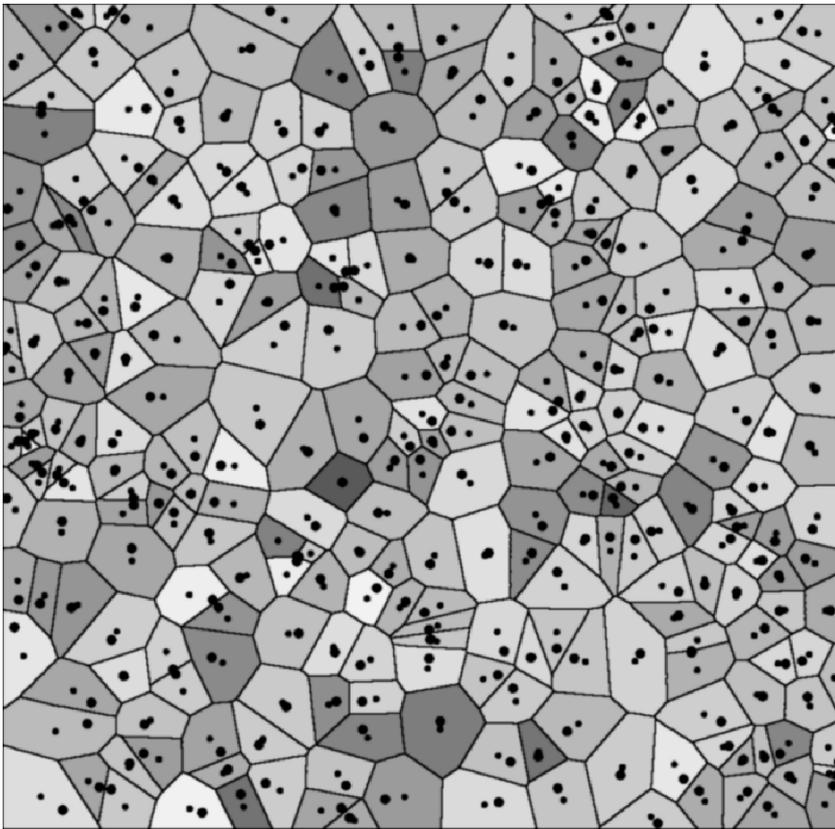
[http://dryggirl.com/teaching/art/lessons/3dshapes\\_shading.html](http://dryggirl.com/teaching/art/lessons/3dshapes_shading.html)

Ton via la distribution des points

⇒ **Distribution and densité**

# Relaxation de Lloyd (1960)

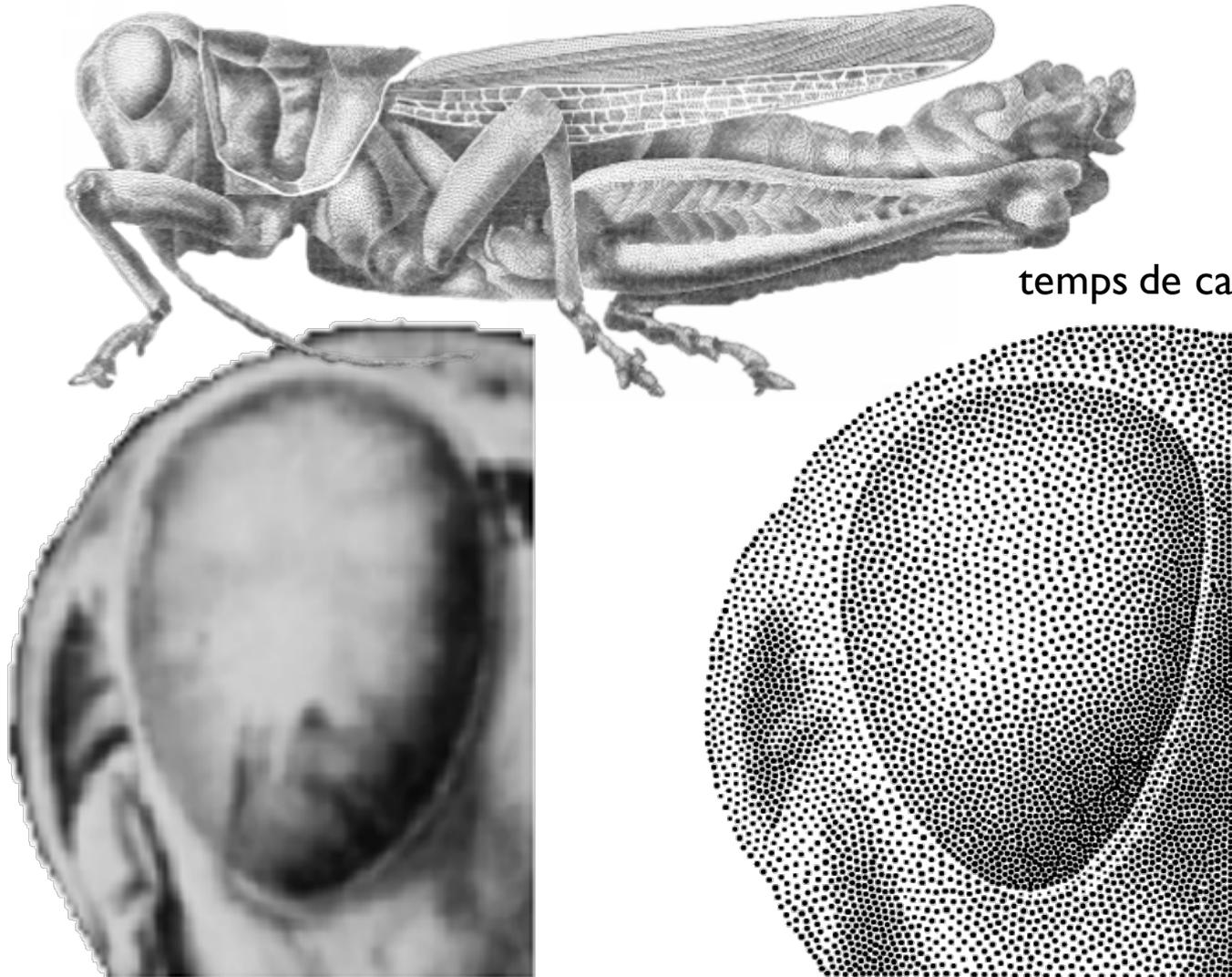
1. Tessellation de Voronoï
2. Déplacement des points vers le centre de leur cellule



# Relaxation de Llyod pondérée



# Relaxation de Lloyd pondérée



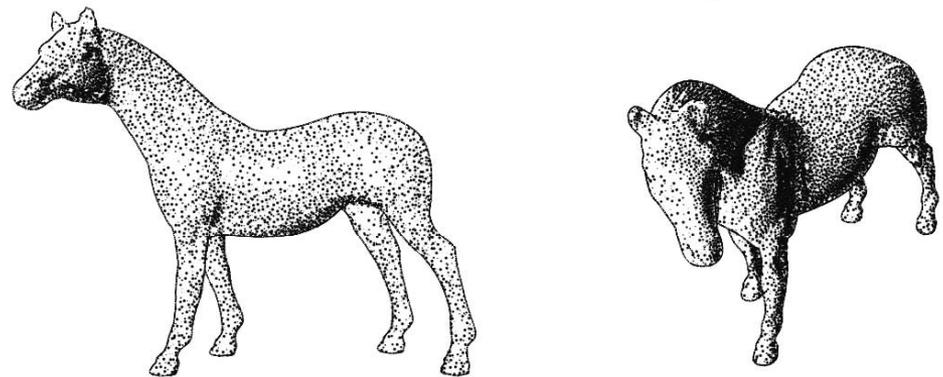
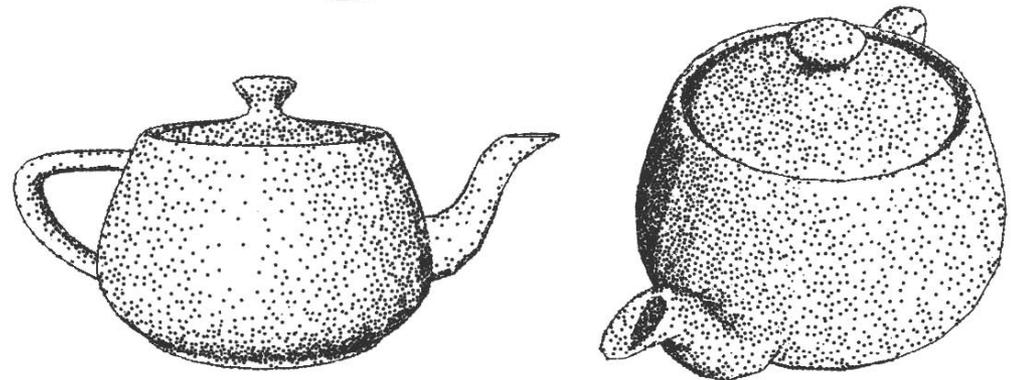
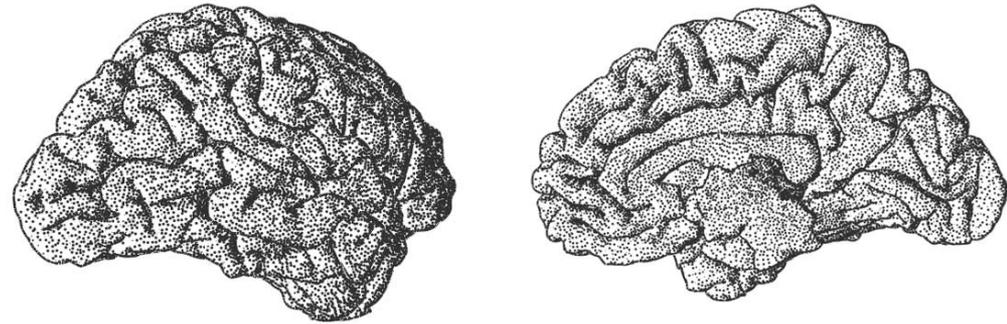
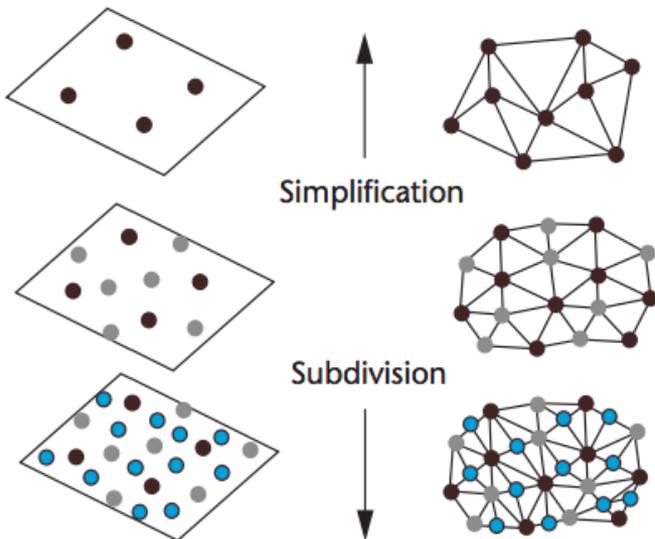
***Floating Points: A Method for Computing Stipple Drawings.*** Deussen et al., 2000

