

PARCOURS **GIG**

GÉOMÉTRIE ET **I**NFORMATIQUE **G**RAPHIQUE

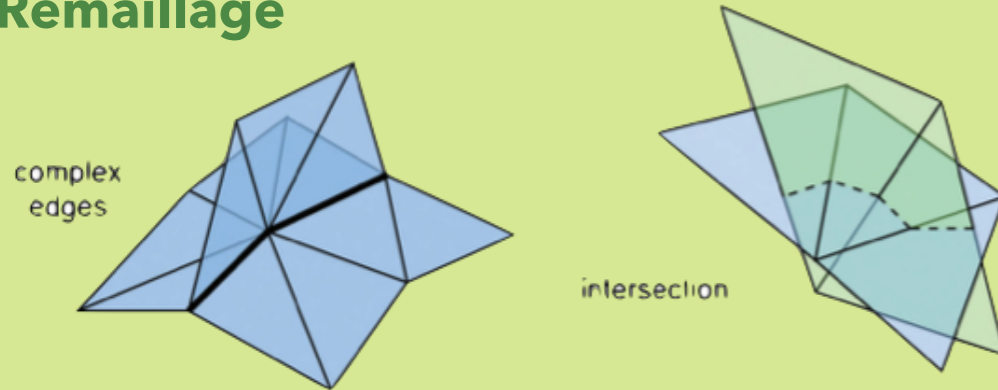
MODULE « MODÈLES GÉOMÉTRIQUES »

Alexandra Bac

RÉPARATION DE MAILLAGES

RÉPARATION DE MAILLAGES

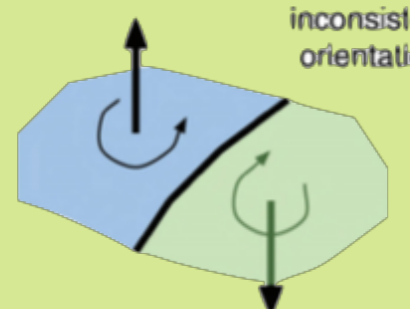
Remaillage



complex edges

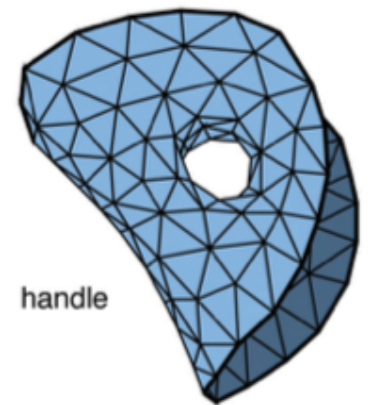
intersection

Anomalies topologiques



inconsistent orientation

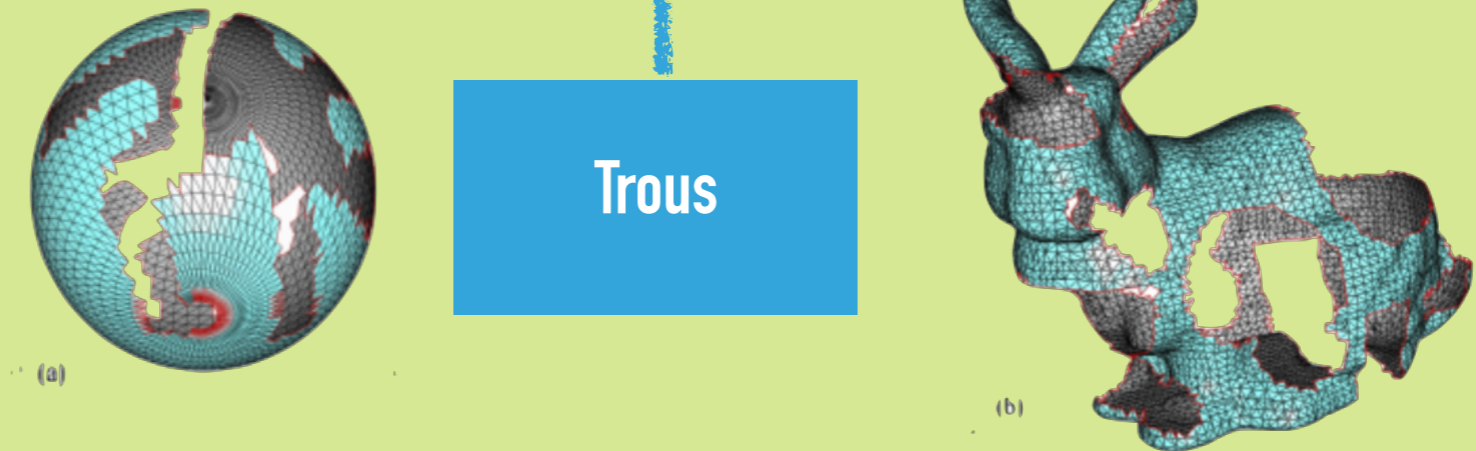
Non manifold
(variétés de dimension 2)



Artefacts topologiques

ARTEFACTS DE MAILLAGES

Trous



(a)

(b)

