

Comparaison de schémas de décomposition en ondelettes pour les maillages surfaciques triangulaires

Céline ROUDET

1^{er} juin 2006

Journées « Informatique et Géométrie »



croudet@liris.cnrs.fr - <http://liris.cnrs.fr/celine.roudet>

Plan de la présentation

-  Introduction
-  Objectifs
-  Modélisation d'objets 3D
-  Travaux existants en analyse multirésolution
-  Méthode d'analyse proposée
-  Résultats
-  Conclusion et perspectives
-  Démo

Introduction



Collaboration avec France Télécom R&D Rennes

- Codage scalable de maillages 3D (navigation virtuelle)
- Contribution à la standardisation (MPEG-4)

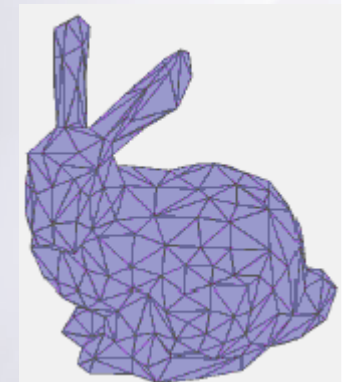


Modèles géométriques 3D :

- Numérisation / modélisation de plus en plus détaillée
- Explosion de leur production et de leur échange

Structures irrégulières :

- En terme de répartition géométrique
- En terme de connectivité



Objectifs

But du projet :

- Améliorer la QoS dans l'échange de données 3D
- Nouveau schéma de compression et de tatouage

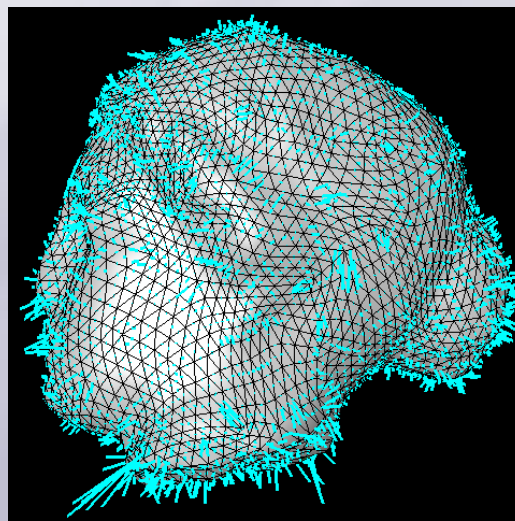
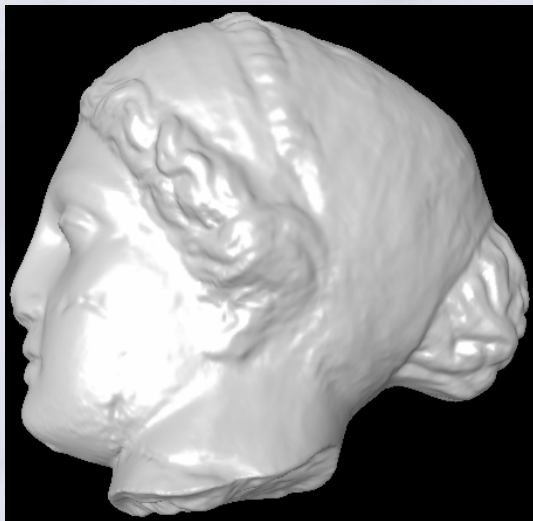
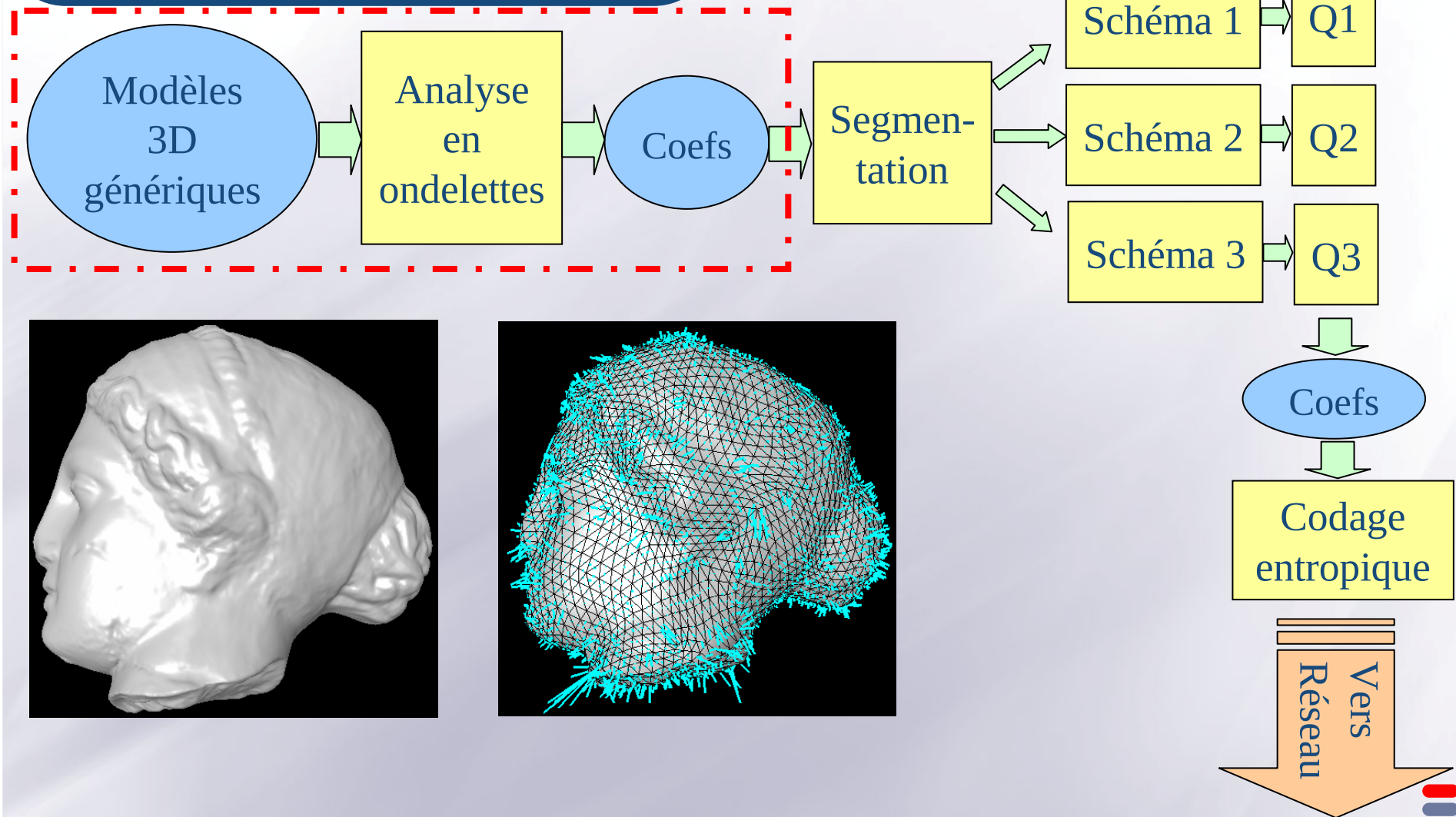
Points critiques :