# En temps-réel sur modèles 3D

## Hiérarchie de points sur la surface 3D

- Simplification
- Subdivision

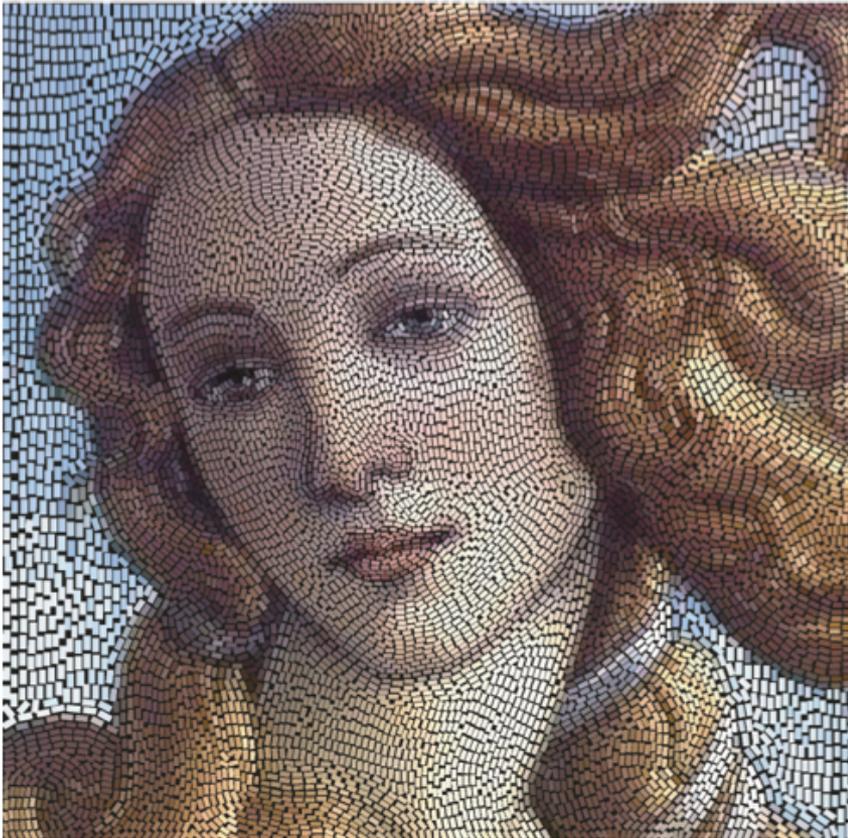
## Sélection dynamique à l'exécution



*Real-Time Animated Stippling.* Pastor et al., 2003

# Pour aller plus loin

## Mosaïques (relaxation de Lloyd)

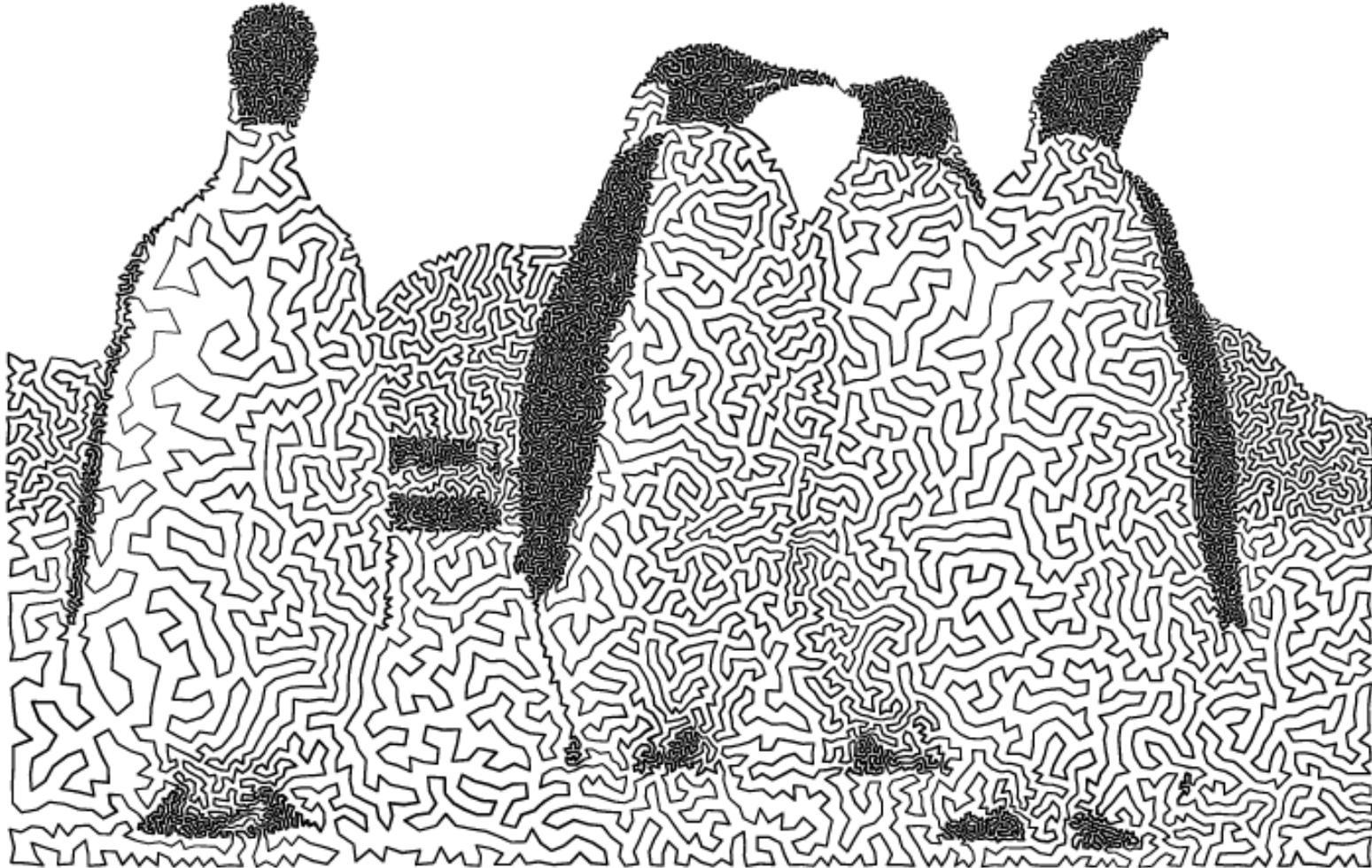


*Beyond Stippling - Methods for Distributing Objects on the Plane.*

Hiller, 2003

# Pour aller plus loin

## **TSP Art** (*Traveling Salesman Problem*)

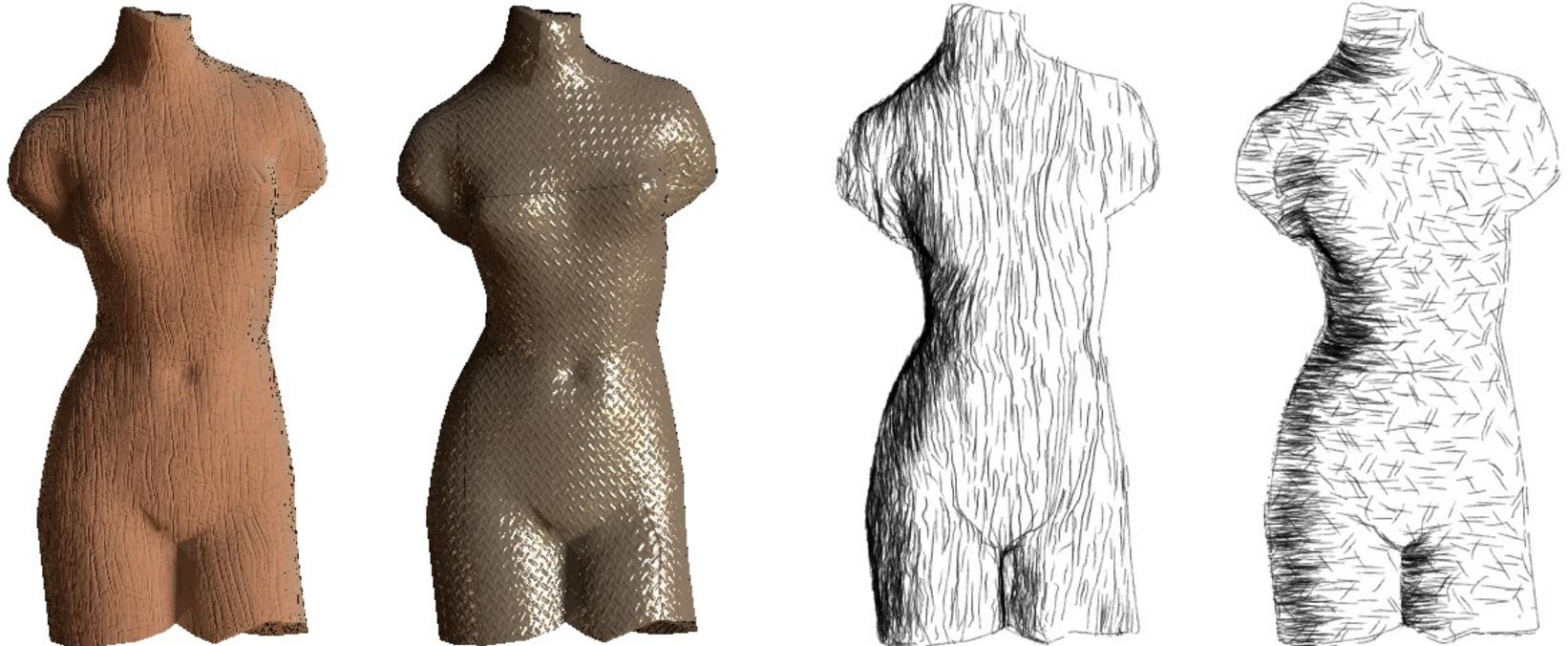


**TSP Art.** Kaplan,  
2005

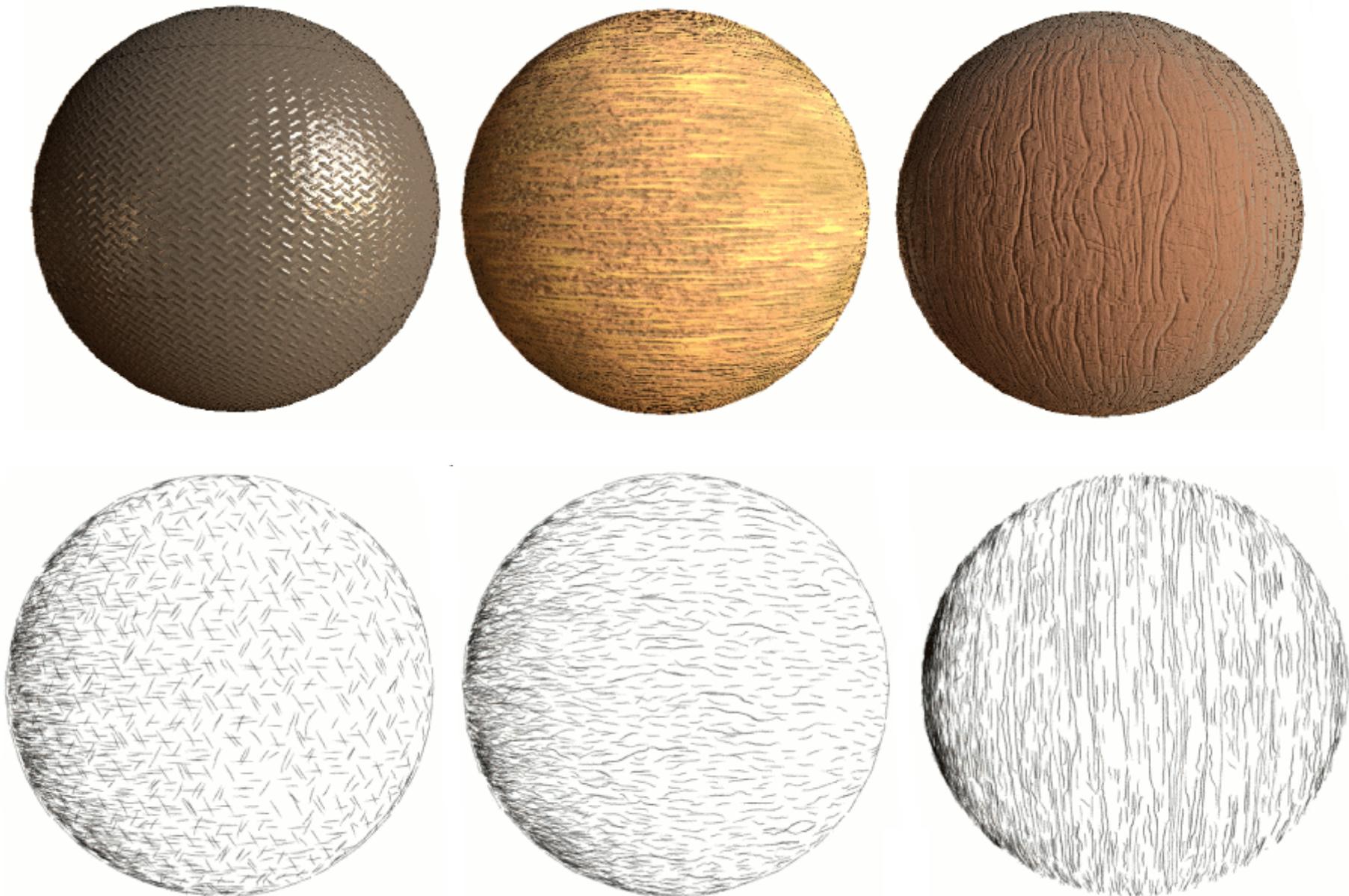
# Pour aller plus loin

Perception des **matériaux**

Extraction **automatique** des paramètres  
à partir d'une BTF ou BRDF



*Automatic Pen-and-Ink Illustration of Tone, Gloss and Texture.* Smith et al., 2010



***Automatic Pen-and-Ink Illustration of Tone, Gloss and Texture.*** Smith et al., 2010

# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
  - Illustration
  - Stippling
  - **Peinture**
  - Aquarelle
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

# Peinture

Image couleur

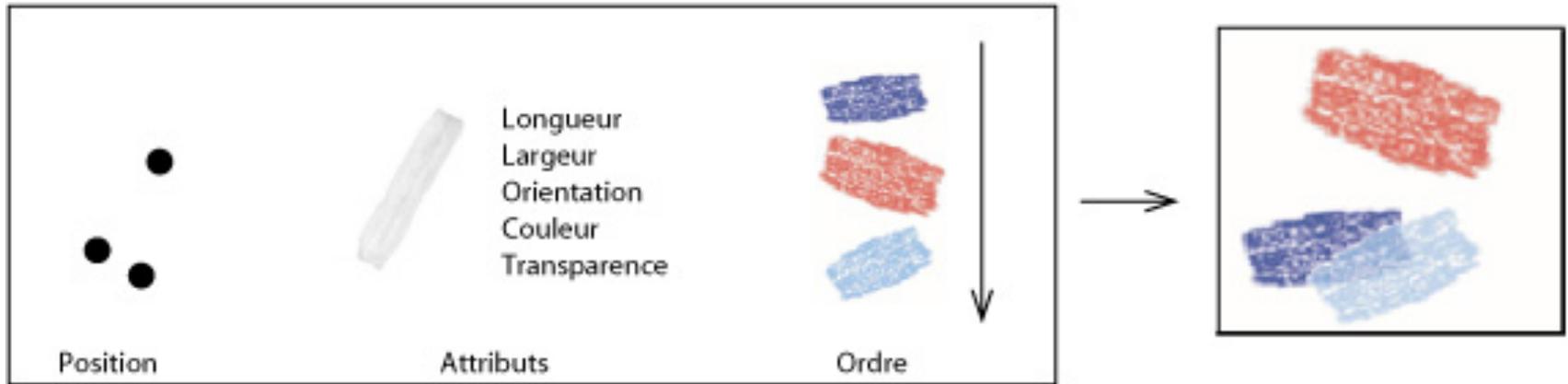
Abstraction

**Remplissage de région**



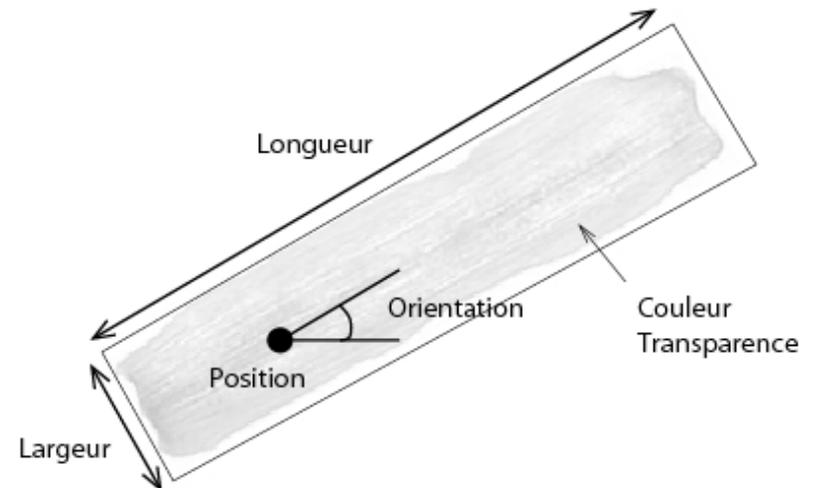
***Paint by Numbers: Abstract Image Representations.*** Haeberli, 1990