« MODÈLES GÉOMÉTRIQUES » - RÉPARATION DE MAILLAGES

ORIG



Scanner l

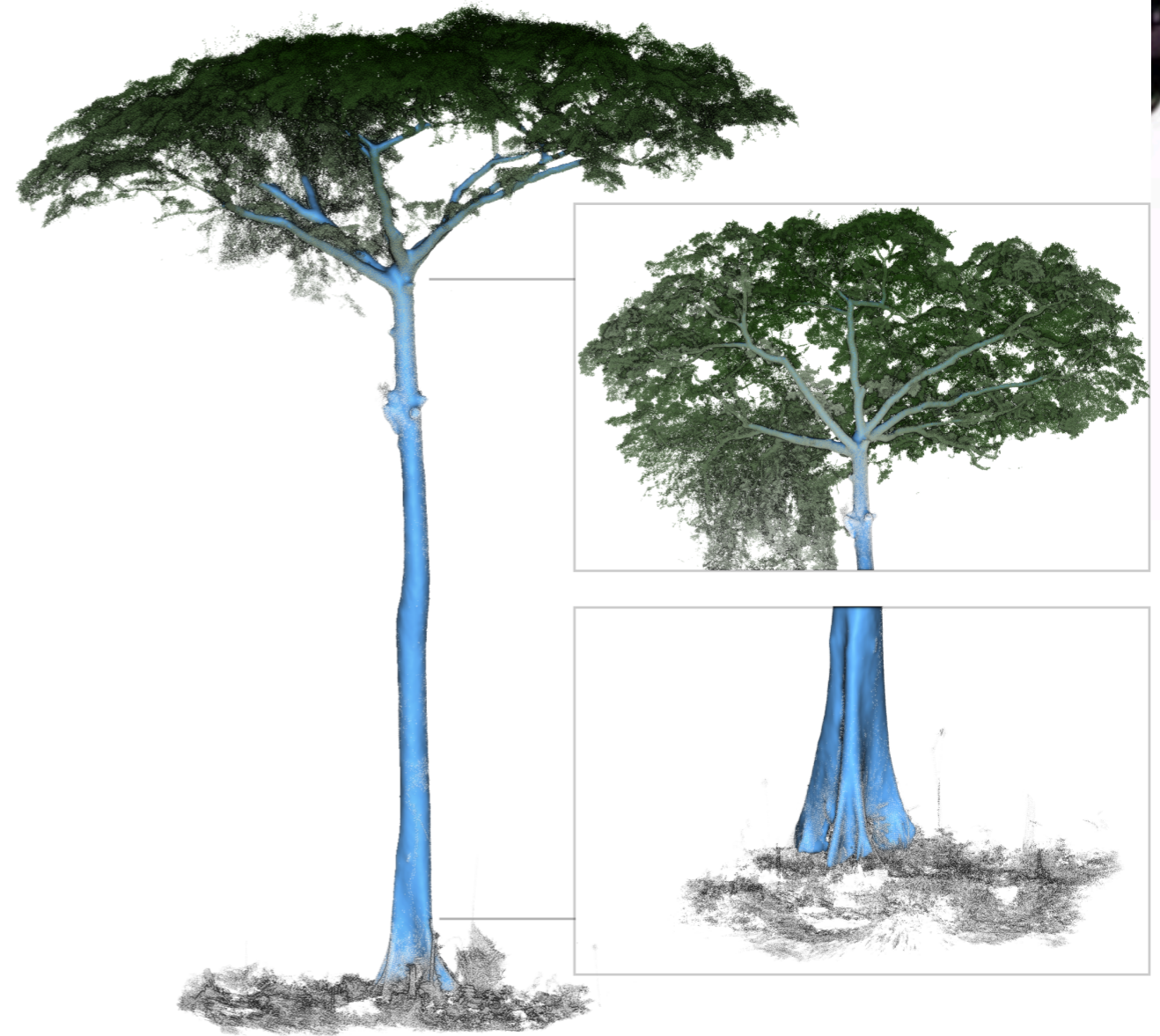
Stéréoph

Caméras temps de vol

Occlusions

Défauts d'acquisition

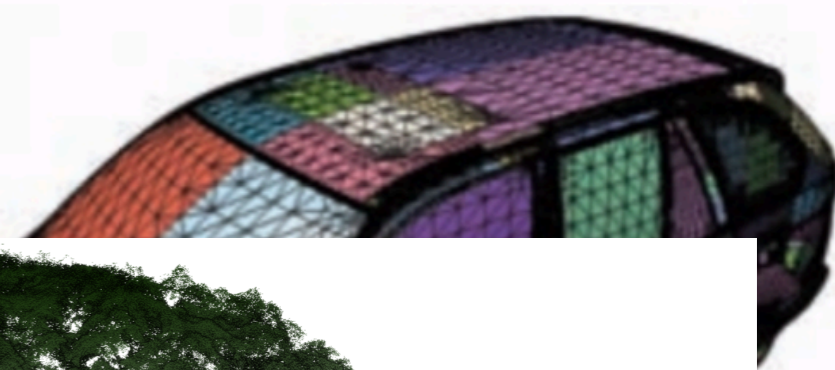
Pb recalage



Modèles implicites

NURBS / B-splines

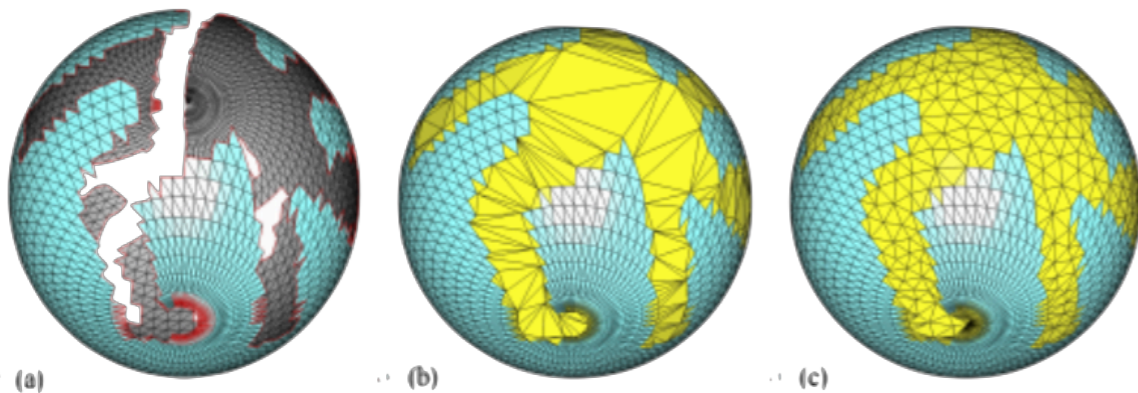
Soupe de polygones



RÉPARATION DE MAILLAGES : APPROCHES

APPROCHES SURFACIQUES

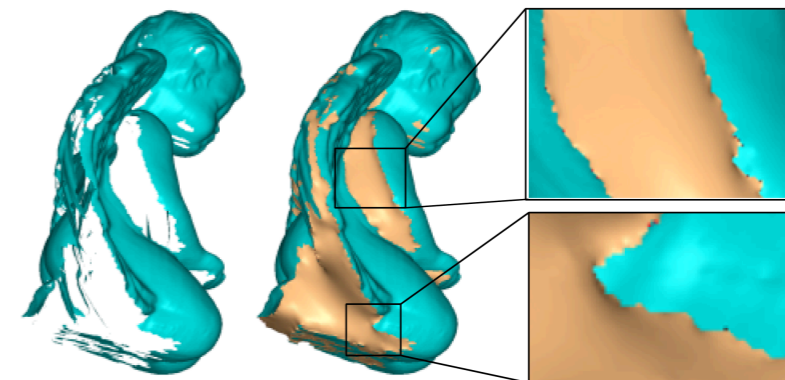
Remplir le trou localement par un maillage