- Adaptation du transfert des données aux ressources
- Consultation efficace, flexible et sécurisée
- Transmission rapide, à la demande

Points clés :

- Représentation hiérarchique des données
- Aspects normatifs (MPEG-4) et standardisation

Schéma envisagé



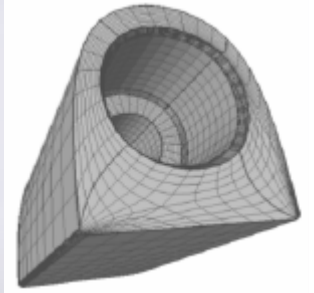
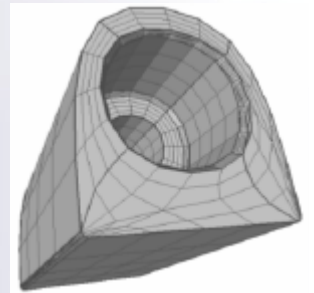
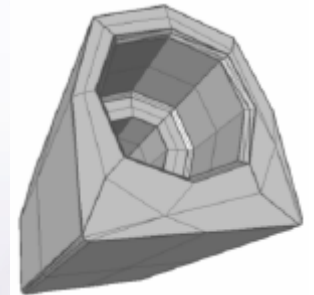
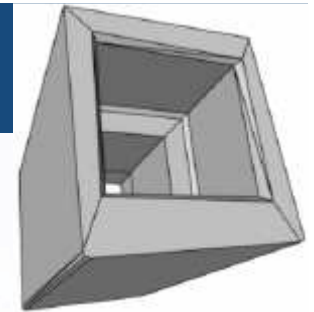
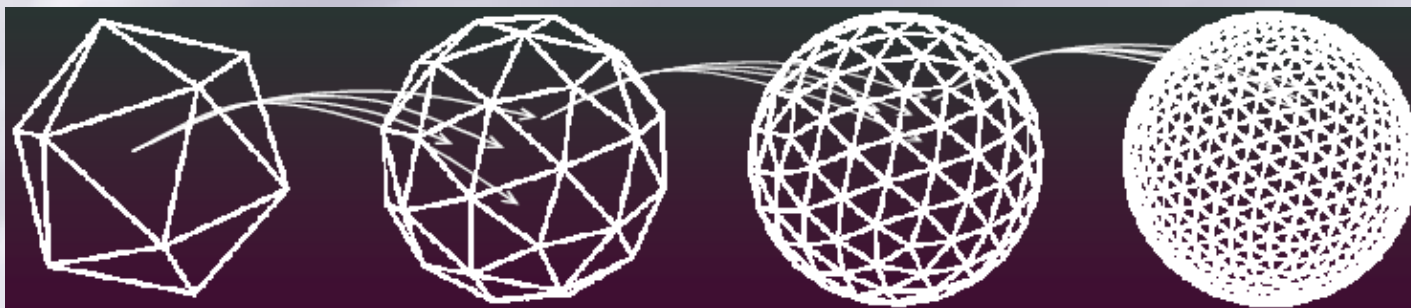
Surfaces de subdivision

Représentation de modèles géométriques :

- Maillages polygonaux, patches, NURBS, ...
- Surfaces de subdivision :
 - Utilisées pour la compression de modèles CAO

2 outils intégrés dans MPEG-4 :

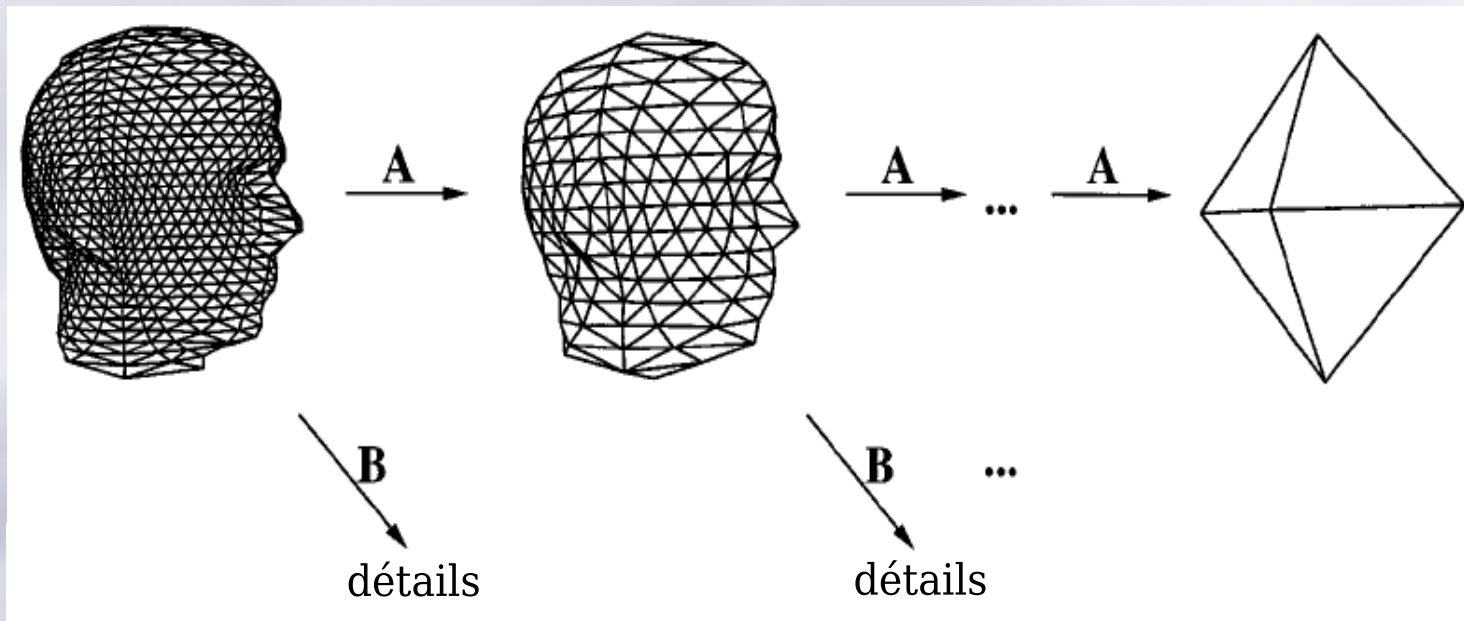
- Subdivision simple : lissage du maillage d'entrée
 - Limite des raffinements d'un polyèdre de contrôle
- Surfaces de subdivision et ondelettes géométriques