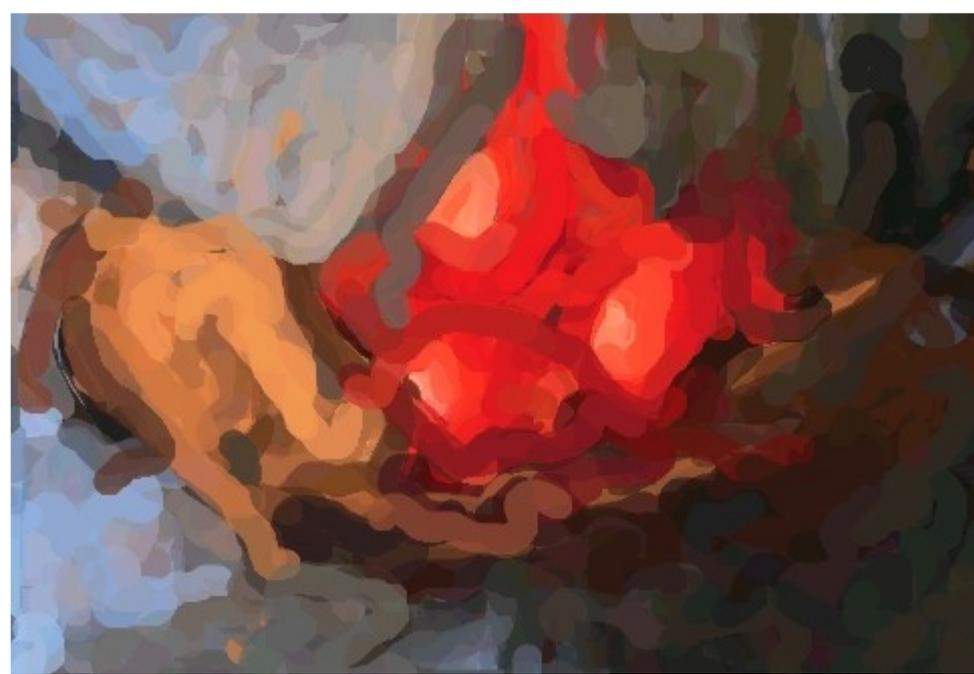
# Coups de pinceaux



**Position**

**Attributes**



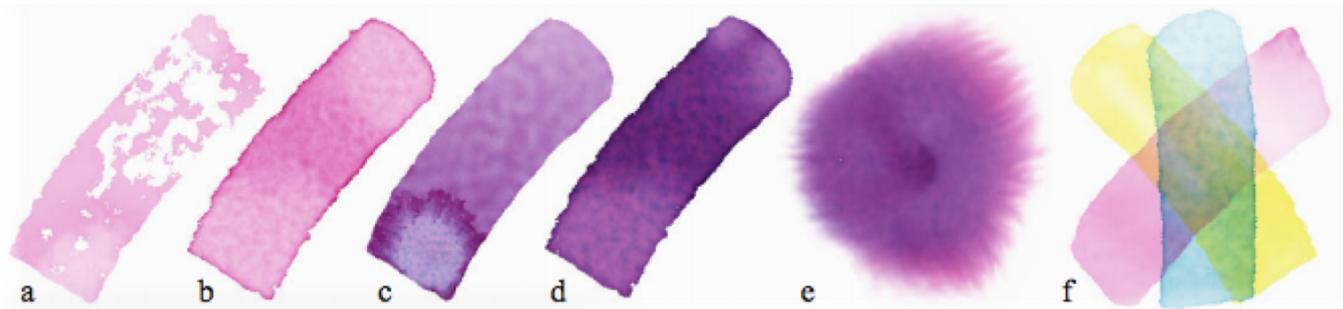


# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
  - Illustration
  - Stippling
  - Peinture
  - **Aquarelle**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

# Simulation

- ▶ Basé sur Navier-Stokes
- ▶ Tableau 2D de cellules
- ▶ Mouvement des pigments, absorption



**Computer-Generated Watercolor.**  
Curtis et al., 1997

# Traitement d'image

## Filtres d'image et *compositing*



***Interactive Watercolor Rendering with Temporal Coherence and Abstraction.***

Bousseau et al. 2006

# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
  - Cohérence temporelle
  - Distribution de primitives
  - Textures
5. **Produire une image efficace**

# Stylisation d'animations

Scène 3D (modèles 3D ou vidéos)  $\Rightarrow$  apparence 2D

Stylisation des lignes (silhouettes, crêtes...)

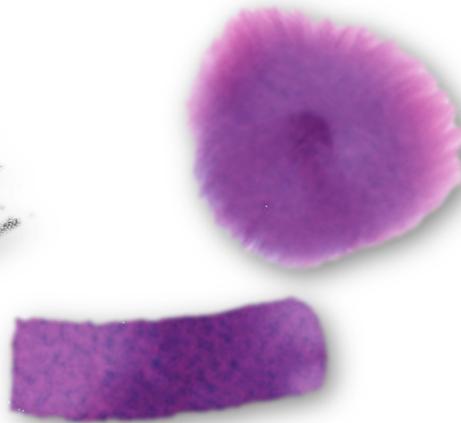
## Stylisation des zones de couleur

- Simulation d'un **médium 2D**
- Animation  $\Rightarrow$  **cohérence temporelle**

Crayon de papier



Pigments d'aquarelle



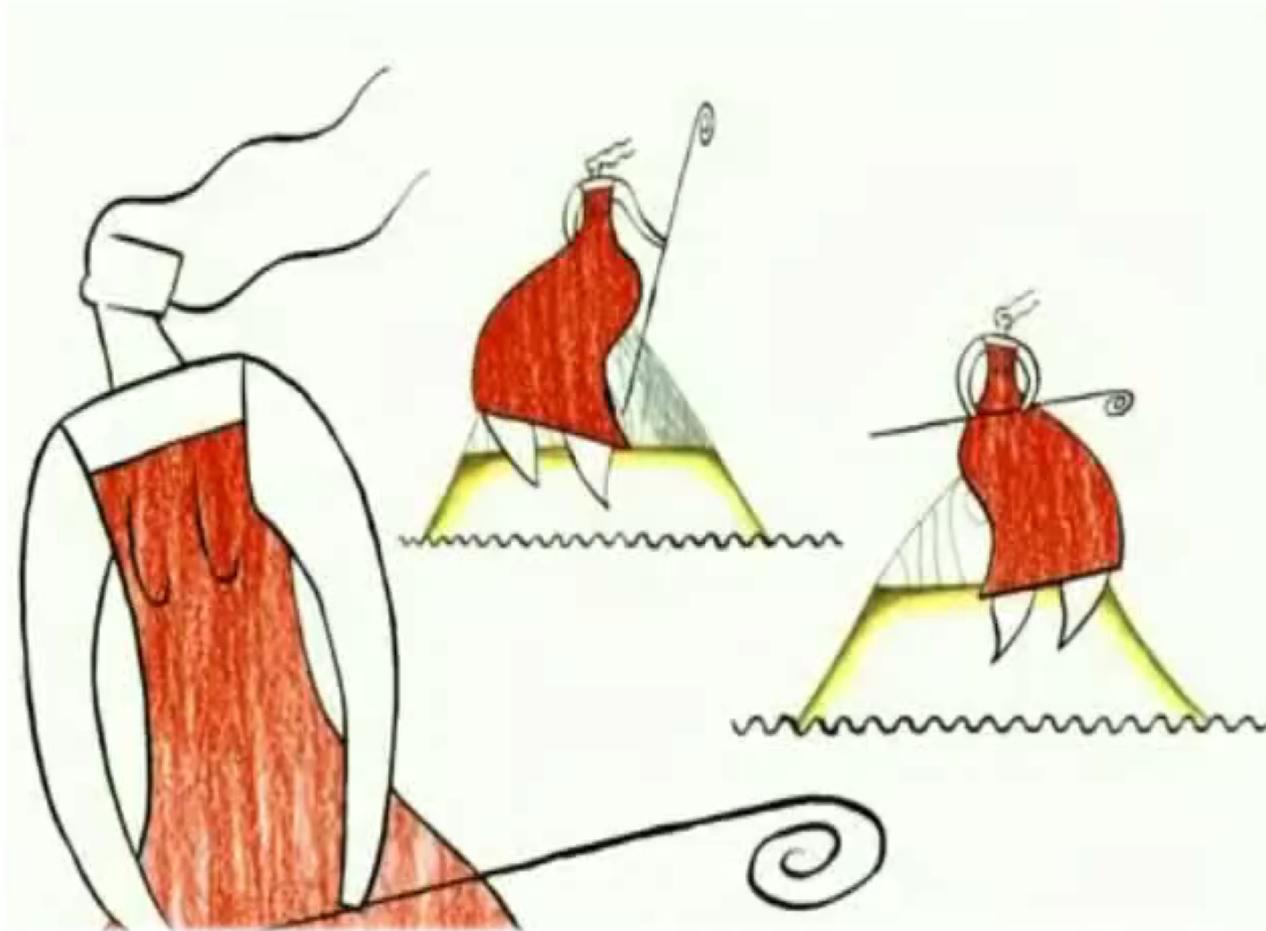
Coups de pinceau



papier



# Animation manuelle traditionnelle



« Il pleut bergère », Jérémmy Depuydt (2005)

**Discontinuités temporelles** (popping, flickering)

# Solutions naïves : placage de texture

**Espace écran**



**Incohérence du  
mouvement**

**Espace objet**



**Déformation du médium**

# Solutions naïves : placage de texture

Espace écran  $\Rightarrow$  effet « rideau de douche »



**Incohérence du mouvement**

# Solutions naïves : placage de texture

Espace objet  $\Rightarrow$  effet « papier peint »



**Déformation du médium**

# Problèmes de cohérence temporelle

## Discontinuités temporelles

Évènements ponctuels (apparition/disparition) en espace image non corrélés a un évènement similaire dans la scène 3D

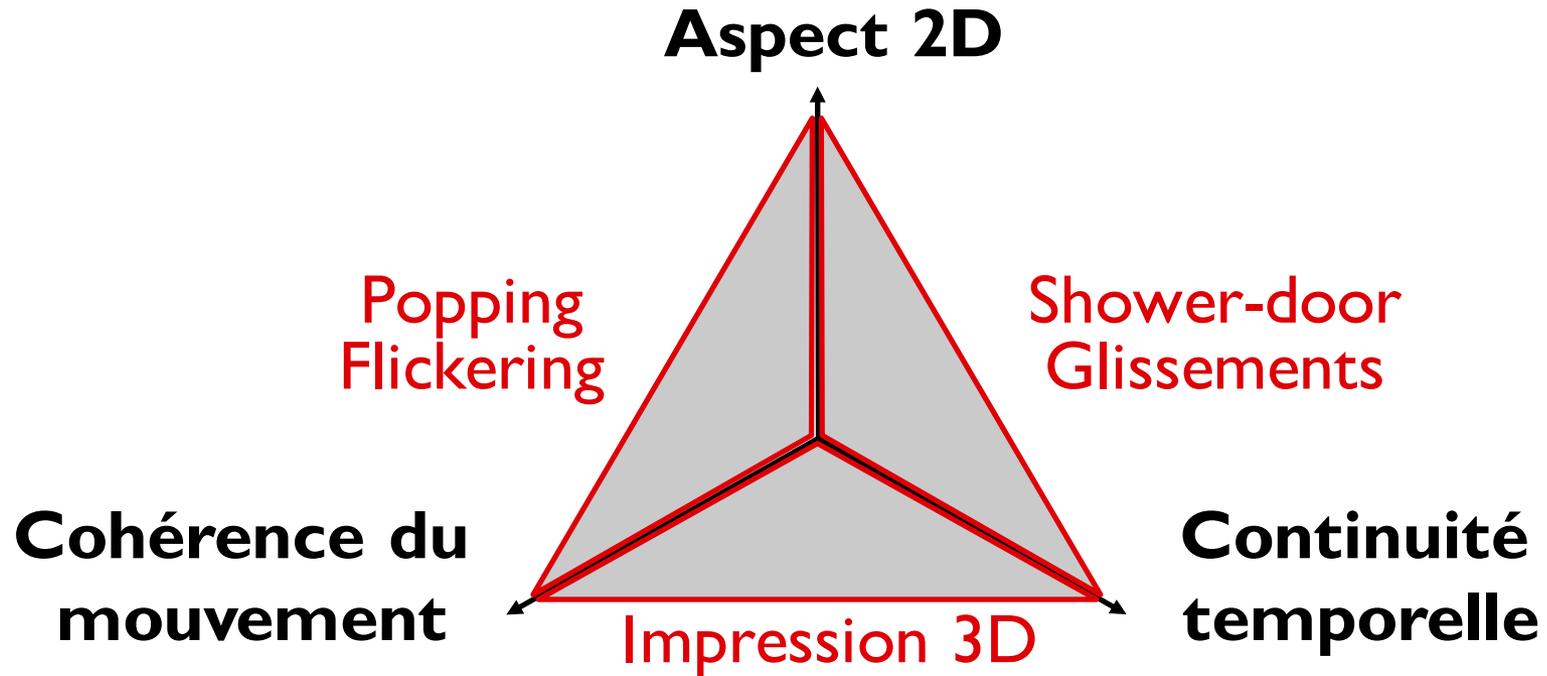
## Incohérence du mouvement

Décorrélation continue entre le mouvement apparent de la scène 3D et celui du médium entraînant une impression de glissement

## Déformation du médium

Non respect des caractéristiques 2D du médium (échelle, distribution des marques, homogénéité du contraste...)