Surfaces fermées

APPROCHES VOLUMIQUES

Estimer l'intérieur/extérieur puis marching cubes



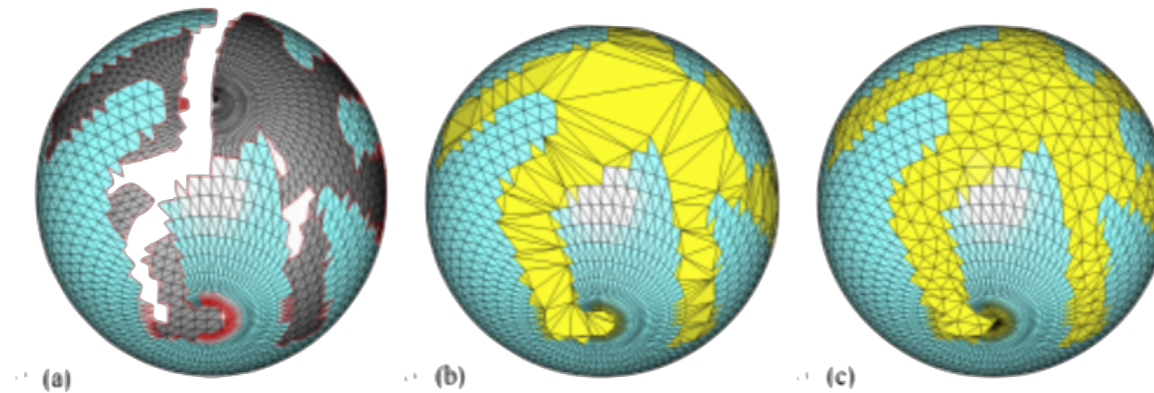
Approcher par une surface implicite puis marching cubes

APPROCHES IMPLICITES

APPROCHE SURFACIQUE

[Liepa 2003]

ETAPES DE LA RÉPARATION



IDENTIFICATION DES TROUS

REPLISSAGE

RAFFINEMENT

RESTAURATION
COURBURES

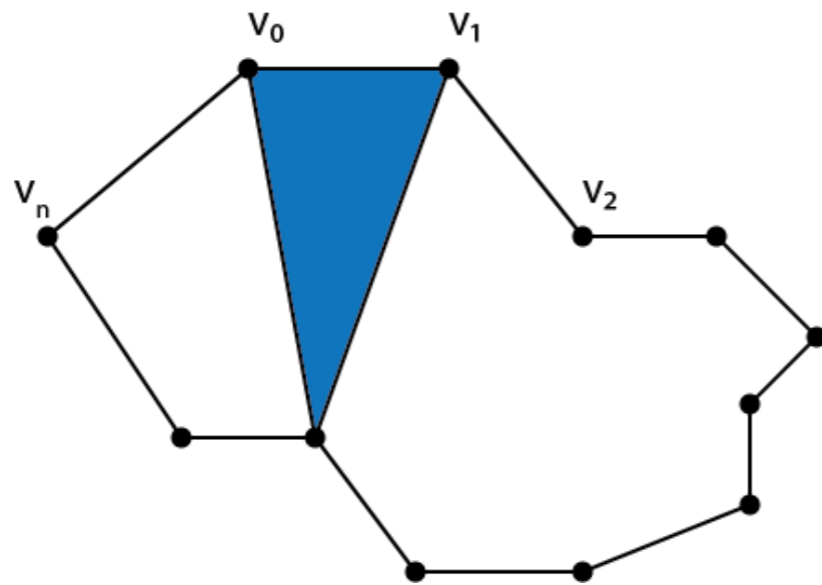
- ▶ Arêtes de bord : adjacentes à une seule face
- ▶ Trou : boucle d'arêtes de bord

- ▶ Restauration de la densité du maillage
- ▶ Par insertion de sommets/triangles

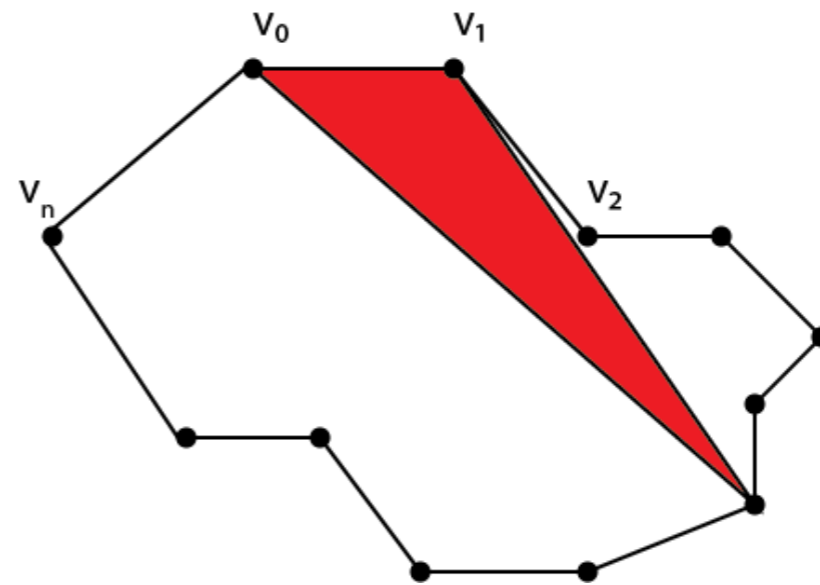
- ▶ Remplissage « à plat »
- ▶ Triangulation régulière

- ▶ Restauration de la courbure locale

REMPLISSAGE DES TROUS



Triangle acceptable

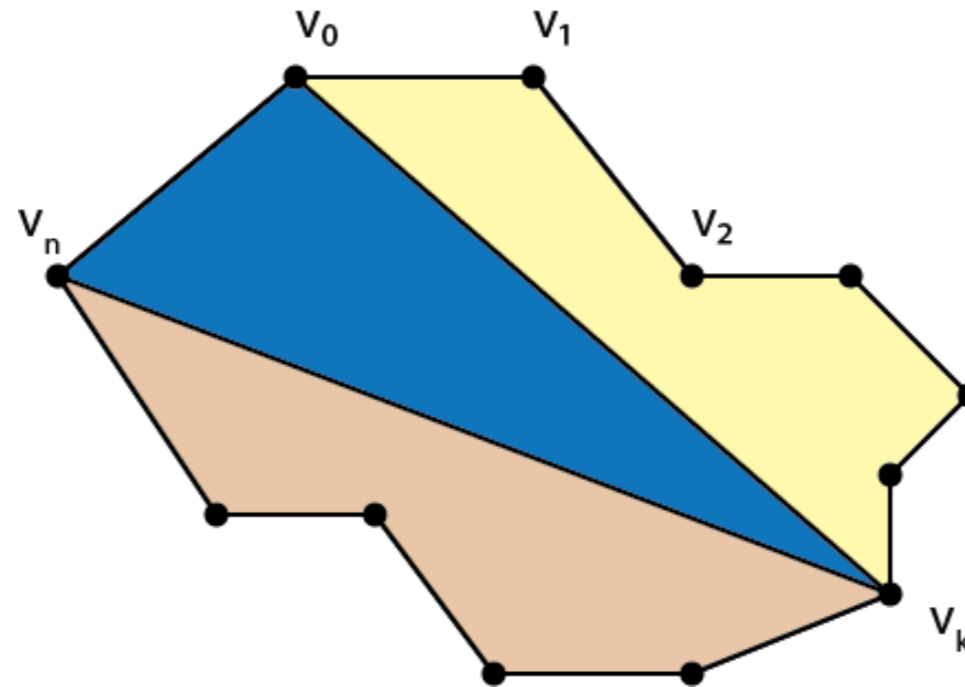


Triangle inacceptable
(étiré)