Analyse multirésolution

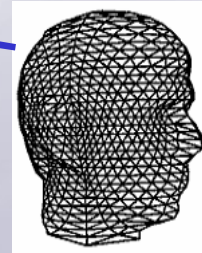
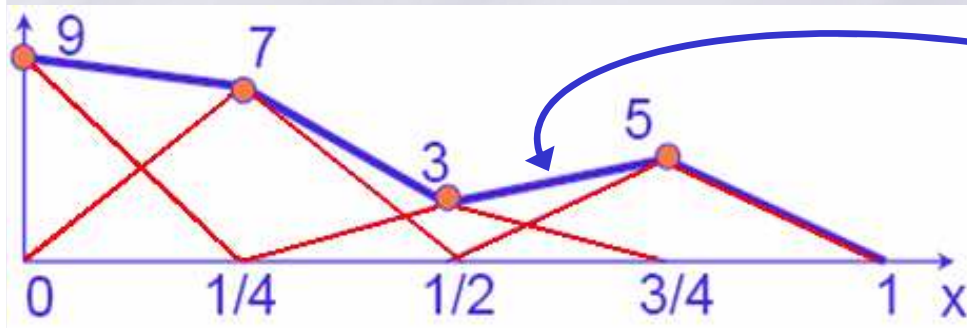
≡ Décomposition de l'énergie du signal :

- Filtrage passe-bas : maillage basse fréquence
- Filtrage passe-haut : coefficients d'ondelette

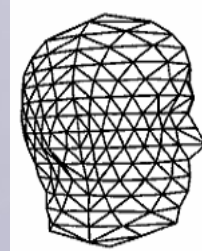
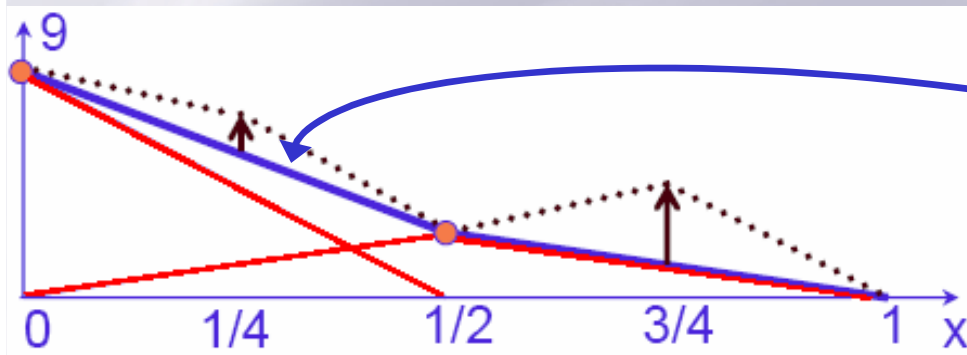
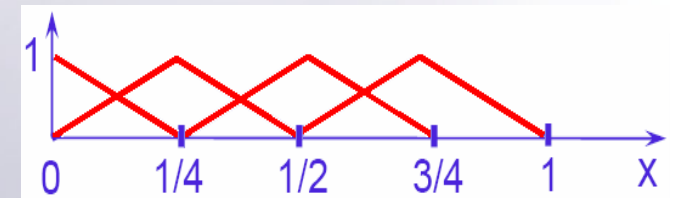


Théorie des ondelettes

- Construites sur la théorie de Fourier
- Filtre passe-bas : fonctions d'échelle —
- Filtre passe-haut : ondelettes

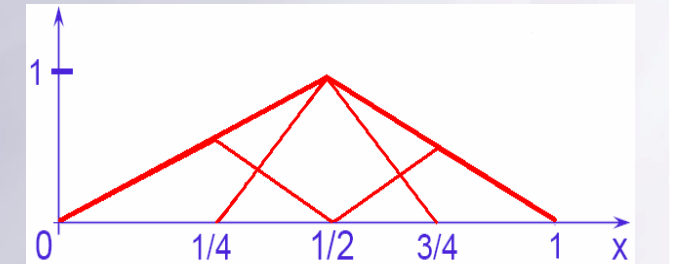


=



+

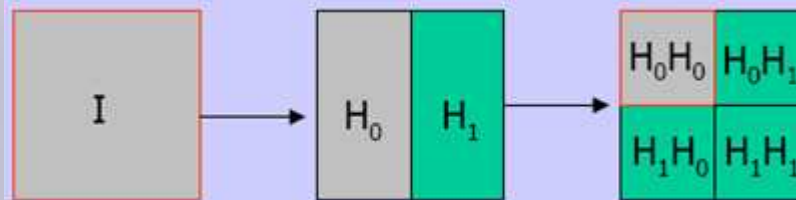
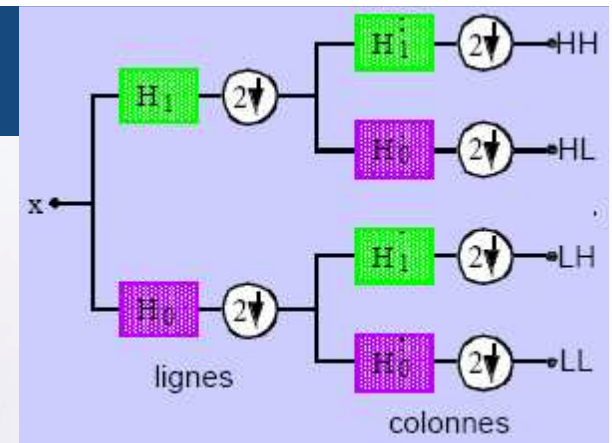
détails : ↑↑