# 3 objectifs simultanés



Objectifs en partie **contradictaires** :  
seule solution  $\Rightarrow$  trouver un **compromis**

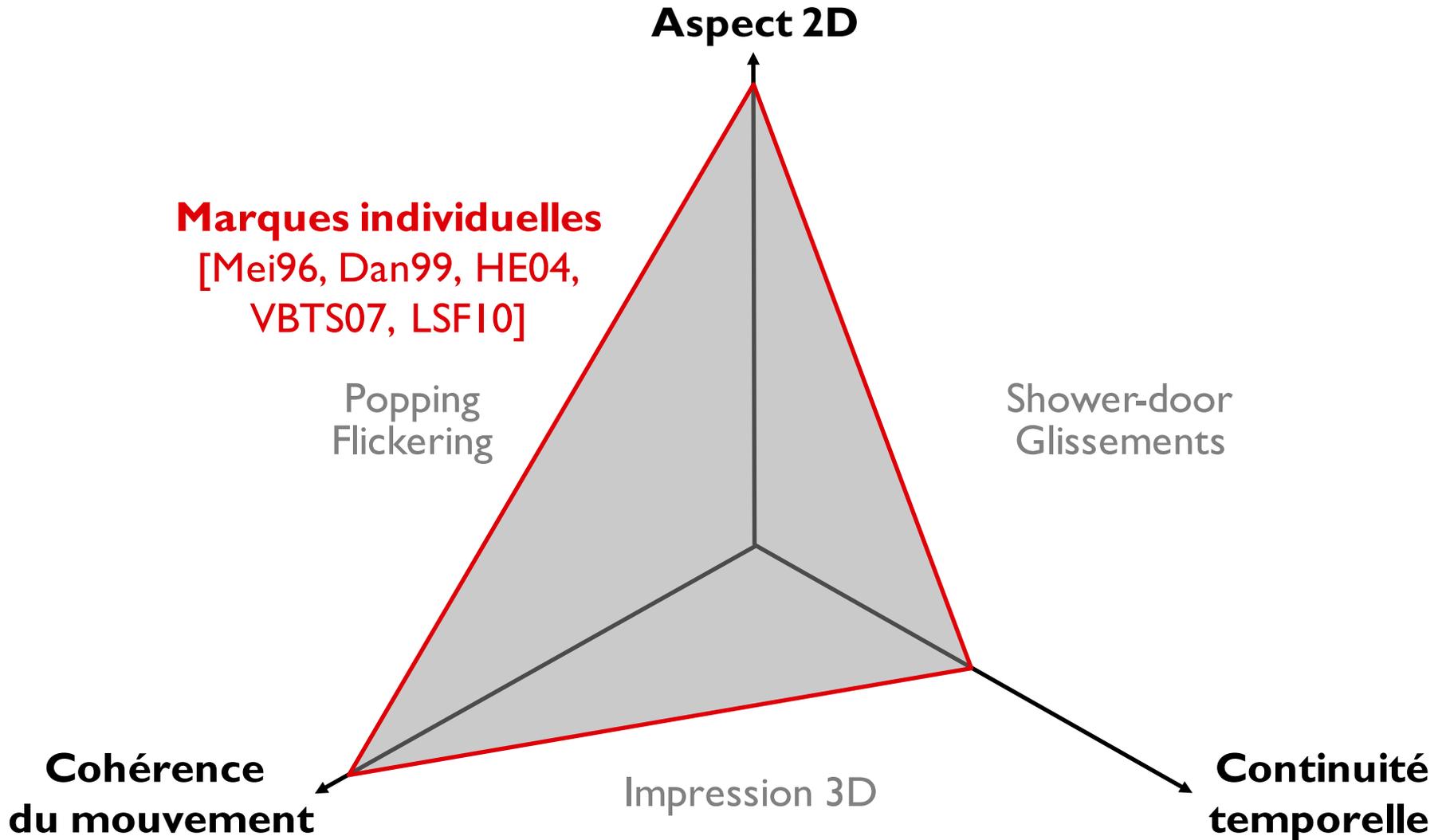
# 2 classes de compromis

1. **Distribution de primitives**
2. **Textures**

# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
  - Cohérence temporelle
  - **Distribution de primitives**
    - Marques individuelles
    - Bruits procéduraux
  - Textures
5. **Produire une image efficace**

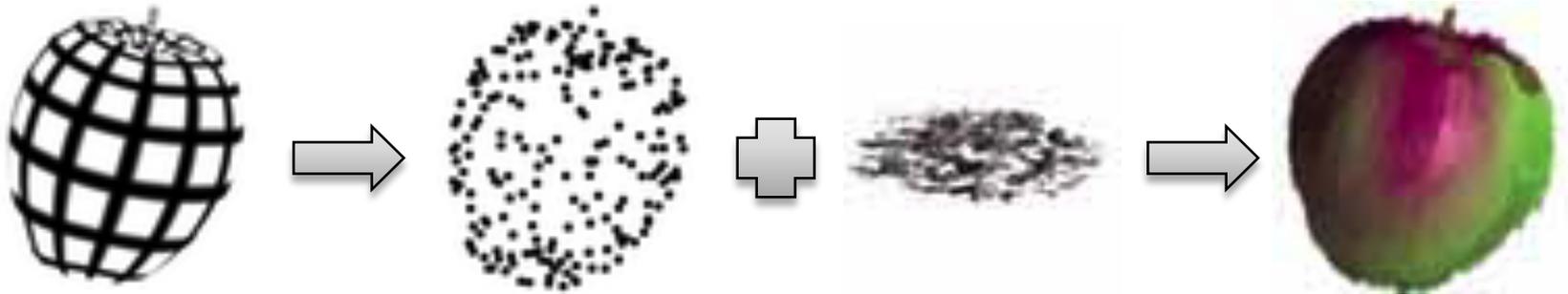
# Marques individuelles



# Marques individuelles

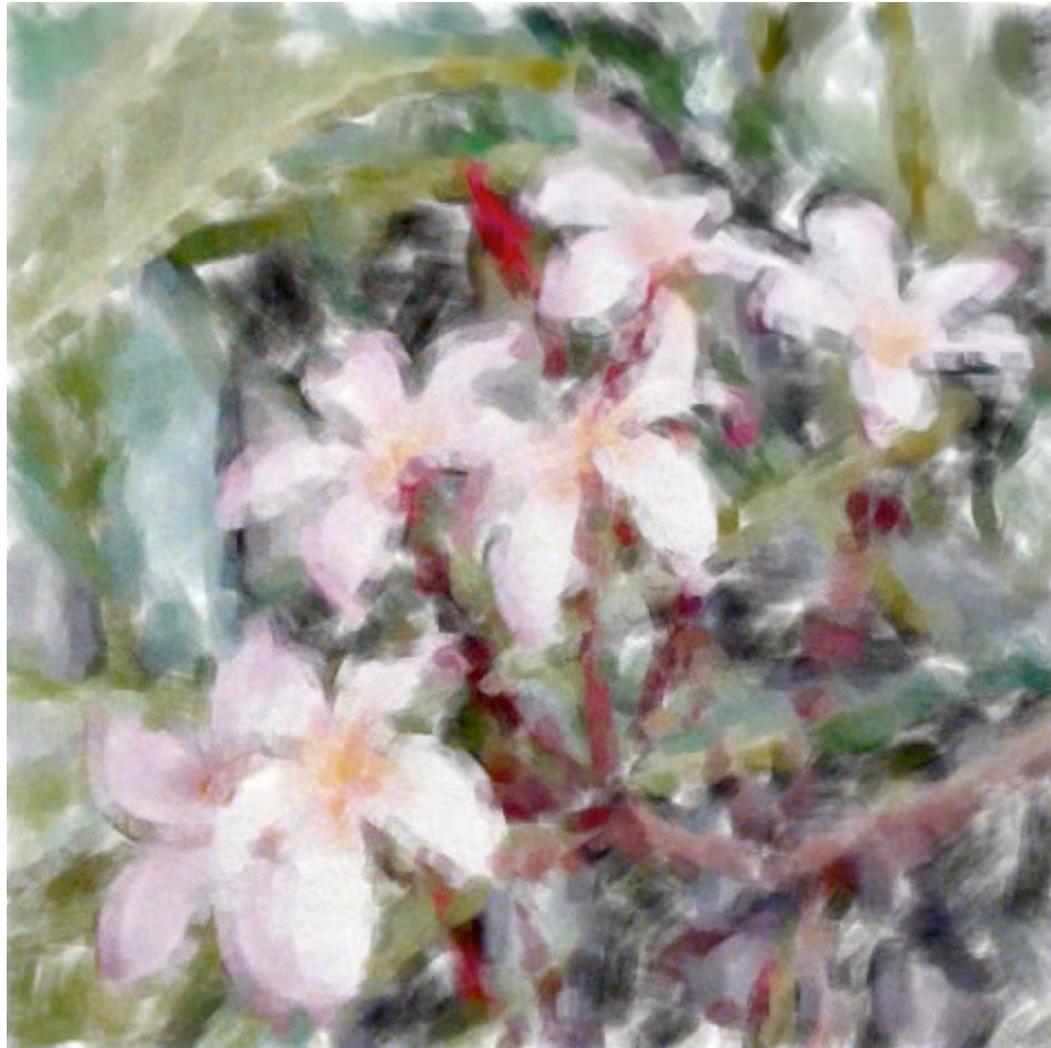
Distribution statique ou dynamique de **points d'ancrages** à la surface des **objets 3D**

Dessin des **coups de pinceau** en 2D



*Painterly rendering for animation.* [Meier, 1996]

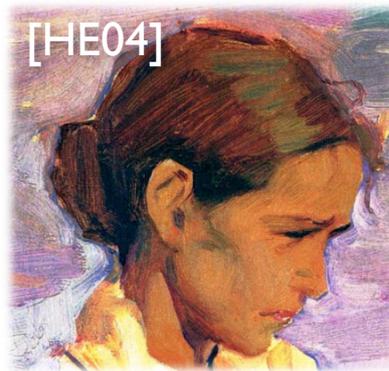
# Marques individuelles



***Interactive Painterly Stylization of Images, Videos and 3D Animations.*** [Lu et al., 2010]

# Marques individuelles

- ✓ Bon compromis marques 2D vs. mouvement 3D
- ✗ Accumulation / trous
- ✗ Popping / flickering



# Bruits procéduraux

Aspect 2D

Marques individuelles  
[Mei96, Dan99, HE04,  
VBTS07, LSF10]

Popping  
Flickering

Shower-door  
Glissements

**Bruits procéduraux**

[KC05, BKTS06, BLV\*10]

**Cohérence**

**du mouvement**

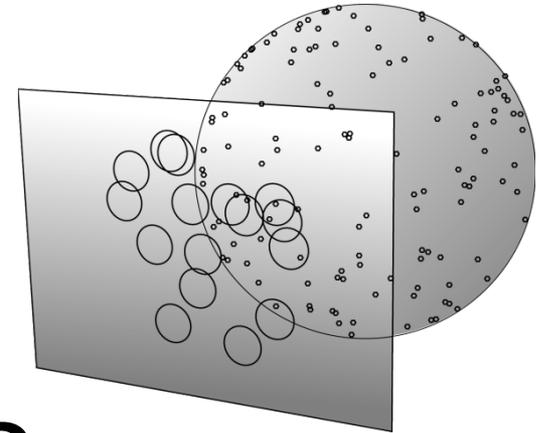
Impression 3D

**Continuité**

**temporelle**

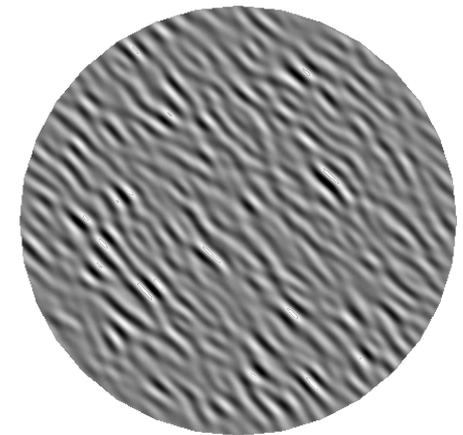
# Bruits procéduraux

**Points d'encrages** à la surface  
des **objets 3D**



Évaluation du **bruit procédural** en **2D**

- Fibre de papier
- Bruit de Perlin
- Noyaux de Gabor



# Bruits procéduraux



***A Dynamic Noise Primitive for Coherent Stylization.*** [Bénard *et al.*, 2010]

# Bruits procéduraux

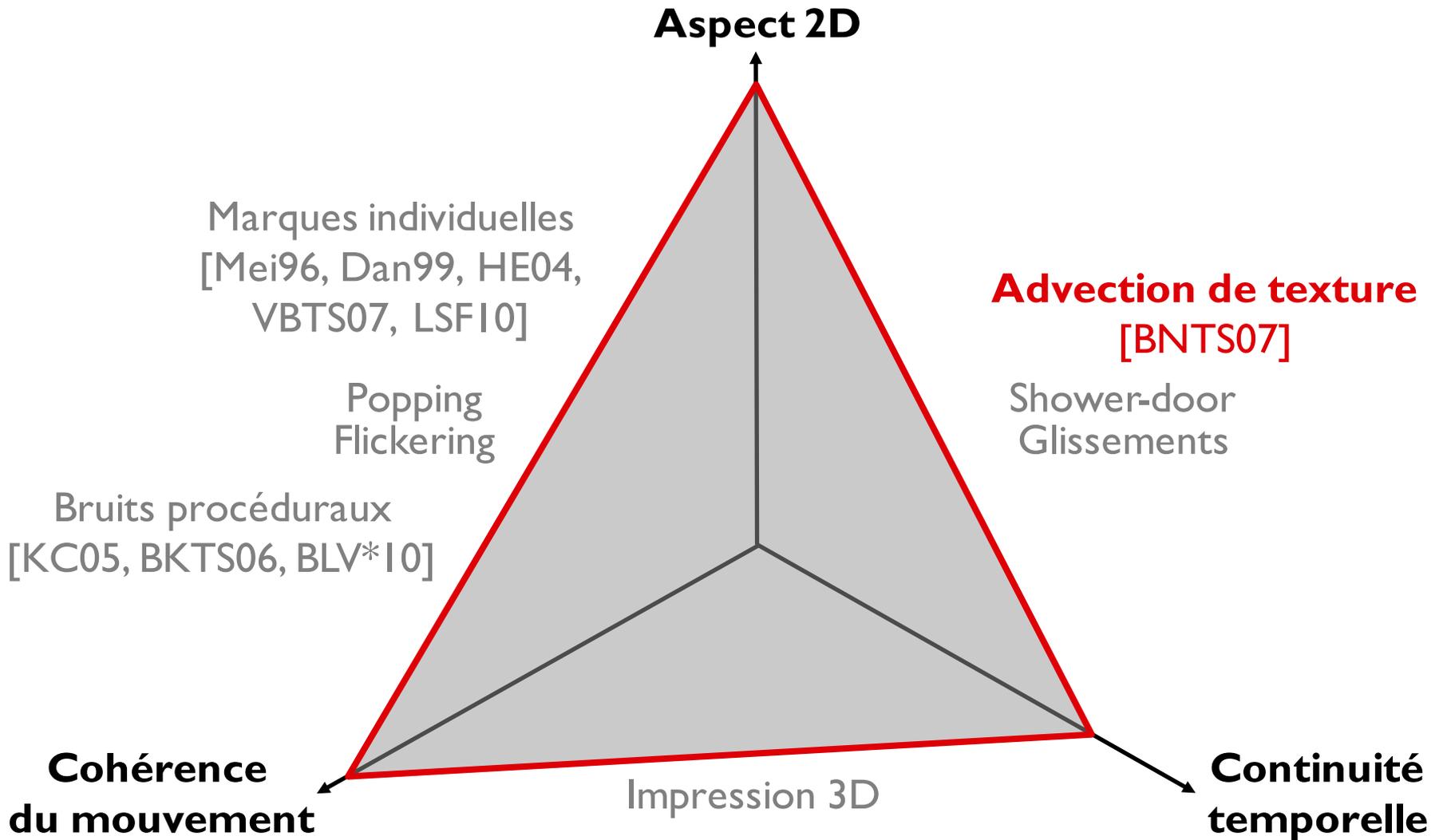
- ✓ Pas de déformation
- ✓ Pont entre texture et primitives
- ✗ Mouvements secondaires et/ou popping
- ✗ Motifs procéduraux



# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
  - Cohérence temporelle
  - Distribution de primitives
  - **Textures**
    - En espace image : local ou global
    - En espace objet
5. **Produire une image efficace**

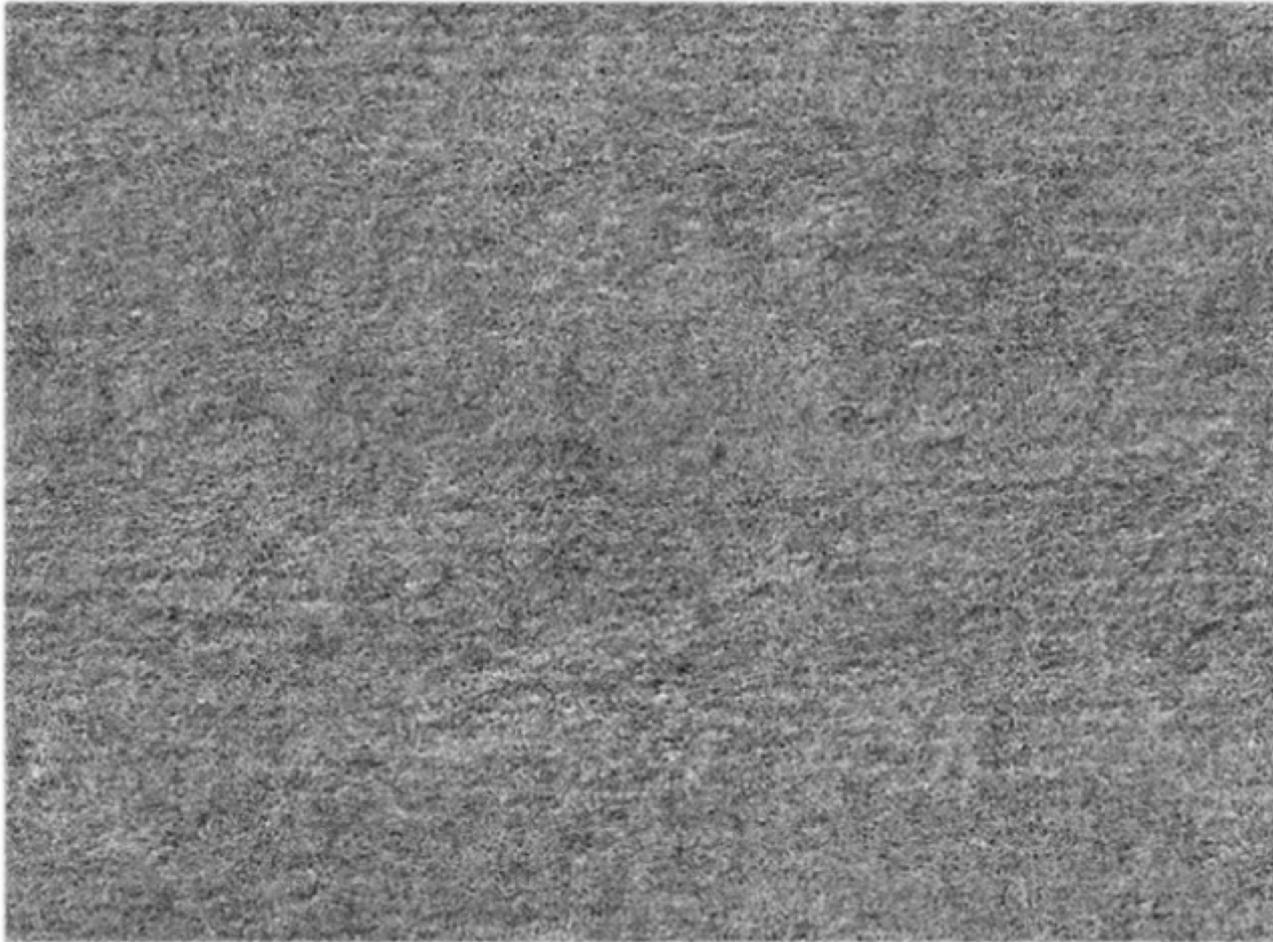
# Local : advection de texture



# Local : advection de texture

1. **Advection** de la texture selon le **champ de mouvement** directe et inverse
2. Choix, en chaque pixel, de la version de la texture la **moins déformée**
3. **Régénération** périodique de la texture par **alpha-blending**

# Local : advection de texture



***Video Watercolorization using Bidirectional Texture Advection.*** Bousseau et al., 2010

# Local : advection de texture



***Video Watercolorization using Bidirectional Texture Advection.*** Bousseau et al., 2010

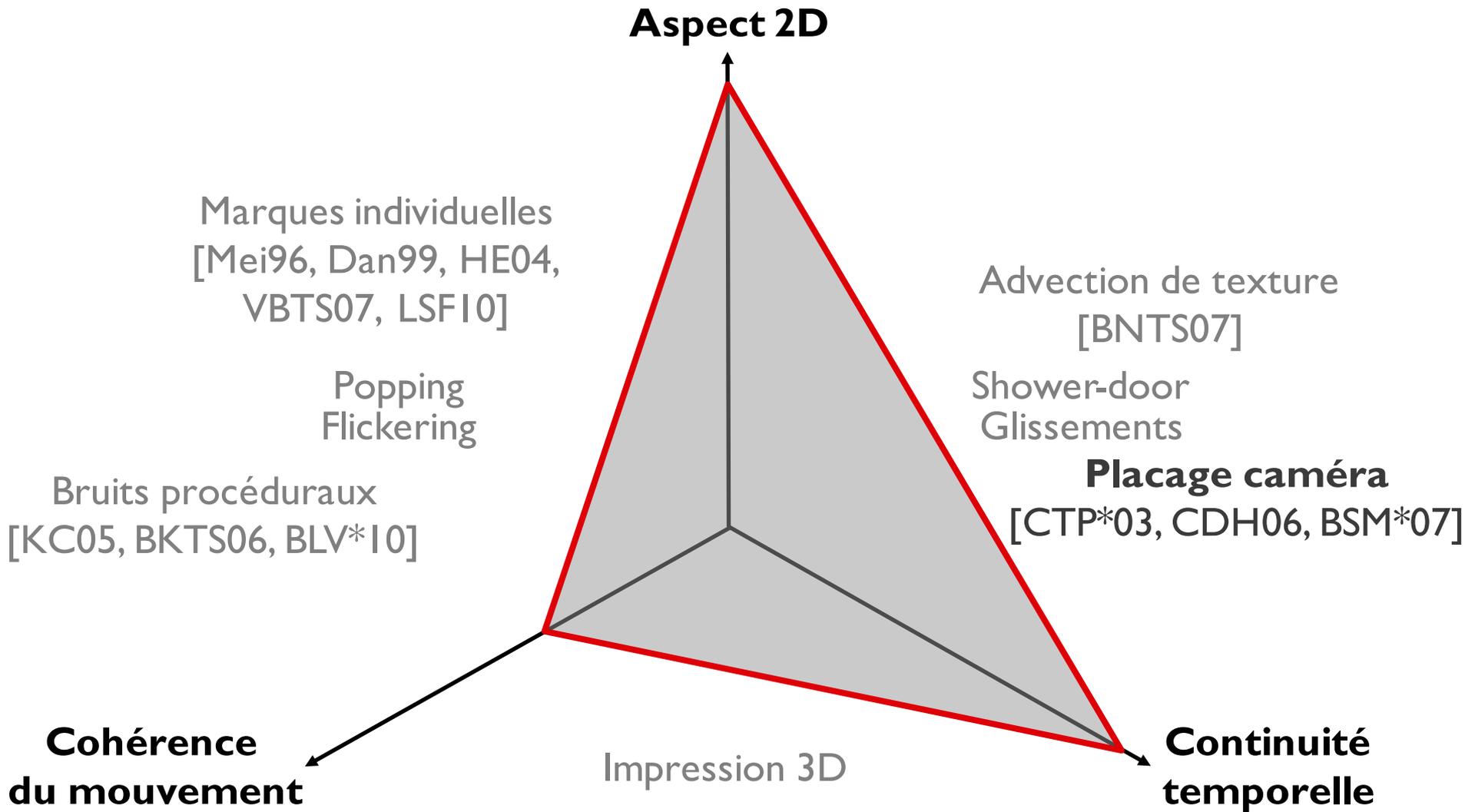
# Local : advection de texture

- ✓ Très forte apparence 2D
- ✗ Artefacts de régénération
- ✗ Effet en post-production



[BNTS07]

# Global : placage caméra

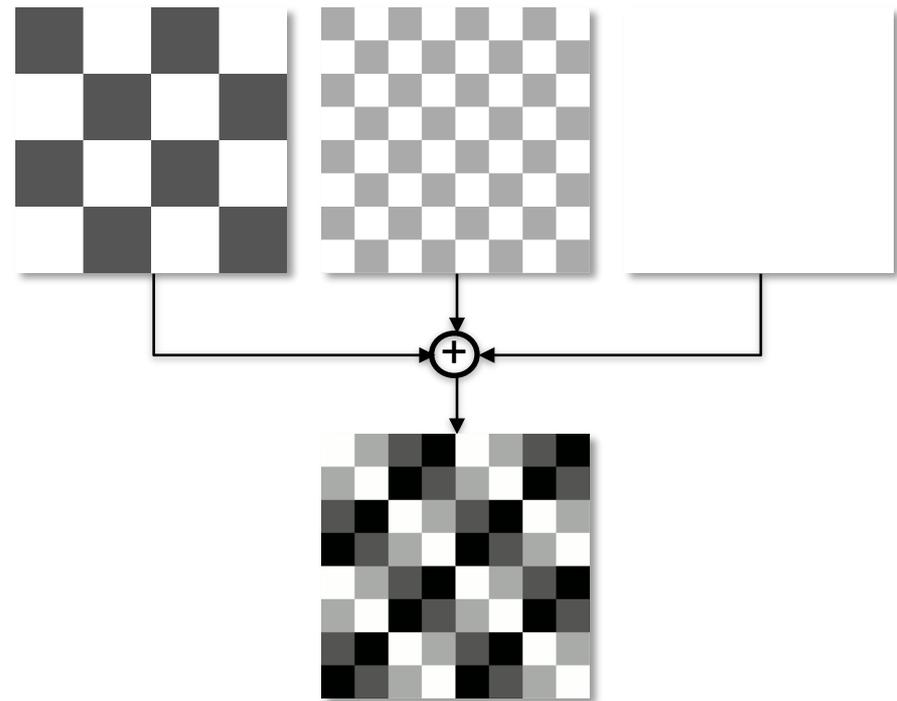


# Global : placage caméra

Approximation du mouvement 3D par une **transformation rigide 2D** (similitude)

Découpage en **patches de texture** possible pour réduire l'erreur d'approximation

Mécanisme de **zoom infini** (*fractalization*)



# Global : placage caméra



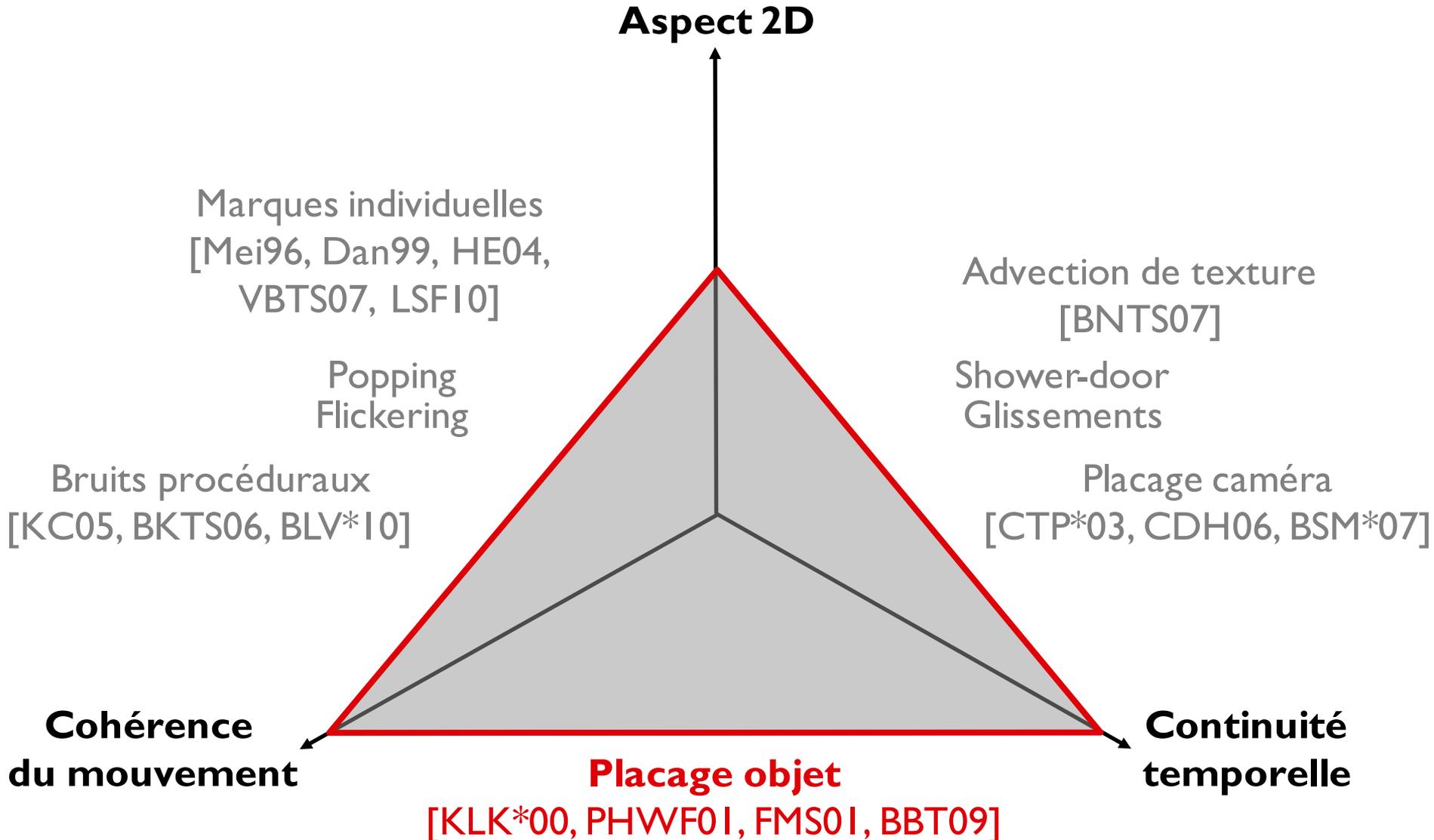
*Dynamic 2D Patterns for Shading 3D Scenes.* [Breslav et al., 2007]

