

Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural
physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization
Splines

Video Games

Rigid Bodies
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Mini-projet d'initiation à la recherche. Partie Synthèse d'Images.

CPE Lyon
damien.rohmer@cpe.fr

13 Octobre 2010

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural
physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

1 Physics
3D Active Contours
Fluids
Cloth

2 Procedural physics
Plants
Smoke

3 Surface
Parameterization
Splines

4 Video Games
Rigid Bodies
Terrains
Crowd

5 Rendering
NPAR
Photorealistic rendering
Point sets

Contours actifs surfaciques : Segmentation de données médicales

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

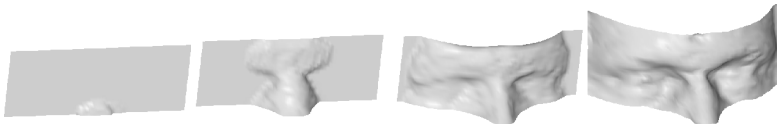
- Snake = courbe qui se déforme vers les maximums de gradient d'une image.
- Données médicales 3D volumiques



Snake 3D

Surface qui se déforme vers le contour d'un objet 3D

- Pour une courbe $E = \int \|c'\|^2 + \|c''\|^2 + F(I, c)dc$
- Pour une surface $E = \int \|s_{,u}\|^2 + \|s_{,v}\|^2 + \|s_{,uu}\|^2 + \|s_{,vv}\|^2 + 2\|s_{,uv}\|^2 + F(i, c)dc$



Snakes 3D : Bibliographie

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Demetri Terzopoulos (UCLA).
 - T. McInerney, D. Terzopoulos. Deformable Models in Medical Image Analysis : A Survey. Medical Image Analysis. 1(2), p91-108, 1996.
- Laurent D. Cohen (INRIA).
 - HDR

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Théorie, EDP.
 - Execution couteuse.
- Mots-clés : Déformation de surfaces, imagerie médicale.

Simulation de fluides par level-sets.

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

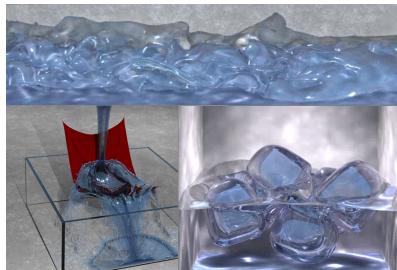
Level-Set

Déformation temporelle de surfaces définies implicitement.

- On ne traite pas explicitement la complexité de la surface
- Surface définie par $\phi(x, y, z) = 0$.
- Déformation par champs de vitesse \vec{v}

$$\phi_{,t} + \vec{v} \cdot \nabla \phi = 0$$

- Si \vec{v} vérifie
Navier-Stokes



Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Simulation de fluides par level-sets : Bibliographie

- Ronald Fedkiw (Stanford)
 - S. Osher, R. Fedkiw. Level Set Methods and Dynamic Implicit Surfaces. Springer. 2003
- Stanley Osher (UCLA).
- James A. Sethian (Berkeley)

Simulation de fluides par level-sets

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Théorie : EDP+physique
 - Visualisation
 - Execution couteuse temps + mémoire.
- Mots-clés : Déformation de surfaces, physique.

Simulation de tissus par résolution implicite

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Euler explicite

$$v(t + dt) = v(t) + F(t)$$

Simple mais peu précis + diverge.

- Implicite = Résoudre

$$v(t + dt) = v(t) + F(t + dt)$$

Inconditionnellement stable !



Simulation de tissus par approche implicite : Bibliographie

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Robert Bridson (Vancouver)
- Ronald Fedkiw (Stanford)
- Bernhard Thomaszewski (Tuebingen)
- Pascal Volino (Geneve)

Simulation de tissus par approche implicite

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Théorie : EDP+mecanique
 - Système linéaires à résoudre efficacement.
 - Difficile si traitement des collisions.
- Mots-clés : Simulation physique, mecanique.

Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural
physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization
Splines

Video Games

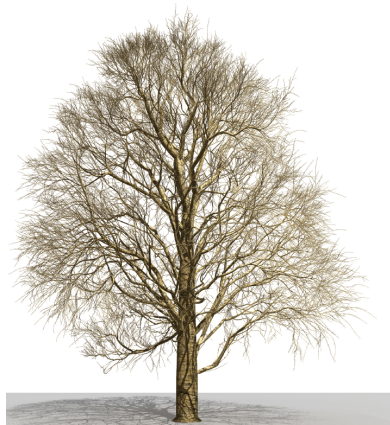
Rigid Bodies
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Génération de plantes par *L-system.*

- L(Lindenmayer)-system
= règles géométriques
simples appliquées
reccursivement
- Modélise raisonablement
le comportement des
branches.
- Règles grammaticales.



Génération de plantes par *L-system* : Bibliographie

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Christoph Godin (INRIA Sophia, Montpellier)
- W. Palubicki, K. Horel, S. Longay, A. Runions, B. Lane, R. Mech, P. Prusinkiewicz. Self-organizing tree models for image synthesis. ACM SIGGRAPH 2009.
- T. Luft. An Ivy Generator. C++ code. 2007.

Génération de plantes par *L-system.*

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultées
 - Implémentation facilement abordable.
 - + Comportement amélioré.
 - + Prise en compte d'un modèle physique sous jacent.
 - + Rendu réaliste.
- Mots-clés : Plantes, fractales.

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Simulation de fumée par méthode particulaire

- Méthode particulaire = Système de particules + Sprites
- Classique en effet spéciaux pour le cinéma.



Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Simulation de fumée par méthode particulaire

- Fabrice Neyret (INRIA Grenoble).
- Ronald Fedkiw (Stanford).

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Simulation de fumée par méthode particulaire

- Difficultés
 - Implémentation de sprites.
 - Théorie délicate si on utilise un modèle physique, sinon procédurale très simple.
- Mots-clés : Effets spéciaux, Sprites.

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural
physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Mesh parameterization : Application des *Quad-Dominant Meshes* à l'architecture

- Architecture demande des surfaces à face planaires le long de lignes principales (assemblage de panneaux).
- ⇒ Comment modéliser des surfaces formées par quads ?
- ⇒ Comment paramétrer une surface triangulaire ?



Mesh parameterization : Application des *Quad-Dominant Meshes* à l'architecture : Bibliographie

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Helmut Pottmann (TU Wien)
- Leit Kobbelt (RWTH Aachen)
- Alla Sheffer (Vancouver)
- Bruno Levy (INRIA Nancy)
- K. Hormann, A. Sheffer, B. Levy, M. Desbrun, K. Zhou, K. Polthier, Marrhias Nieser. Mesh Parameterization : Theory and Practive. ACM SIGGRAPH Course notes. 2007 ; 2008.
- D. Bommès, H. Zimmer, L. Kobbelt. Mixed-Integer Quadrangulation.
- P. Alliez, D. Cohen-Steiner, O. Devillers, B. Levy, M. Desbrun. Anisotropic polygonal remeshing. ACM Siggraph 2003.
- Outils : Graphite, CGAL.

Mesh parameterization : Application des *Quad-Dominant Meshes* à l'architecture

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Théorie surface + optimisation.
 - Implémentation d'un remaillage quad trop complexe. Paramétrisation simple sera suffisante.
- Mots-clés : Paramétrisation, architecture, maillage.

Modèles paramétriques avancés : T-Splines en CAO

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

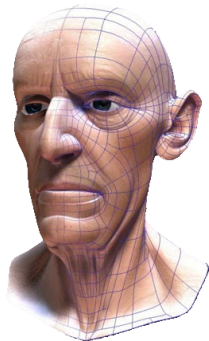
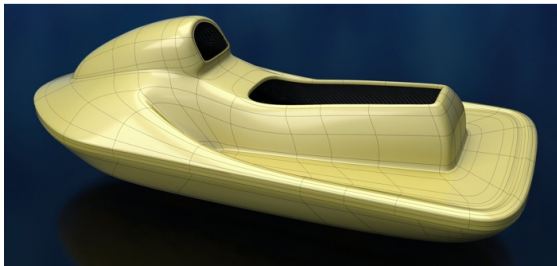
Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Limitation des Splines = topologie par patchs.
- ⇒ T-Splines permet les jonctions en T.
- Breveté