Ondelettes et images

Extension pour le traitement d'images

- échantillonnage régulier
- 1 image d'approximation et 3 images de détails



Ondelettes géométriques

≡ Généralisation : schéma lifting

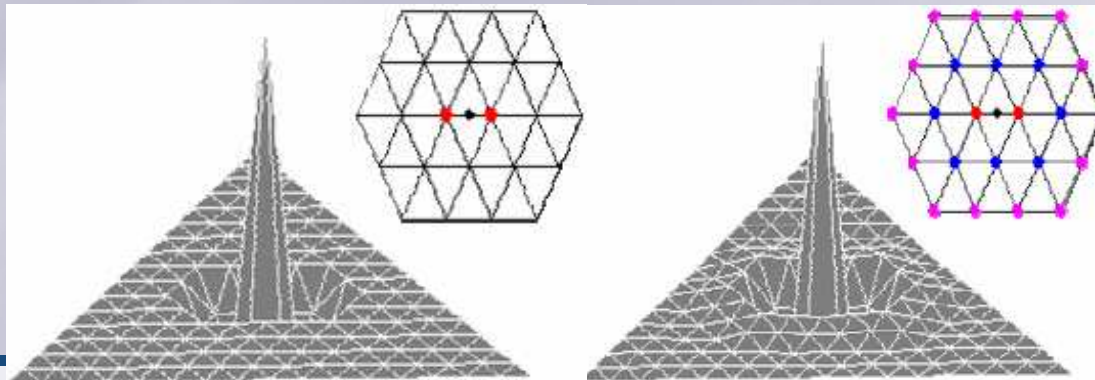
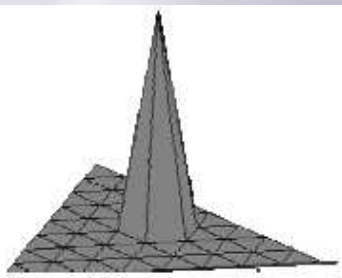
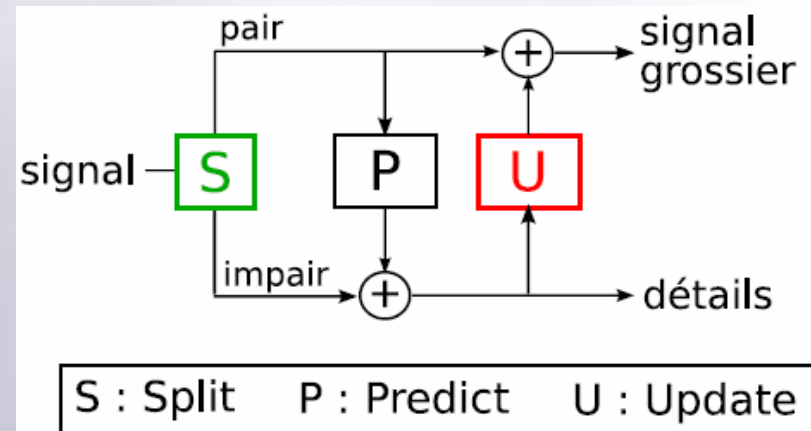
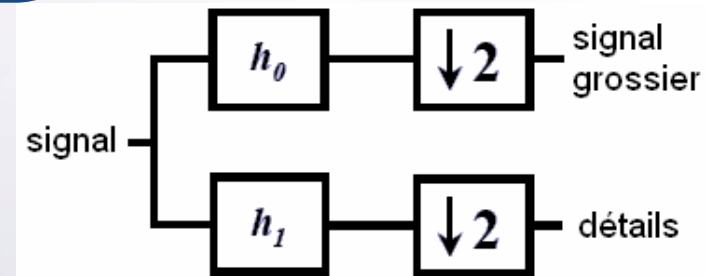
- Analyse multirésolution spatiale

≡ Principe :

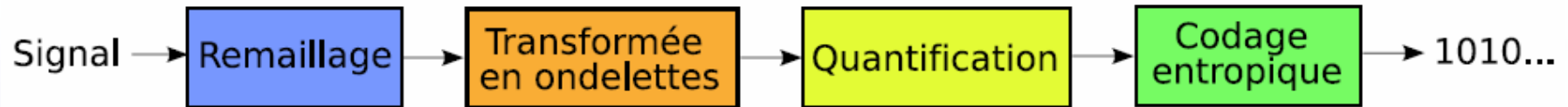
- Séparation des échantillons
- Étapes de lifting

≡ Avantages :