# Global : placage caméra

- ✓ Forte apparence 2D
- ✓ Mécanisme de zoom infini
- ✗ Mouvement 3D approximé  
⇒ **glissements**



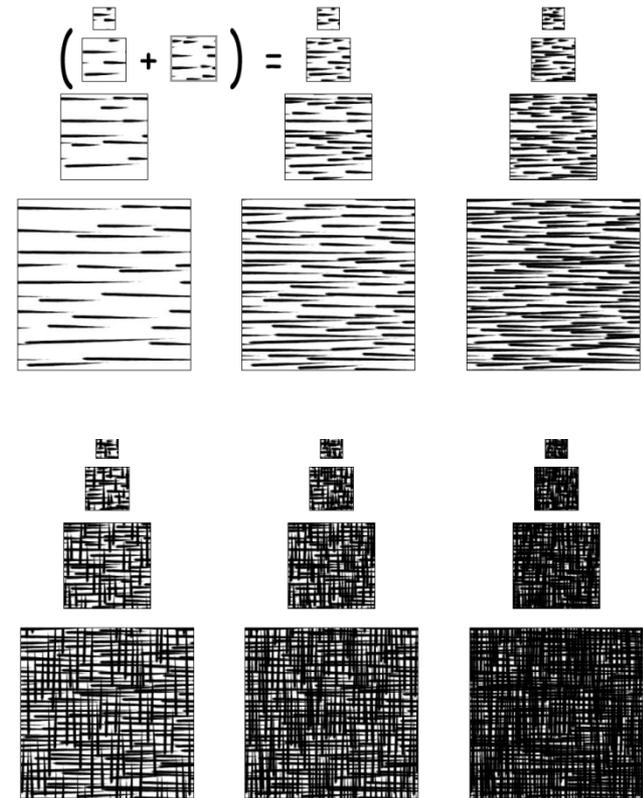
# Placage objet



# Placage objet

**MIP-maps** spécialisées : *Artmap* / *Tonal Art Map*  
ou **Zoom infini** en **espace objet**

octave 1    octave 2    octave 3    octave 4



[Praun et al., 2001]

[Bénard et al., 2009]

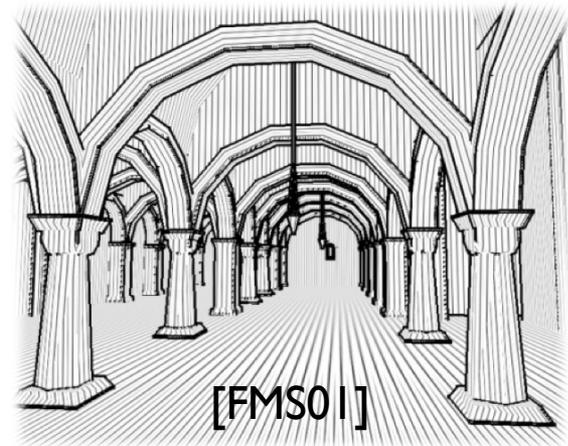
# Placage objet



***Real-Time Hatching.*** [Praun et al., 2001]

# Placage objet

- ✓ Mouvement exact
- ✓ MIP-mapping / *fractalization*
- ✗ Distorsions perspectives



# Compromis : conclusion

Importance du choix d'une classe d'approche :  
**primitives vs. texture**

Avantages et inconvénients propres à chaque méthode

Objectifs / contraintes additionnels

- vitesse d'exécution : temps-réel, interactif, hors-ligne
- contrôle du style par l'artiste

⇒ Comment **évaluer** ces compromis ?

# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**

# Abstraction

Mettre en avant l'information **importante**

Effacer l'information **superflue**

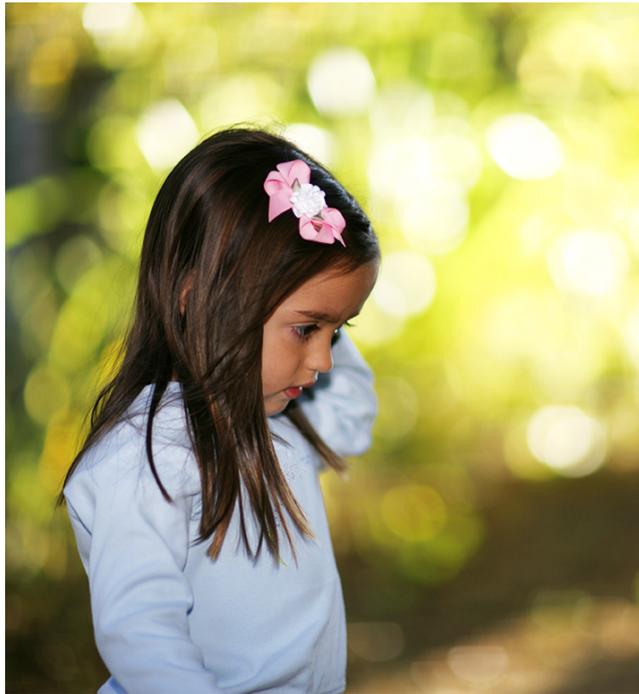
Illustrer l'information **nécessaire** et **suffisante**

# Plan

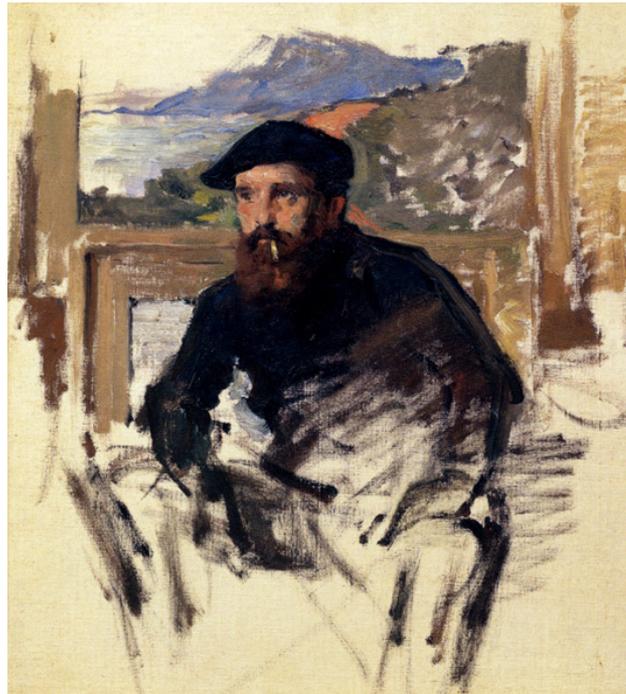
1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**
  - **Simplification**
  - Dessin au trait
  - Applications : illustrations techniques
  - Évaluation

# Simplification

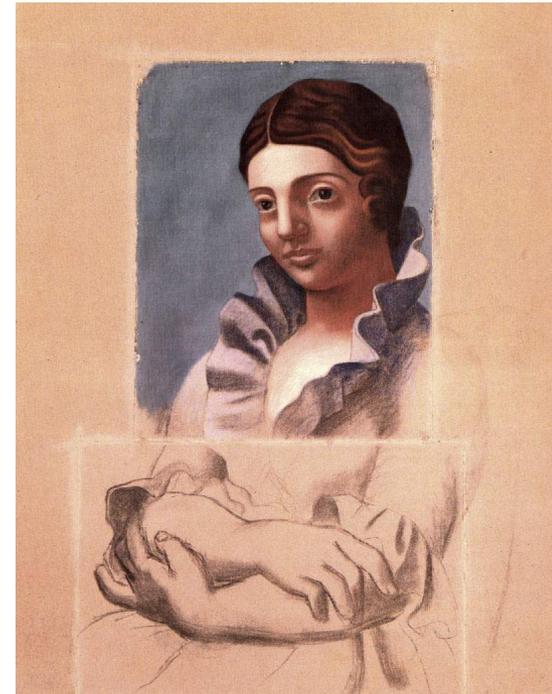
## Attirer l'attention



Profondeur de champs  
[Wikipedia]



Taille du pinceau  
Monet



Couleurs  
Picasso

# Simplification

## Simplification de photographies

*Stylization and Abstraction of Photographs.* [DeCarlo and Santella, 2002]



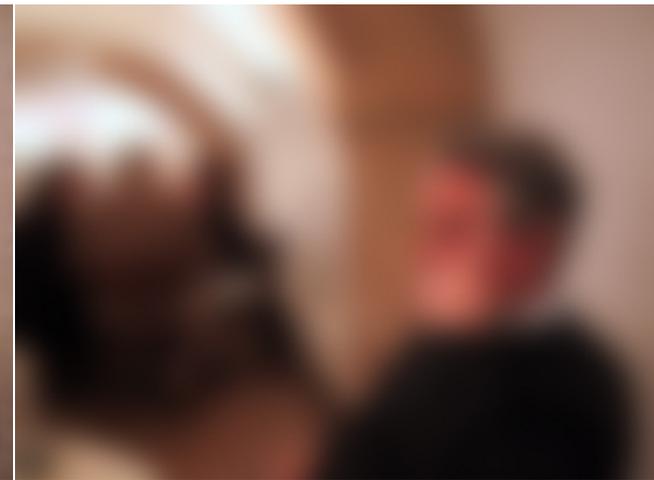
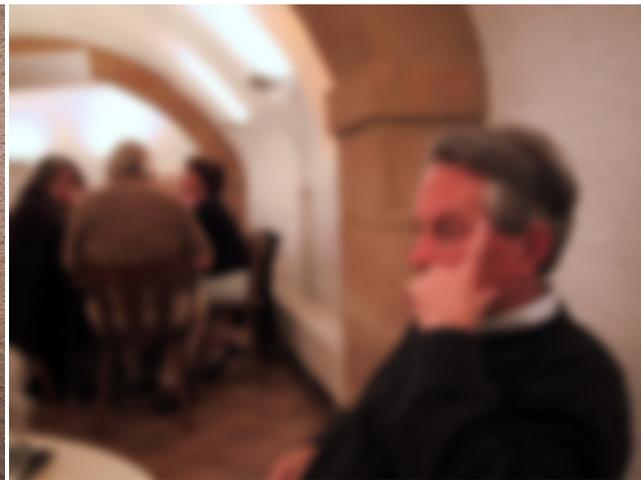
# Simplification

## Simplification de photographies

[DeCarlo and Santella 2002, Winnemoller et al., 2006, Orzan et al., 2007]

### Analyse multi-échelles

- Enlever de plus en plus de détails
- Combiner l'information a plusieurs échelles



# Simplification

## Simplification de photographies

[DeCarlo and Santella 2002, Winnemoller et al., 2006, Orzan et al., 2007]

### Analyse multi-échelles

- Enlever de plus en plus de détails
- Combiner l'information a plusieurs échelles

### Qu'est-ce qu'un détail ?

- Faible contraste (filtre bilatéral)
- Faible taille (filtre morphologique)
- Faible taille et contraste (flou gaussien)



# Simplification

## Simplification de dessins au traits

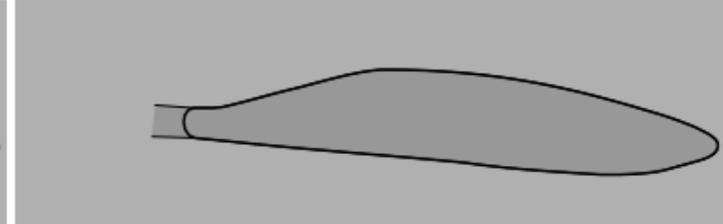
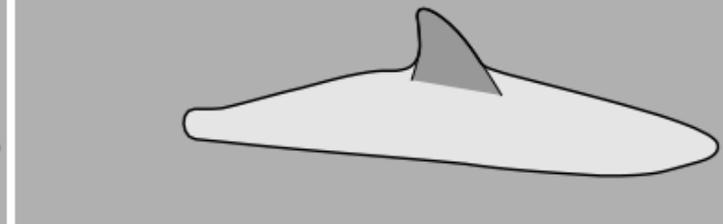
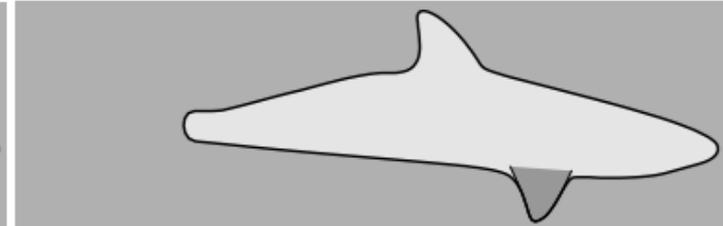
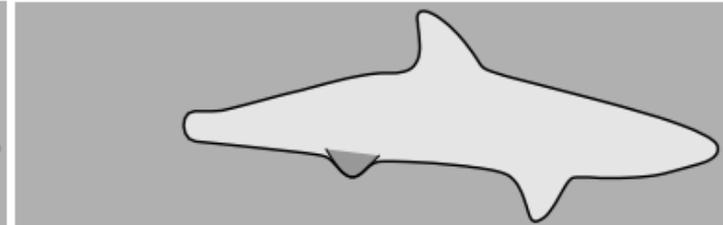
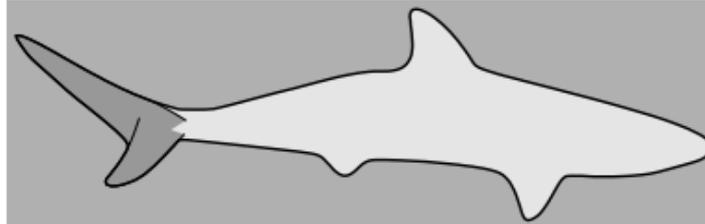
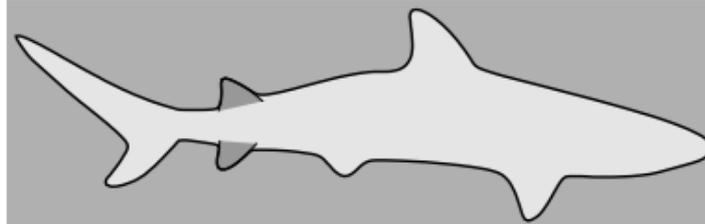
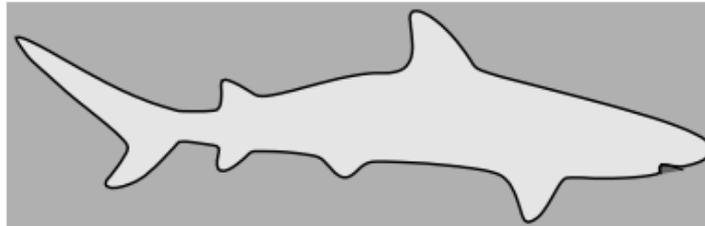
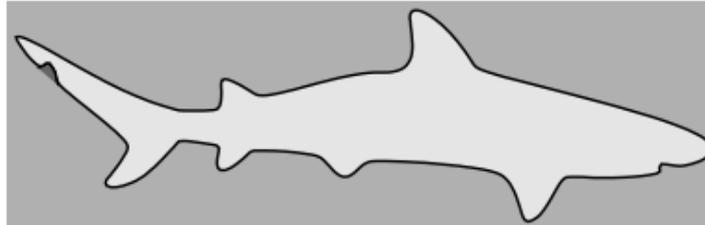
*Geometric Clustering for Line Drawing Simplification.* [Barla et al., 2005]