Qualité du maillage :

- ▶ Aire des triangles (maximale)
- ▶ Angle diédral entre deux faces (minimal)

REMPLISSAGE DES TROUS

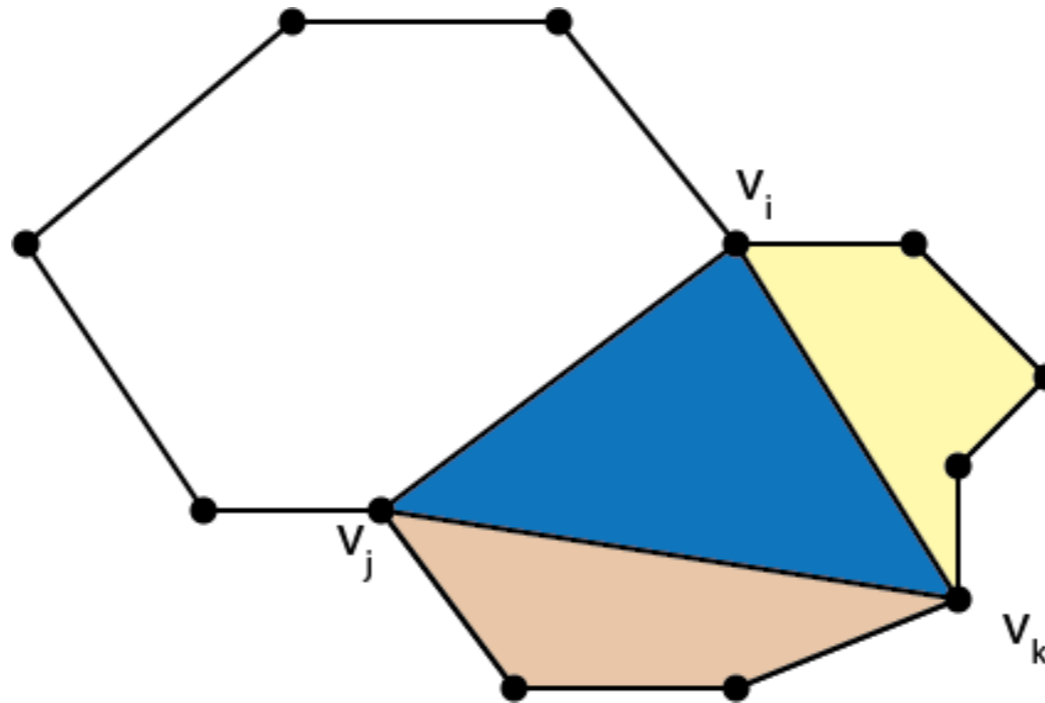


- ▶ L'arête $v_0 - v_k$ appartient nécessairement à un triangle $v_0 - v_k - v_n$
 - ▶ v_k appartient à la boucle d'arêtes $v_0 - v_1 - \dots - v_n$
- ▶ Il faut ensuite recommencer avec les boucles :

$$v_0 - \dots - v_k$$

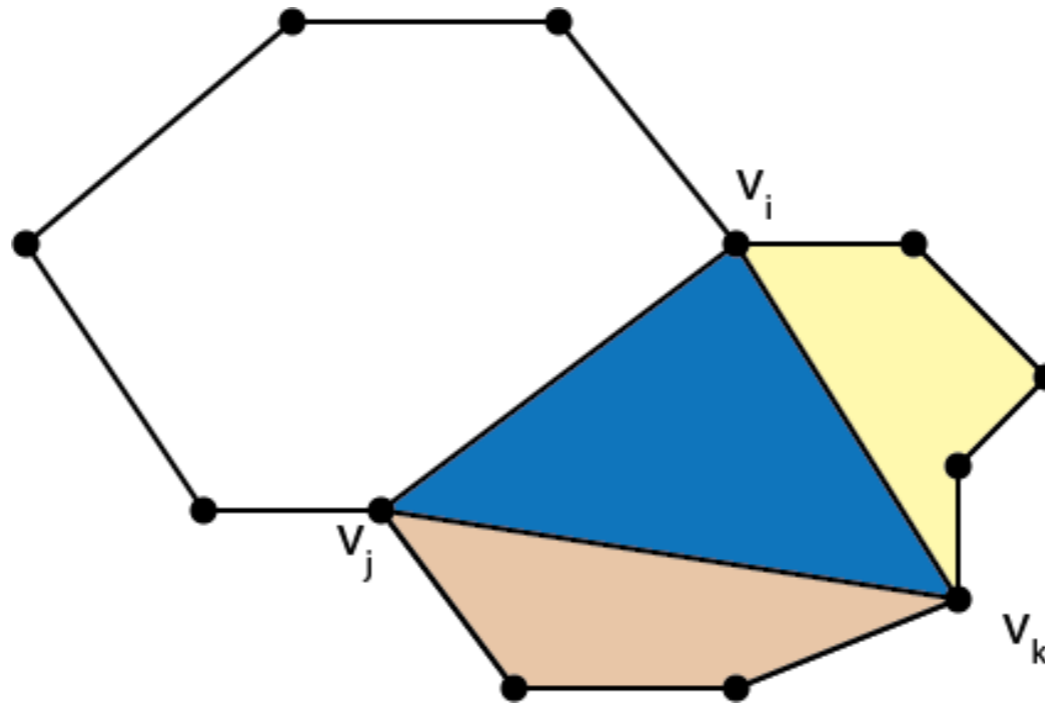
$$v_k - \dots - v_n$$

REMPLISSAGE DES TROUS



- ▶ Fonction qualité
 - ▶ $qual(i, k, j)$
 - ▶ Qualité du triangle $v_i - v_k - v_j$ avec $i < k < j$ et du maillage localement
 - ▶ Aire du triangle $v_i - v_k - v_j$
 - ▶ Angles diédraux le long des arêtes $v_i - v_k$ et $v_k - v_j$