- Coûts de calcul réduits
- Étape de synthèse simplifiée



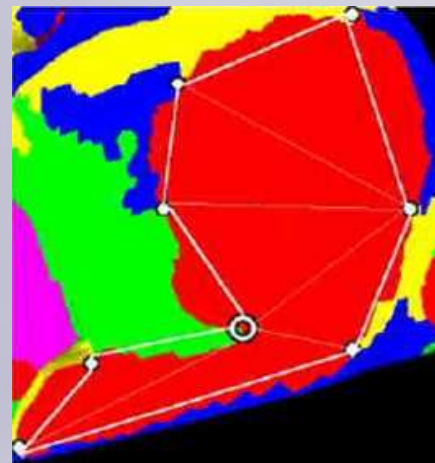
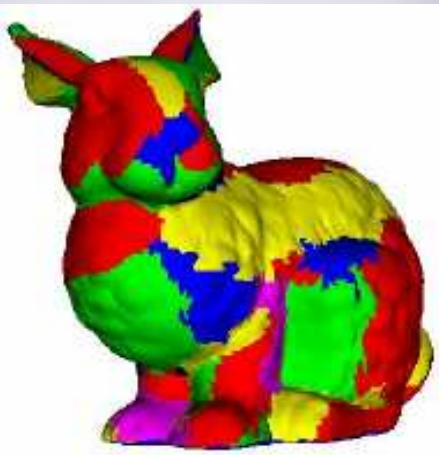
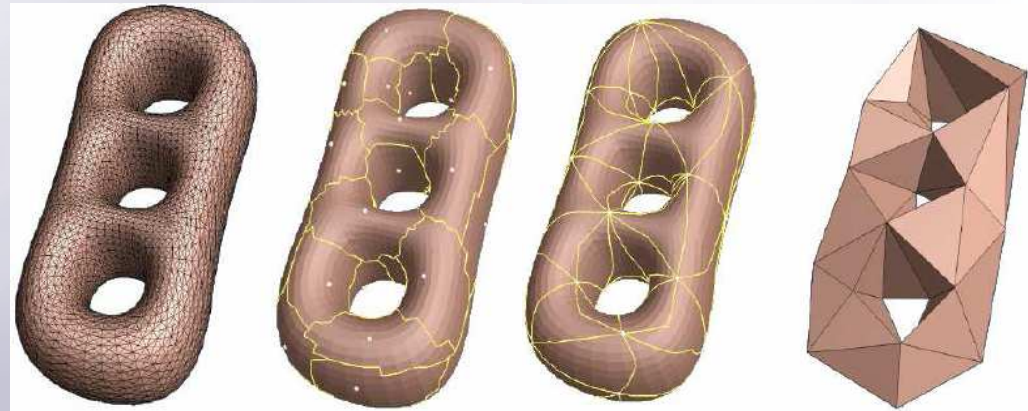
Remaillage par raffinement



≡ Lounsbery et al. (94)

≡ Eck et al. (95) →

≡ Gioia et al. (99) ↘



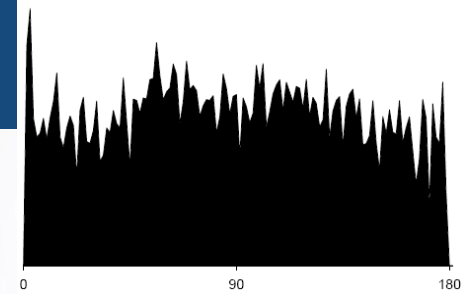
Remaillage par décimation

Progressive Geometry Compression (2000)

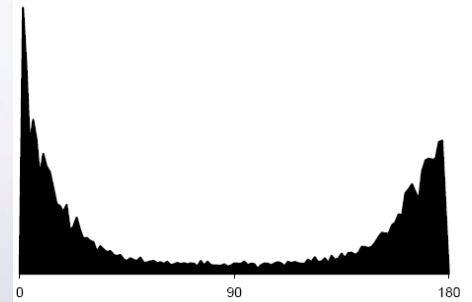
- Remaillage MAPS
- Masque approximant de Loop
- Repère local tangent à la surface

Normal Mesh Compression (2003)

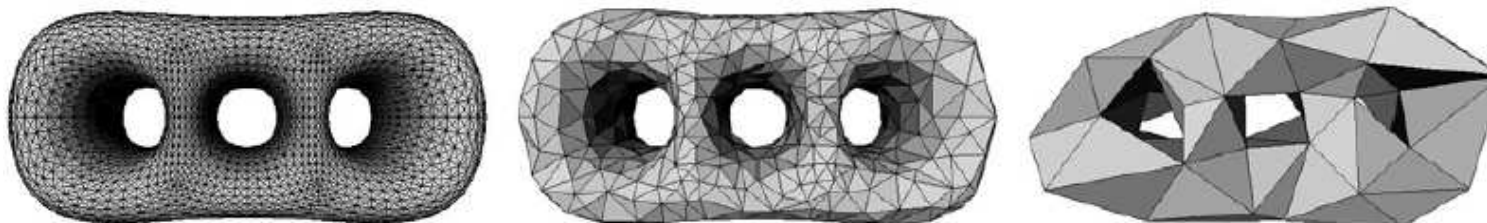
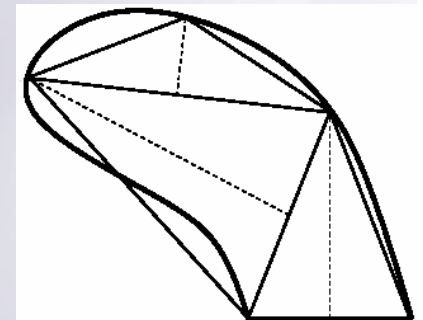
- Masque interpolant de butterfly non lifté
- Composante normale concentre l'information
- Un des codeurs les plus efficaces



Angles polaires dans le repère global



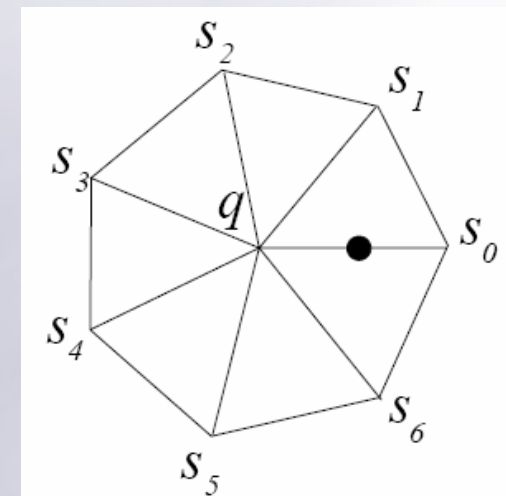
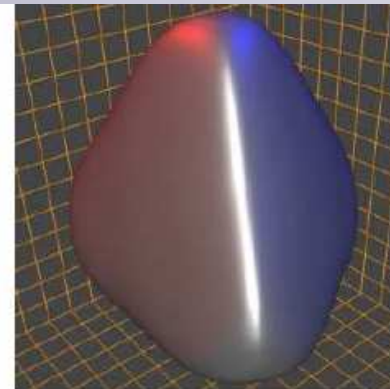
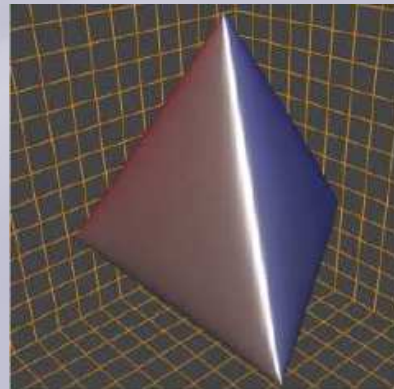
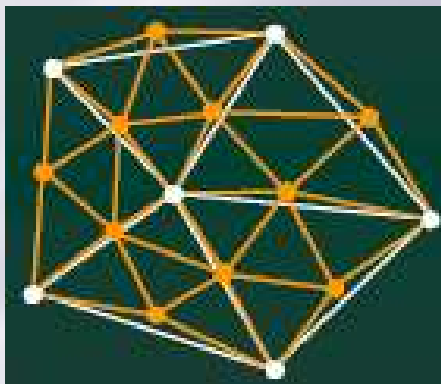
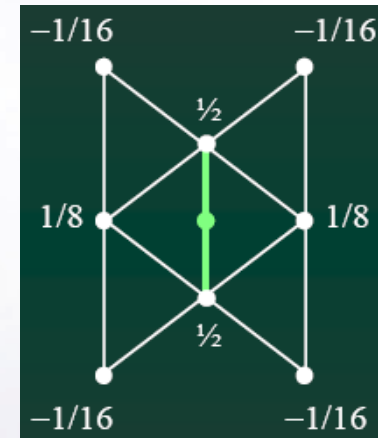
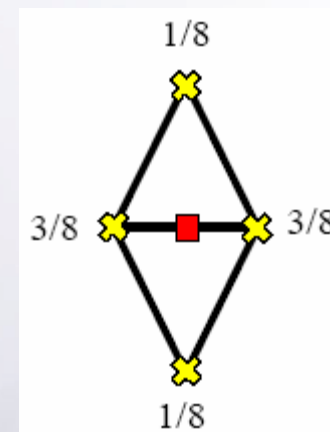
Angles polaires dans le repère local