# Simplification

## Simplification de formes

*Abstraction of 2D Shapes in Terms of Parts.* [Mi et al., 2009]

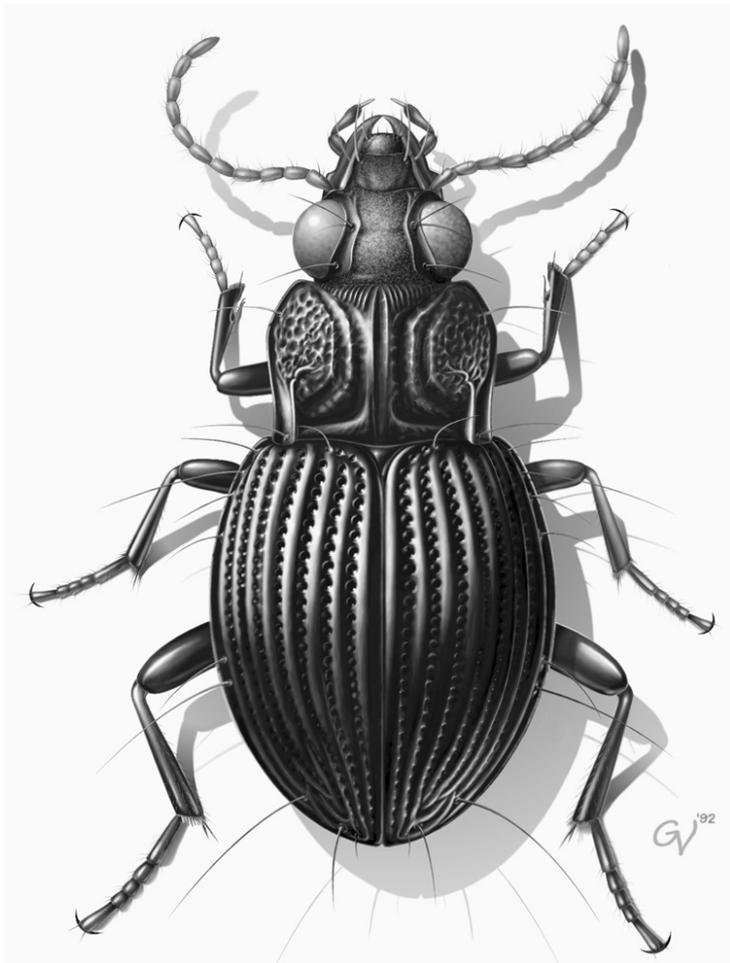


# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**
  - Simplification
  - **Enrichissement**
  - Applications : illustrations techniques
  - Évaluation

# Enrichissement

## Rehausser les détails



# Enrichissement

Rehausser les détails

**À partir d'une image**

*Multiscale Shape and Detail Enhancement.* [Fattal et al., 2007]

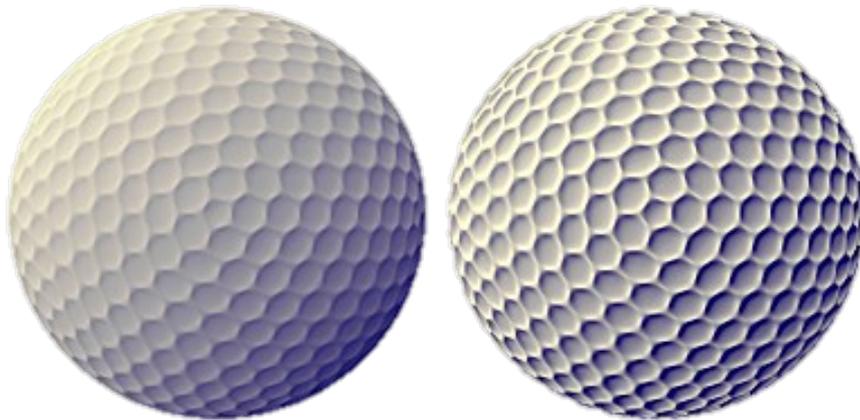


# Enrichissement

Rehausser les détails

**À partir d'un modèle 3D**

*Exaggerated Shading for Depicting Shape and Detail.* [Rusinkiewicz et al., 2006]

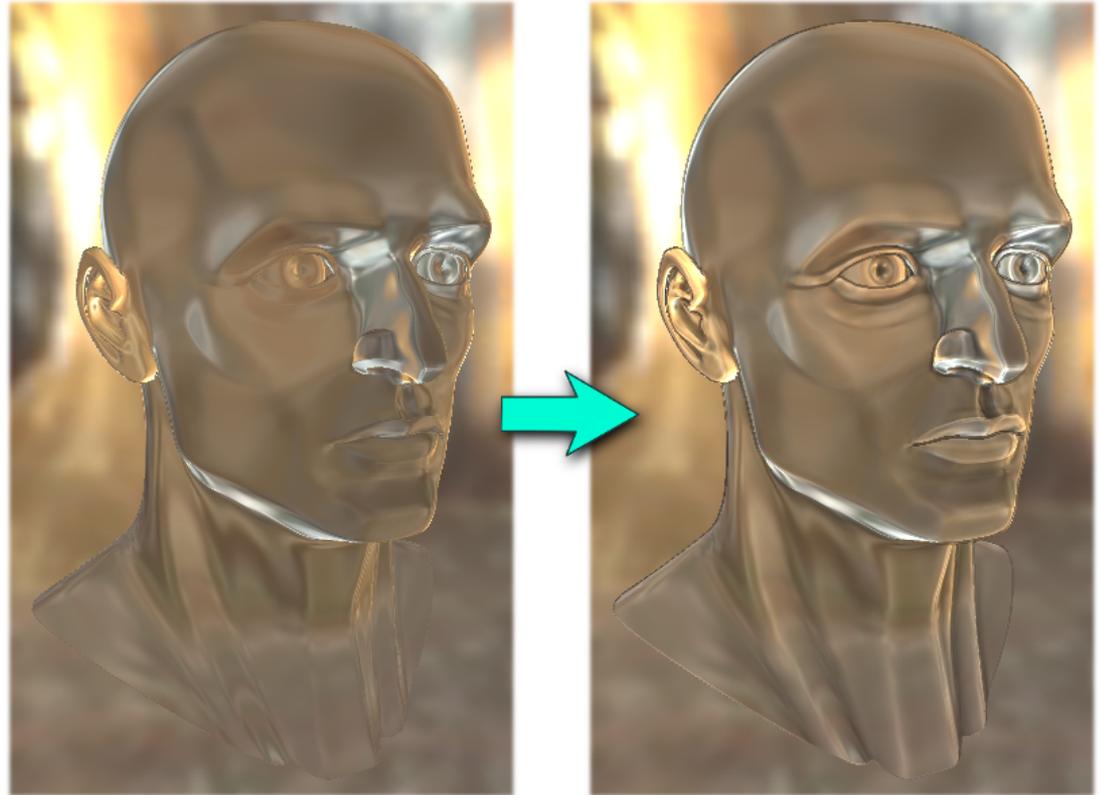


# Enrichissement

## Rehausser les détails

### À partir d'un modèle 3D

*Radiance Scaling for Versatile Surface Enhancement.* [Vergne et al., 2010]



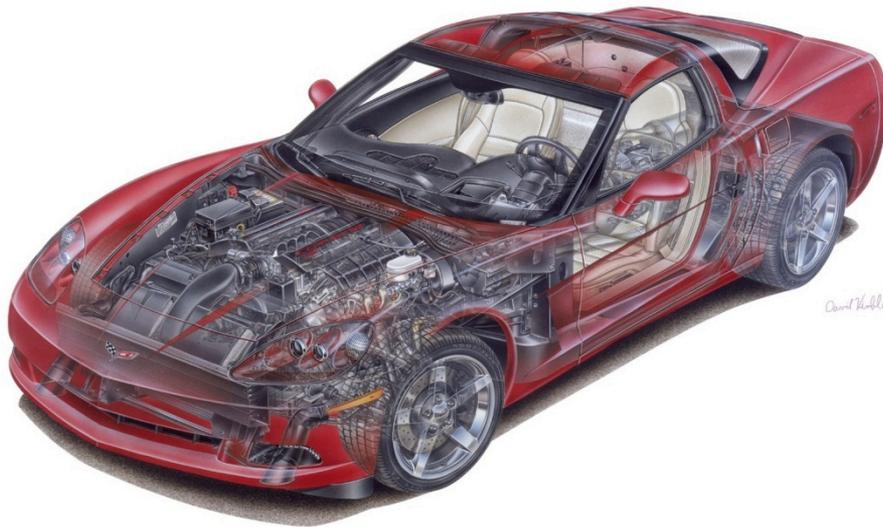
# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**
  - Simplification
  - Enrichissement
  - **Applications : illustrations techniques**
  - Évaluation

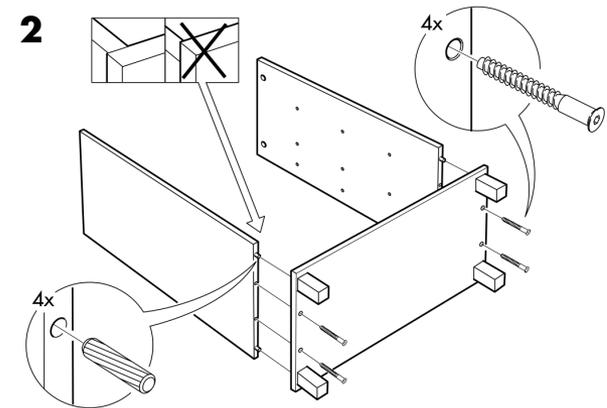
# Applications : illustration technique

Illustrer l'information nécessaire et suffisante

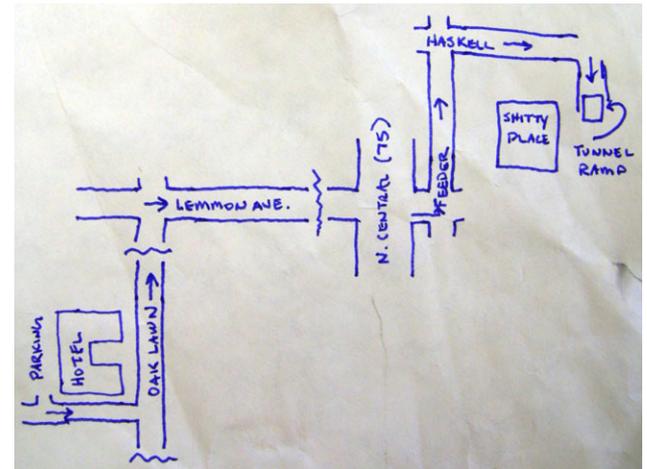
⇒ Dépend de l'application



Vue en coupe



Instructions



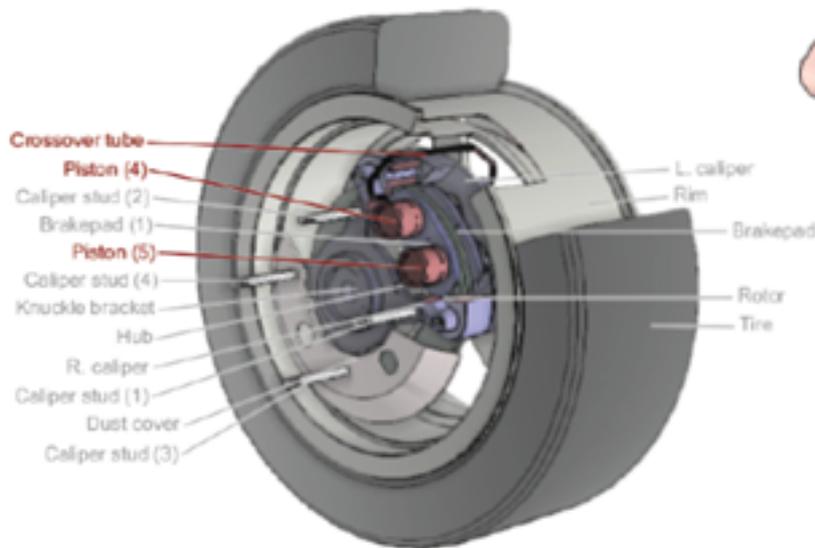
# Applications : illustration technique

Illustrer l'information nécessaire et suffisante

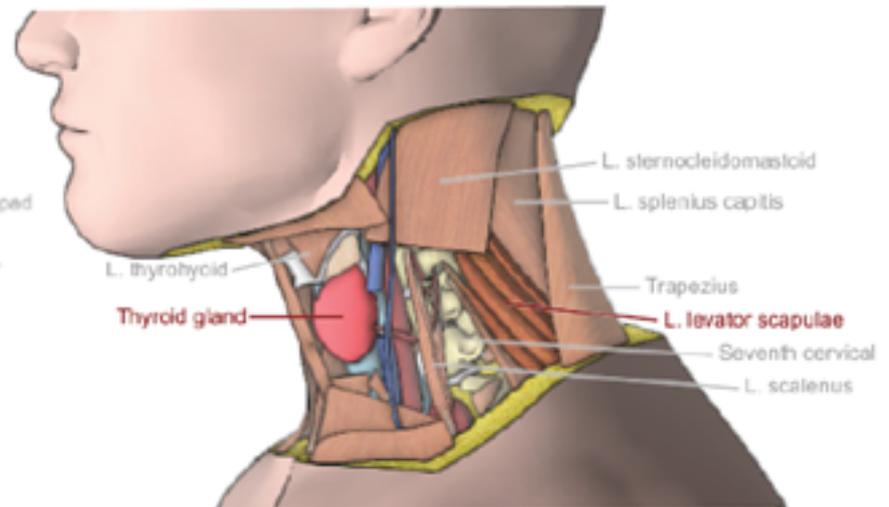
⇒ Dépend de l'application

## Vue en coupe

*Interactive Cutaway Illustrations of Complex 3D Models.* [Li et al., 2007]