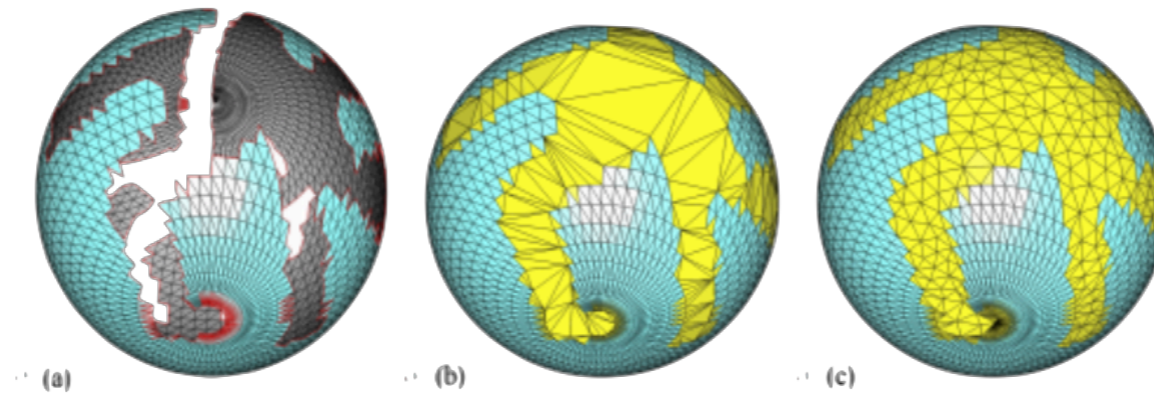
REMPLISSAGE DES TROUS



- ▶ Calcul des triangles optimaux par une approche type « programmation dynamique »
 - ▶ Etant donnée l'arête $v_i - v_j$
 - ▶ Fonction de valeur de la triangulation optimale : $val(i, j)$

$$val(i, j) = \min_{i < k < j} (qual(i, k, j) + val(i, k) + val(k, j))$$

ETAPES DE LA RÉPARATION



IDENTIFICATION DES TROUS

REPLISSAGE

RAFFINEMENT

RESTAURATION
COURBURES

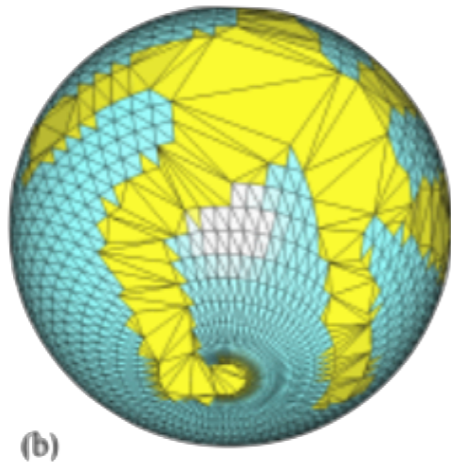
- ▶ Arêtes de bord : adjacentes à une seule face
- ▶ Trou : boucle d'arêtes de bord

- ▶ Restauration de la densité du maillage
- ▶ Par insertion de sommets/triangles

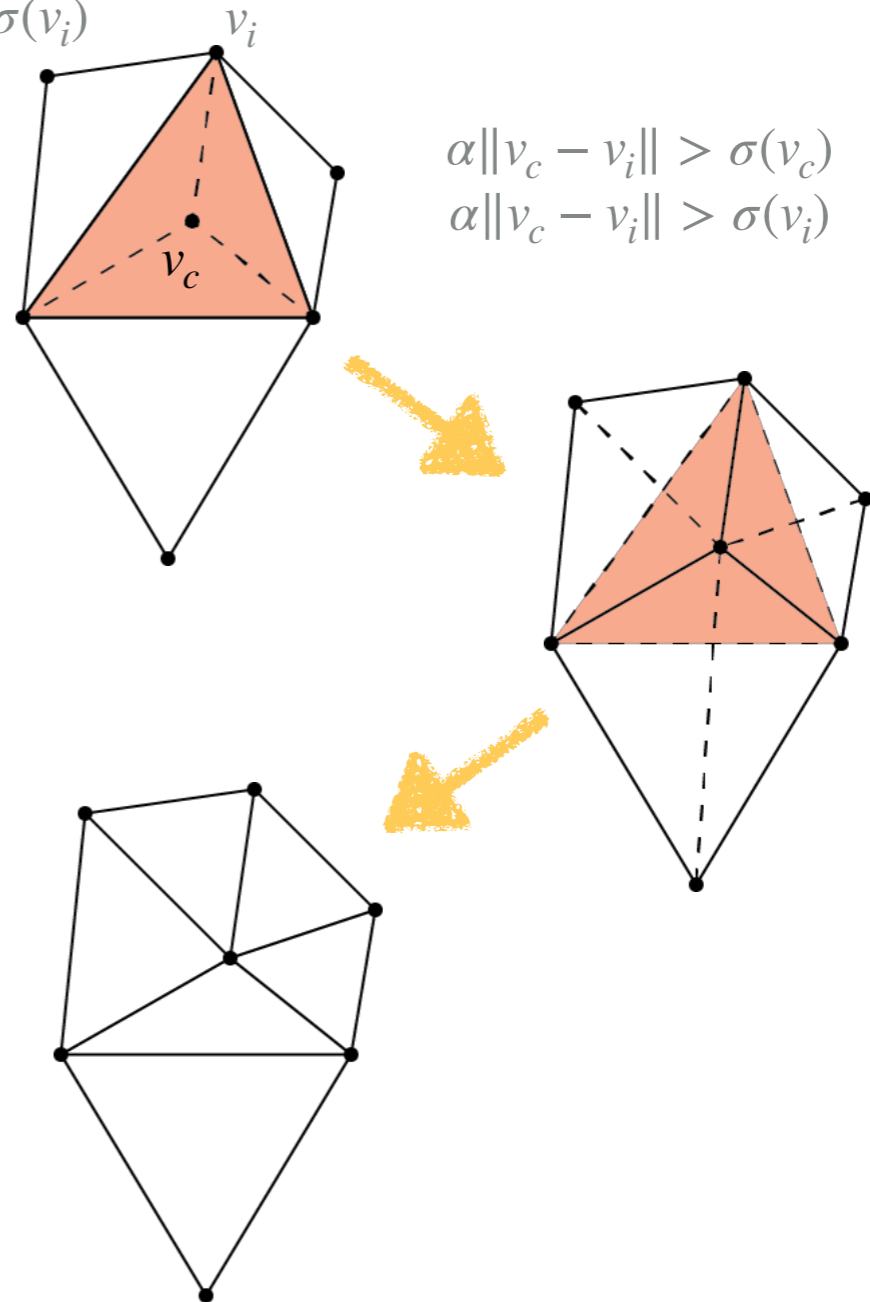
- ▶ Remplissage « à plat »
- ▶ Triangulation régulière

- ▶ Restauration de la courbure locale

RAFFINEMENT



$$\sigma(v_c) = \frac{1}{3} \sum_i \sigma(v_i)$$



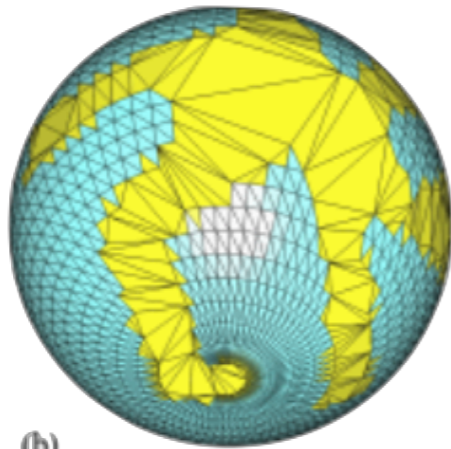
Restaurer la densité du maillage :