Méthode proposée

Subdivision interpolante choisie :

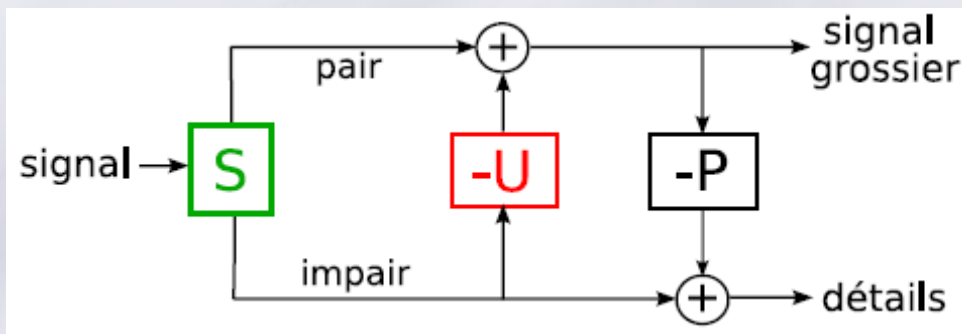
- Schéma « midpoint »
- Schéma « butterfly » classique
- Amélioration proposée par Zorin et al.
- Amélioration simplifiée



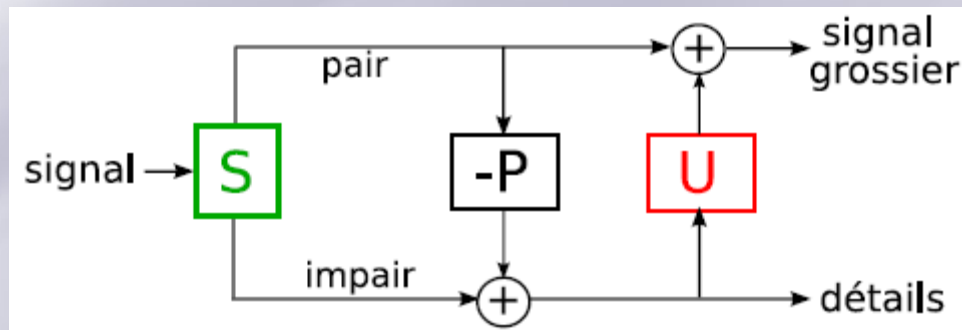
Méthode proposée (2)

Transformées en ondelettes :

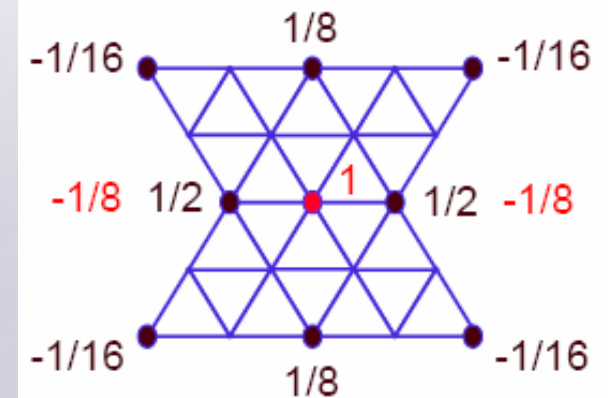
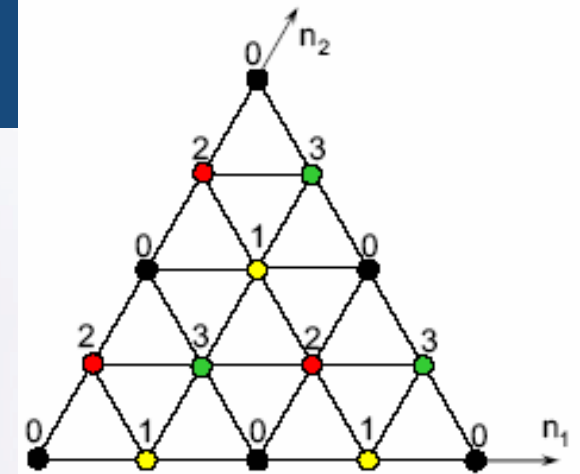
● Schéma tiré des travaux de Lounsbery :