(a) Disk brake



(b) Neck

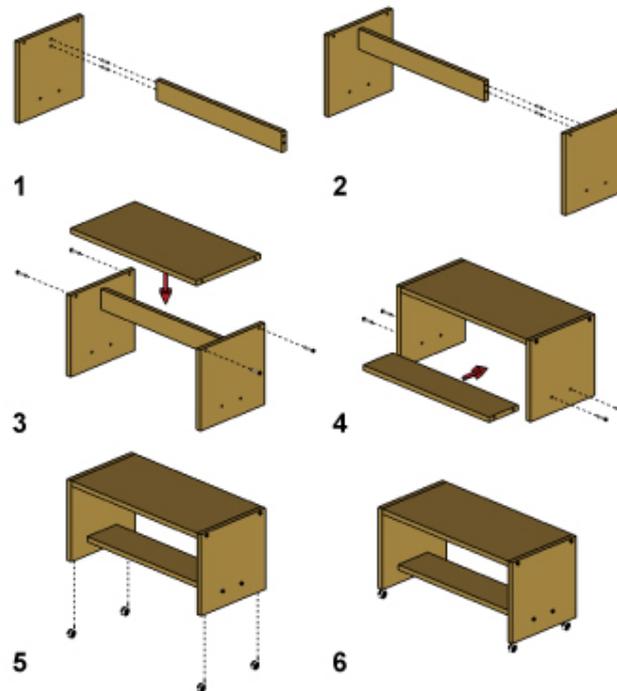
# Applications : illustration technique

Illustrer l'information nécessaire et suffisante

⇒ Dépend de l'application

## Instructions d'assemblage

*Designing Effective Step-By-Step Assembly Instructions.* [Agrawala et al., 2003]



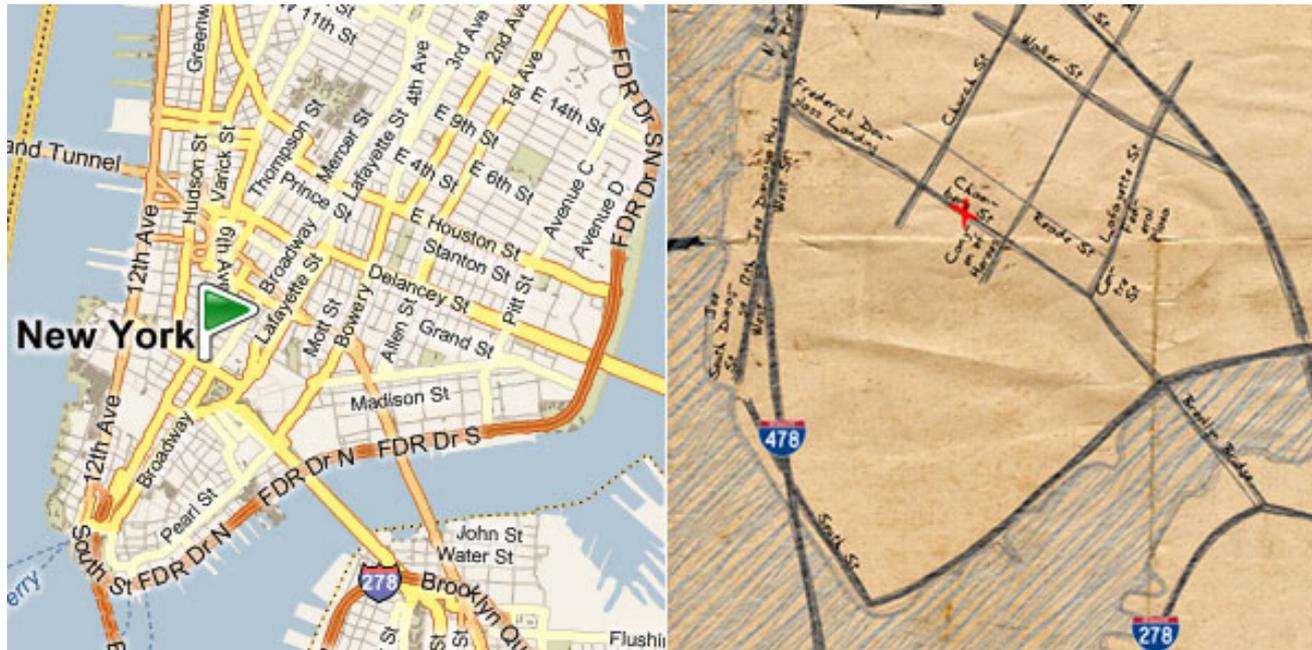
# Applications : illustration technique

Illustrer l'information nécessaire et suffisante

⇒ Dépend de l'application

## Itinéraires

*Automatic Generation of Destination Maps.* [Kopf et al., 2010]



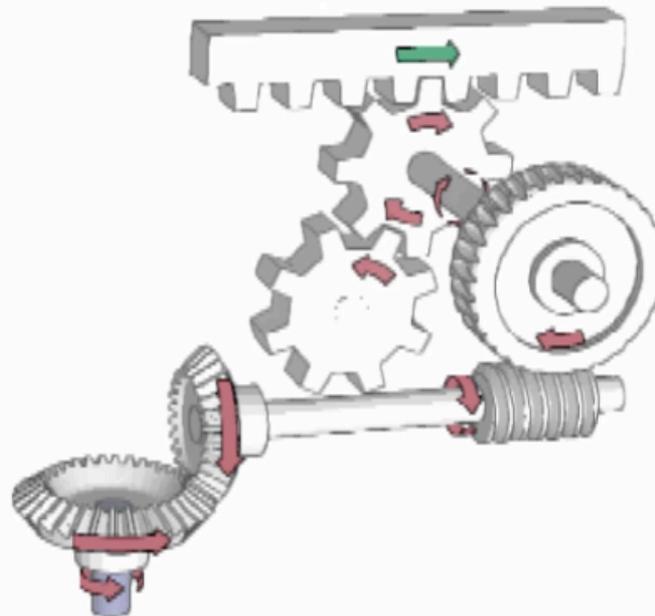
# Applications : illustration technique

Illustrer l'information nécessaire et suffisante

⇒ Dépend de l'application

## Mécanismes

*Illustrating How Mechanical Assemblies Work.* [Mitra et al., 2010-13]



Illustration

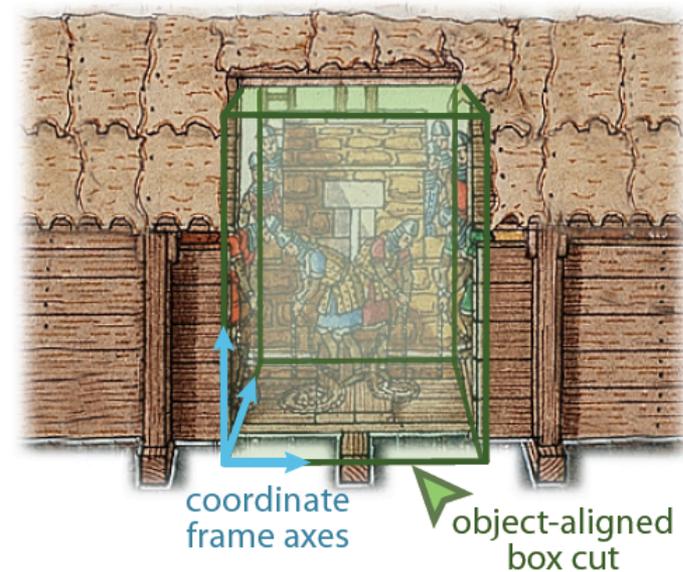
# Applications: illustration technique

Illustrer l'information nécessaire et suffisante

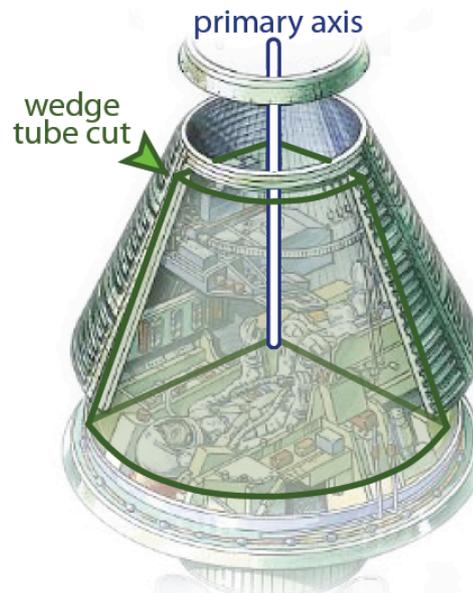
⇒ Dépend de l'application

**Quelles sont les conventions ?**

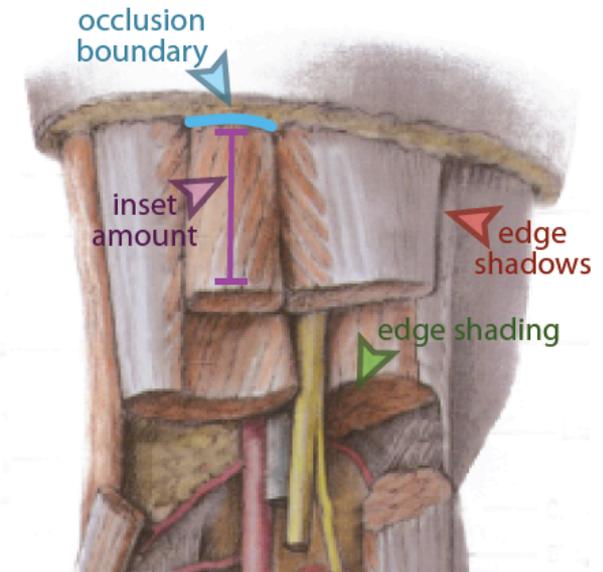
*Interactive Cutaway Illustrations of Complex 3D Models.* [Li et al., 2007]



Background Credit: Stephen Biesty (c) Dorling Kindersley



Background Credit: Nick Lipscombe, Garry Biggin (c) Dorling Kindersley



Background Credit: LifeART image

# Plan

1. **Style**
2. **Lignes**
3. **Remplissage**
4. **Animation**
5. **Produire une image efficace**
  - Simplification
  - Enrichissement
  - Applications : illustrations techniques
  - **Évaluation**

# Évaluation

## Simplification

Attirer l'attention : « eye tracking »

*Visual Interest and NPR: an Evaluation and Manifesto.* [Santella et al., 2004]

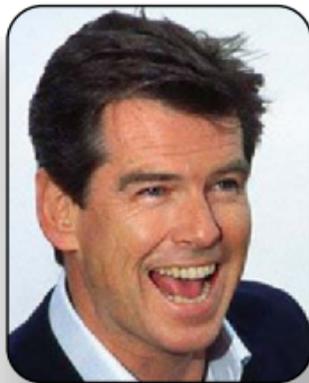


# Évaluation

## Simplification

Vitesse de reconnaissance, mémoire

*Real Time Video Abstraction.* [Winnemöller et al., 2006]



FAMILIAR FACES

ARBITRARY SCENES

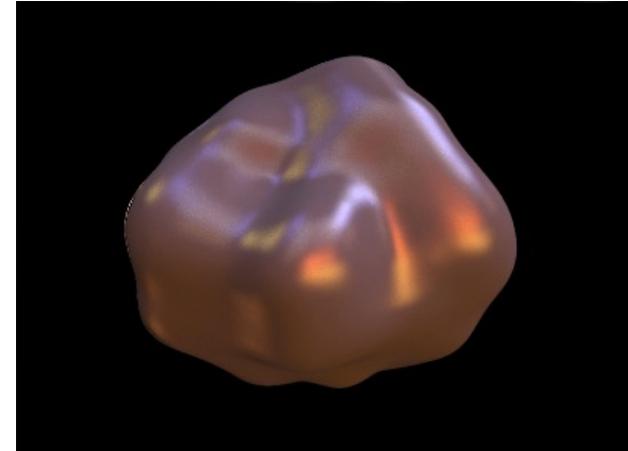
# Évaluation

## Peinture

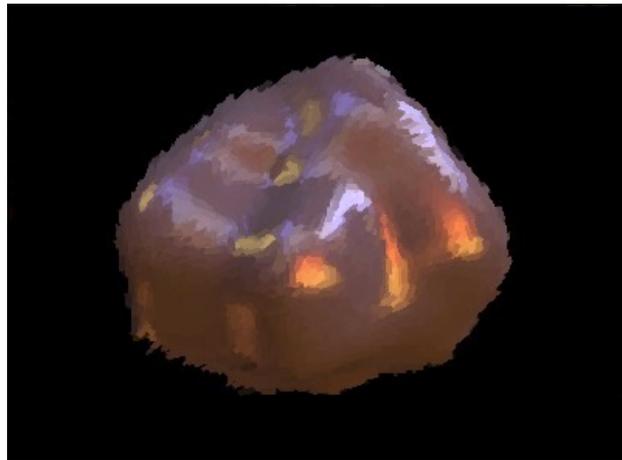
Brillance des matériaux

*Gloss Perception in Painterly  
and Cartoon Rendering.* [Bousseau et al., 2013]

BRDF réaliste



Rendu peinture



Petite brosse



Brosse médium



Large brosse

# Évaluation

## Illustrations techniques

Exercice d'assemblage

*Identification and Validation of Cognitive Design Principles for Automated Generation of Assembly Instructions.* [Heiser et al., 2004]