Modèles paramétriques avancés : T-Splines en CAO : Bibliographie

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Thomas W. Sederberg (Provo, Utah)
- <http://www.tsplines.com>
- T. Sederberg, J. Zheng, A. Bakenov, A. Nasri. T-splines and T-NURCCS. ACM SIGGRAPH 2003.
- T. Cashman, U. Augsdorfer, N. Dogson, M. Sabin. NURBS with extraordinary points : High-degree, Non-uniform, Rational Subdivision. ACM SIGGRAPH 2009. Schemes.

Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Modèles paramétriques avancés : T-Splines en CAO

- Difficultés
 - Théorie Splines
 - Implémentation : structure de données.
- Mots-clés : CAO, surfaces paramétriques.

Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural
physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization
Splines

Video Games

Rigid Bodies

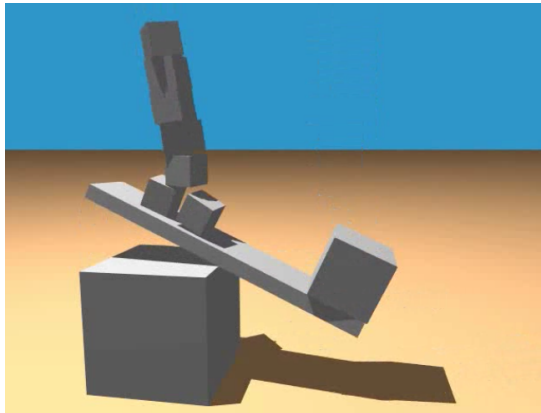
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Moteur physique de jeux vidéos : Animation de solides

- Appliquer les lois des solides indéformables en temps réel.
- Mécanique du point + rotation (inertie).



Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural
physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Moteur physique de jeux vidéos : Animation de solides : Bibliographie

- David Baraff (Pixar)
 - A. Witkin, D. Baraff. Physically Based Modeling : Principles and Practice. ACM SIGGRAPH Course notes. 1997.
 - A. Witkin, D. Baraff, M. Kass. An Introduction to Physically Based Modeling. ACM SIGGRAPH Course notes. 1995.
- Mécanique du solide.

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Moteur physique de jeux vidéo : Animation de solides

- Difficultés
 - Théorie mécanique + implémentation abordable.
 - + Implémentation efficace.
 - + Gérer les collisions : arrêtes, sommets, ...
 - + Application à des maillages complexes.
- Mots-clés : Jeu vidéo, moteur physique, solides indéformables.

Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization
Splines

Video Games

Rigid Bodies
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Gestion de grands terrains dans les jeux videos

- Terrains de jeux vidéos très large. Il ne rentre pas en RAM.
- ⇒ réduire la résolution lorsque l'on est éloigné.
- ⇒ Ne pas afficher lorsque l'on est caché.
- Nécessite des structures de données d'occlusions.



Gestion de grands terrains dans les jeux videos : Bibliographie

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Multiresolution
- Occlusion, BSP
- Quake
- David Odin

Gestion de grands terrains dans les jeux videos

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Beaucoup de programmation, gestion de structure de données.
- Mots-clés : Jeu vidéo, terrains, multiresolution.

Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural
physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization
Splines

Video Games

Rigid Bodies
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Simulation de foules : Application aux jeux vidéos

- Caractères autonomes, comportements réalistes.
- Calcul efficace pour plusieurs centaines/milliers d'individus.



Simulation de foules : Application aux jeux vidéos : Bibliographie

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic

rendering

Point sets

- C. Reynolds. Steering Behaviors For Autonomous Characters. Game Developers Conference (GDC). 1999.
- C. Reynolds. Flocks, Herds, and Schools : A Distributed Behavioral Model. Computer Graphics. 1987.
- S. Guy, J. Chhugani, C. Kim, N. Satish, M. Lin, D. Manocha, P. Dubey. ClearPath : Highly Parallel Collision Avoidance for Multi-Agent Simulation. ACM/EG Symposium on Computer Animation (SCA). 2009.