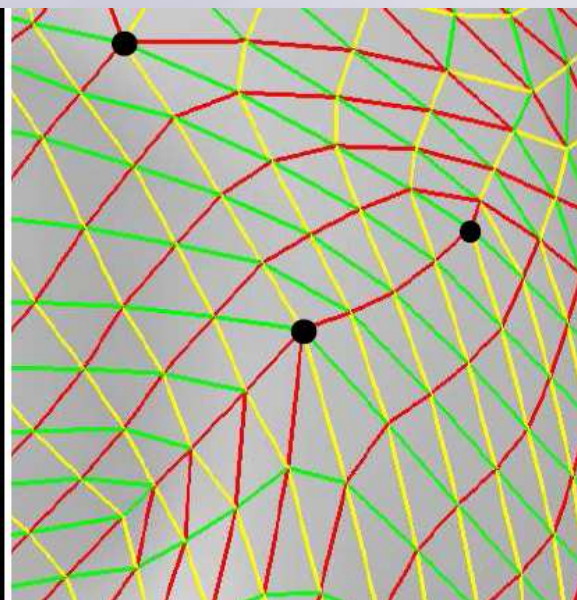
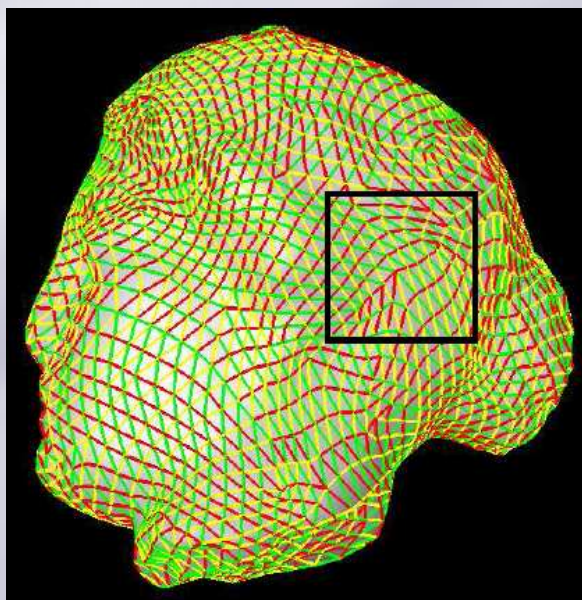
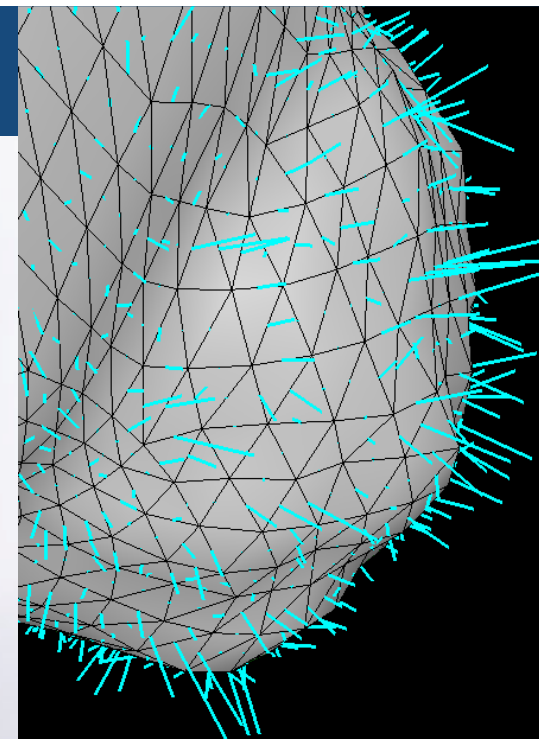
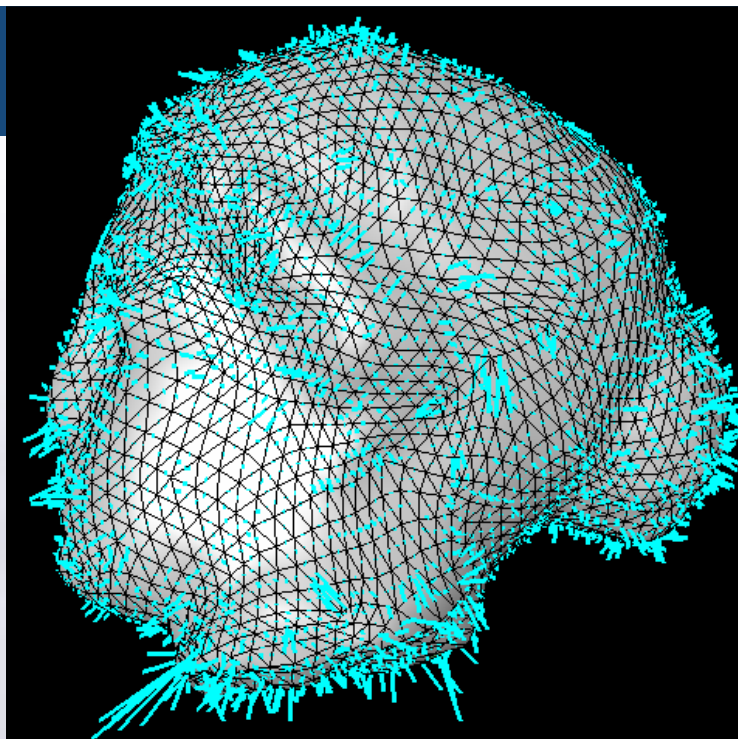
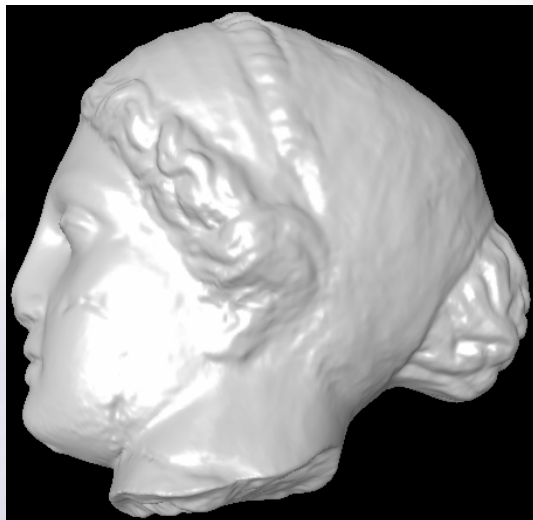
● Schéma introduit par Sweldens :