- ▶ Subdivision progressive des triangles à leur barycentre
- ▶ Echange d'arêtes si nécessaire
- ▶ Tant que le critère de qualité des triangles n'est pas régulier

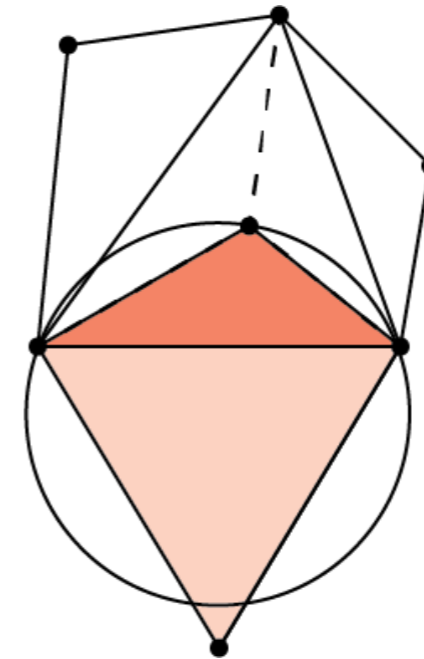
$$\alpha \simeq \sqrt{2}$$

$\sigma(v_i)$ = longueur moyenne des arêtes adjacentes dans le maillage initial

RAFFINEMENT

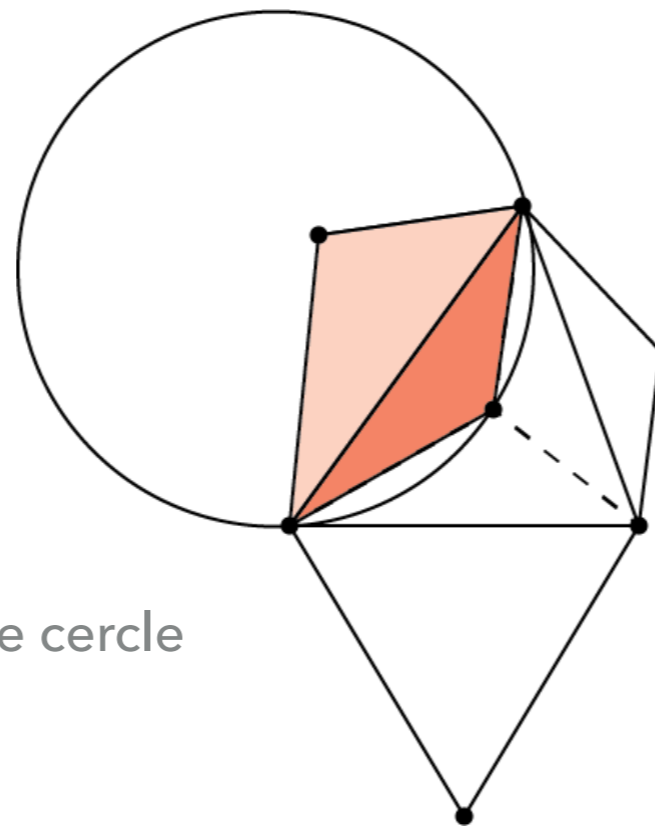


(b)



Aucun point dans le cercle circonscrit

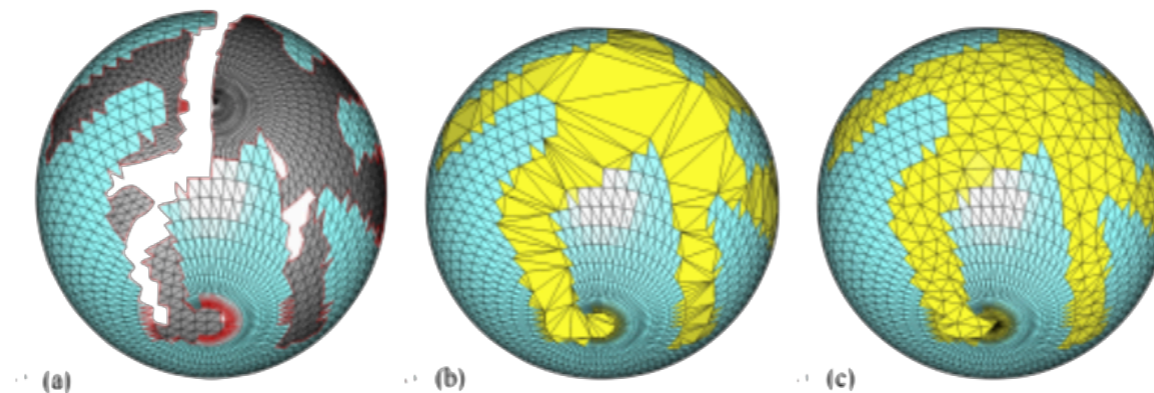
▶ Pas d'échange d'arête



Sommet opposé dans le cercle circonscrit

▶ Echange d'arête

ETAPES DE LA RÉPARATION



IDENTIFICATION DES TROUS

REPLISSAGE

RAFFINEMENT

RESTAURATION
COURBURES

- ▶ Arêtes de bord : adjacentes à une seule face
- ▶ Trou : boucle d'arêtes de bord

- ▶ Restauration de la densité du maillage
- ▶ Par insertion de sommets/triangles