Simulation de foules : Application aux jeux vidéo

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Implémentation de base abordable
 - + Efficacité.
 - + Habillage réaliste.
 - + Complexité du comportement.
- Mots-clés : Jeu vidéo, Foule, Comportement.

Rendus expressif par shaders

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Rendu photorealiste = copie du système visuel.
- Rendu expressif / non photorealiste = Exprimer un message plus clair par l'image.
- Le traitement par shader sur les pixels permet d'appliquer ces methodes en temps réel.



Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization
Splines

Video Games

Rigid Bodies
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Rendus expressif par shaders : Bibliographie

- Joelle Thollot (INRIA Grenoble)
- J. Lopez-Moreno, J. Jimenez, S. Hadap, E. Reinhard, K. Anjyo, D. Gutierrez. Stylized depiction of images based on depth perception. NPAR. 2010.

Rendus expressif par shaders

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Traitement de bases faciles.
 - Attention : Nécessite la programmation sur GPU.
- Mots-clés : GPU, shaders, Rendu expressif.

Rendu de peau humaine. Utilisation de BSDF

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- BSDF = Bidirectional scattering distribution function
- Relation entre flux lumineux entrant et sortant de la surface.
- ex. BSSRDF=BRDF+SSS=- $f(\mathbf{x}_i, \omega_i, \mathbf{x}_o, \omega_o)$.
- SSS : Le flux lumineux penetre sous la surface et en ressort ailleurs.



Rendu de peau humaine. Utilisation de BSDF

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Craig Doner (Columbia)
- Henrik W. Jensen (San Diego)
- M. Pharr, G. Humphreys. Physically Based Rendering, (Second Edition) : From Theory To Implementation. Morgan Kaufmann. 2010.

Rendu de peau humaine. Utilisation de BSDF

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

- Difficultés
 - Sujet délicat.
 - Théorie : Equation de la lumière.
 - Vraie Implémentation : Méthodes statistiques, Monte Carlo, ... (heures/jours calculs)
 - Un rayon tracing avec imitation de SSS sur des couches simples sera suffisant.
- Mots-clés : Rendu photorealiste, illumination, path tracing.

Physics

3D Active Contours
Fluids
Cloth

Procedural
physics

Plants
Smoke

Surface

Parameterization
Splines

Video Games

Rigid Bodies
Terrains
Crowd

Rendering

NPAR
Photorealistic
rendering
Point sets

Visualisation de grandes masses de données par *Point-sets*.

- Scanner génère $\simeq 1 - 100 \times 10^6$ sommets.
 - Triangulation de Delaunay
 - Ingérable en mémoire.
 - Temps de calculs prohibitifs.
 - Sensible au moindre bruit.
- ⇒ On n'affiche que les points
- Rendu direct : Splatting / Surfel
 - Approximation polynomial : MLS
 - Avantages :
 - Pas de connectivité
 - Adaptatif
 - Rapide
 - Robuste



Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural
physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic
rendering

Point sets

Visualisation de grandes masses de données par *Point-sets* : Bibliographie

- Marc Alexa (TU Berlin)
- Markus Gross (ETH Zurich, Disney)
- Tamy Boubekour (Telecom Paris)
- Leif Kobbelt (RWTH Aachen)
- Gael Guennebaud (INRIA Bordeaux)
- M. Zwicker, H. Pfister, J. van Baar, M. Gross. Surface Splatting. ACM SIGGRAPH. 2001.

Physics

3D Active Contours

Fluids

Cloth

Procedural
physics

Plants

Smoke

Surface

Parameterization

Splines

Video Games

Rigid Bodies

Terrains

Crowd

Rendering

NPAR

Photorealistic

rendering

Point sets

Visualisation de grandes masses de données par *Point-sets*.

- Difficultés
 - Théorie : Moindres carrées (abordable)
- Mots-clés : Rendu, Visualisation, grandes masses de données, Moving Least Squares, Splatting.