S : Split P : Predict U : Update



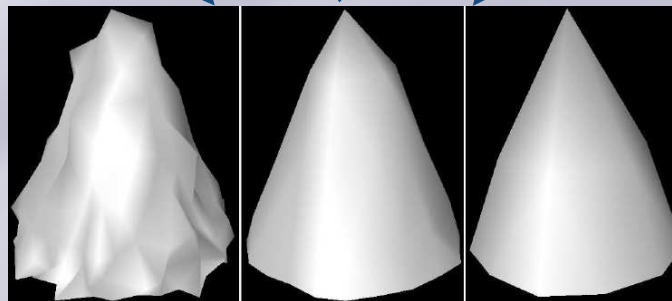
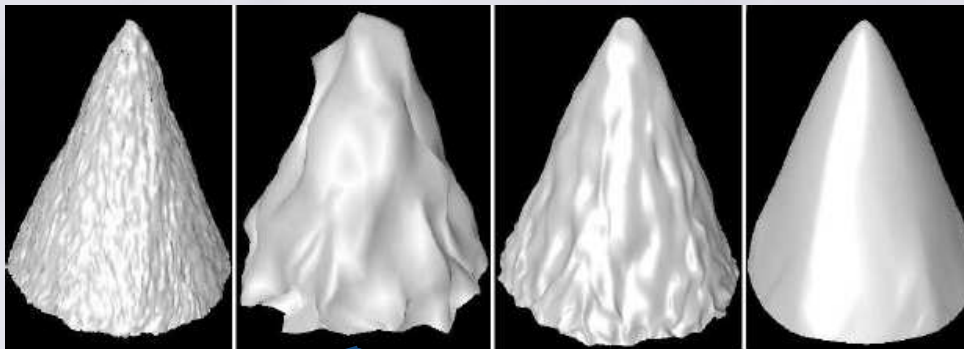
Résultats



Résultats (2)

Application développée sous CGAL :

- Génération d'objets + ou – bruités
- Analyse de la répartition des coefficients

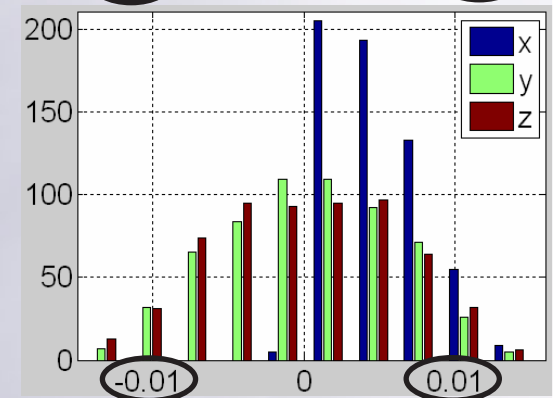
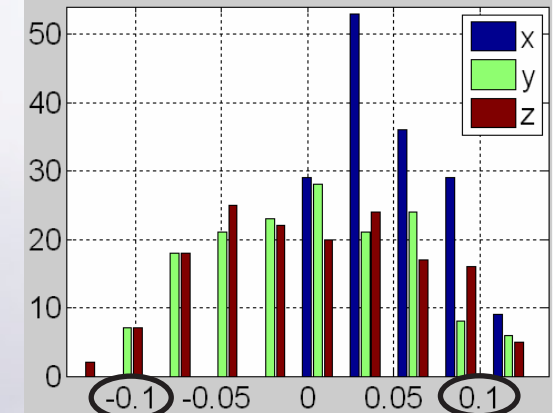
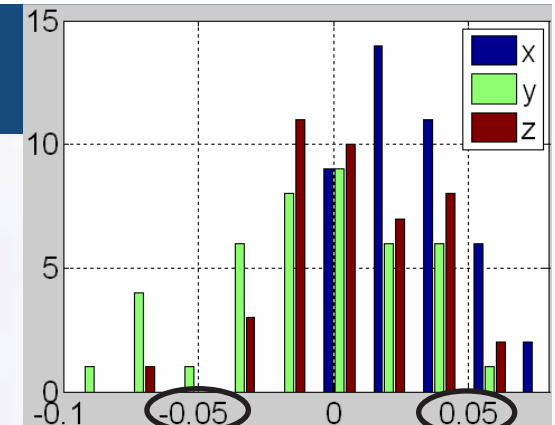


Amplitude
du bruit :

0.01

0.1

0.05



Conclusion et perspectives

Méthode d'analyse multirésolution :

- Comparaison de schémas de décomposition en ondelettes
- Nouveau schéma « butterfly » introduit
- Visualisation des coefficients d'ondelettes :
 - Sur la surface des objets
 - Par sous-bande haute-fréquence

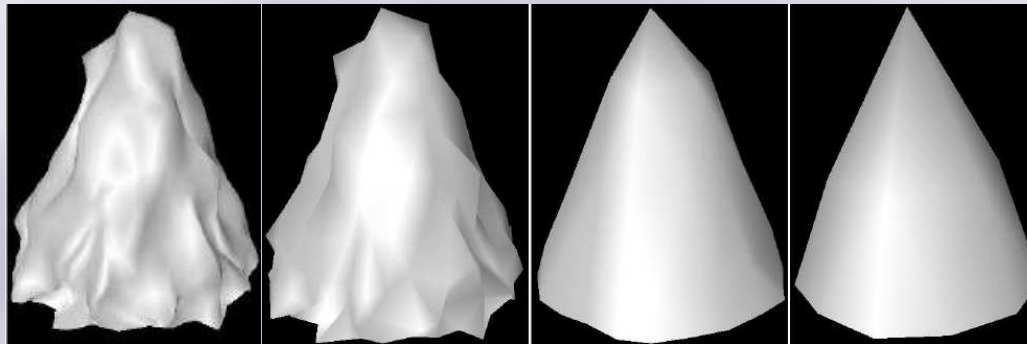
Perspectives :

- Segmentation des objets en patches
- Quantification et codage adaptatifs :
 - par patch
 - par sous-bande

Démonstration

☰ Démonstration de l'application :

- Développée en C++
- Avec CGAL (Computational Geometry Algorithm Library)
- A partir du tutoriel de subdivision de polyèdres de CGAL



Le-Jeng Shiue, Pierre Alliez, Radu Ursu and Lutz Kettner. **A Tutorial on CGAL Polyhedron for Subdivision Algorithms**, *2nd CGAL User Workshop*

<http://www.cgal.org/Tutorials/Polyhedron/>