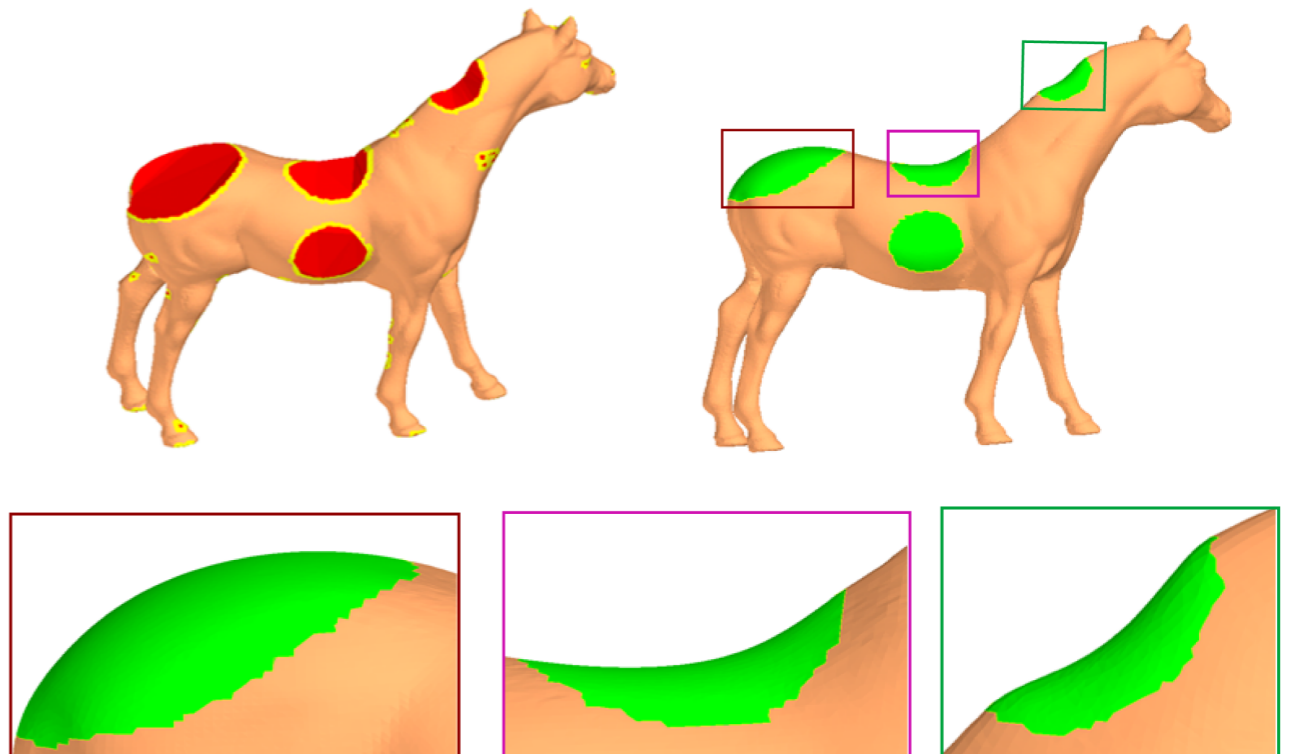
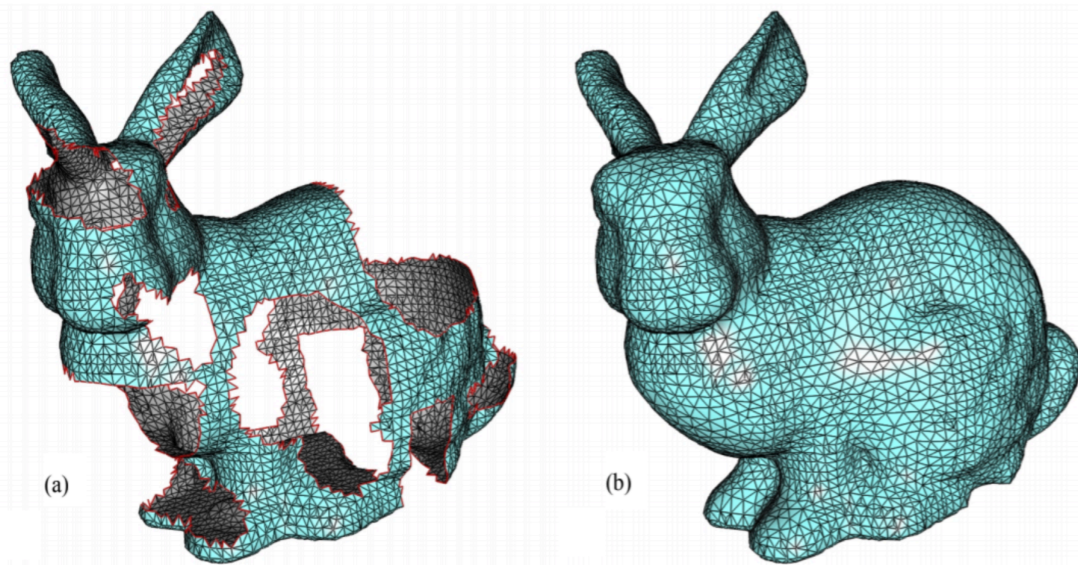
- ▶ Remplissage « à plat »
- ▶ Triangulation régulière

- ▶ Restauration de la courbure locale

RESTAURATION DES COURBURES

- ▶ Restauration des courbures peut être plus ou moins fine :
 - ▶ Du simple lissage
 - ▶ A la minimisation d'une énergie (type plaque mince)

VOIR COURS LISSAGE



AVANTAGES / INCONVÉNIENTS DE L'APPROCHE

- ▶ Avantages :
 - ▶ Effet local, maillage basé sur les points initiaux
 - ▶ Algorithme rapide
- ▶ Inconvénients :
 - ▶ Pas de garantie de la topologie

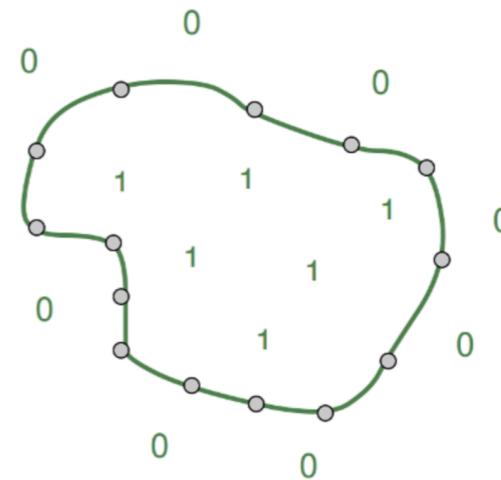
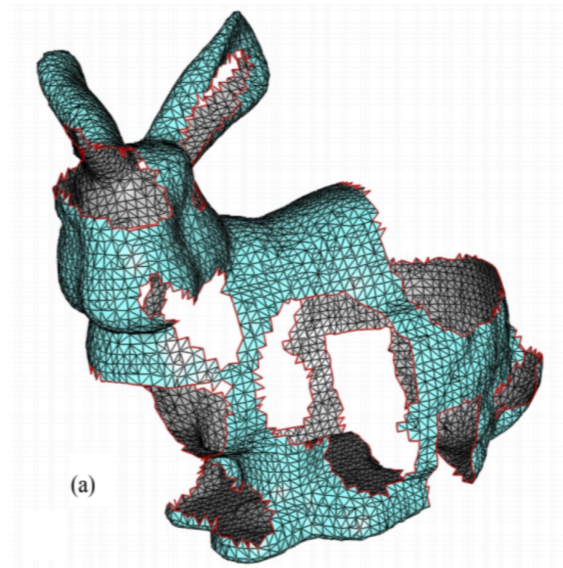
APPROCHE VOLUMIQUE

[Nooruddin and Turk 03]

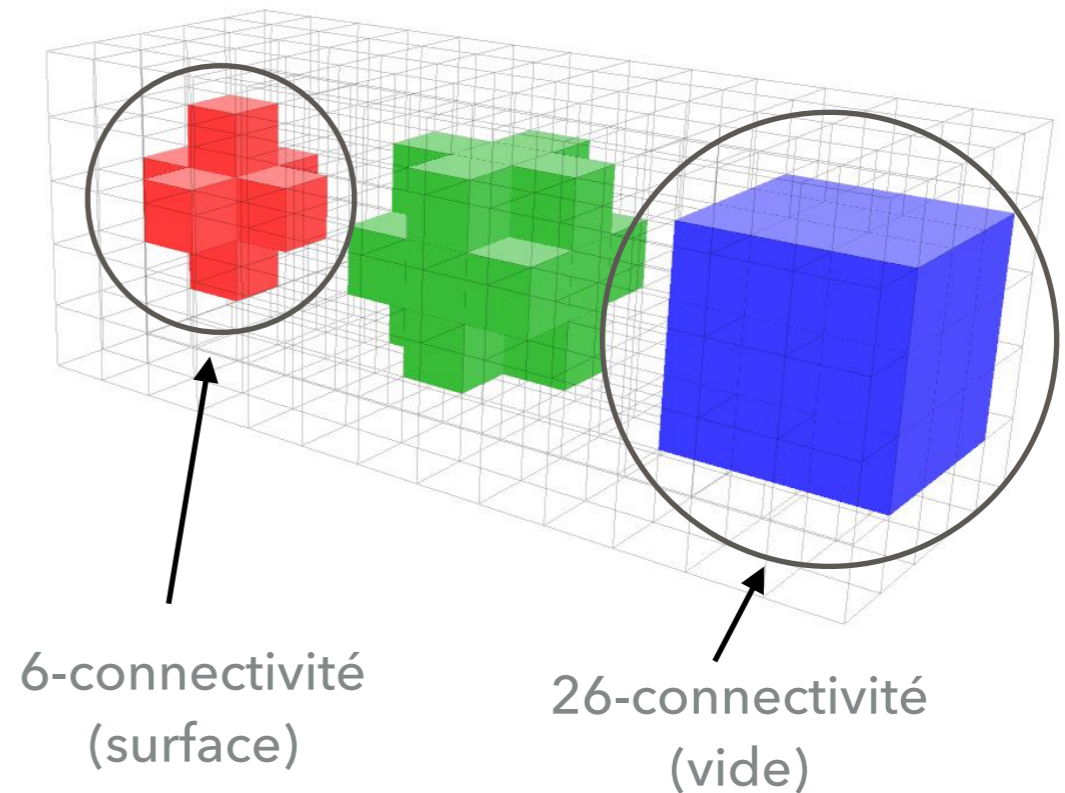
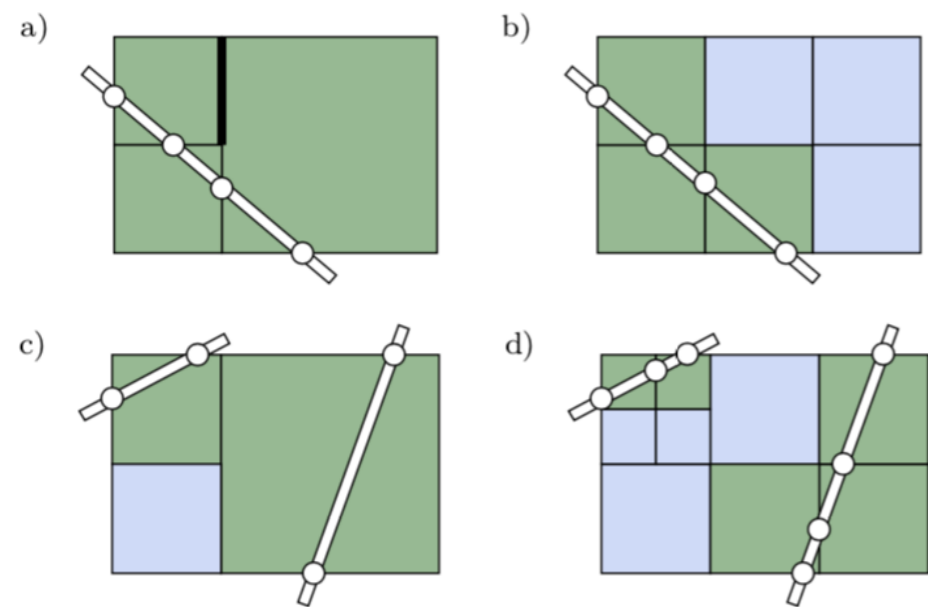
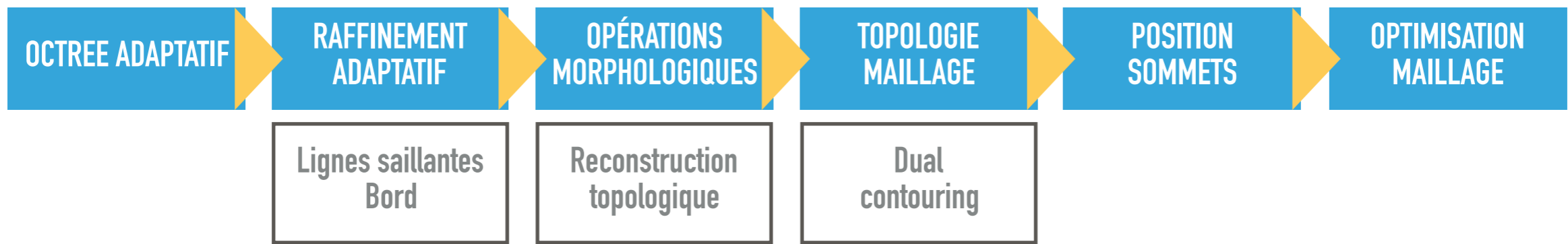
[Bischoff and al. 05]

APPROCHE VOLUMIQUE

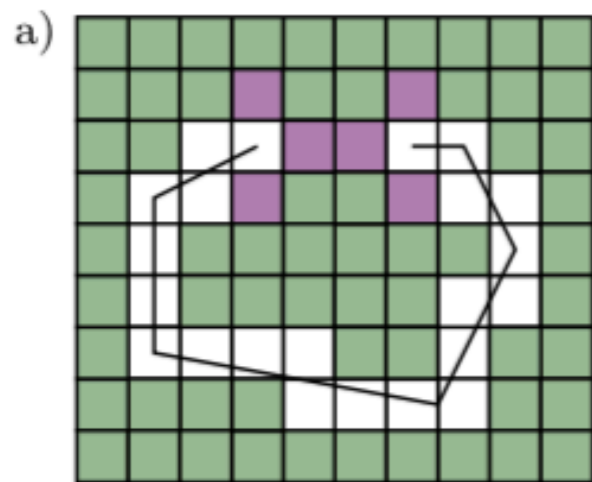
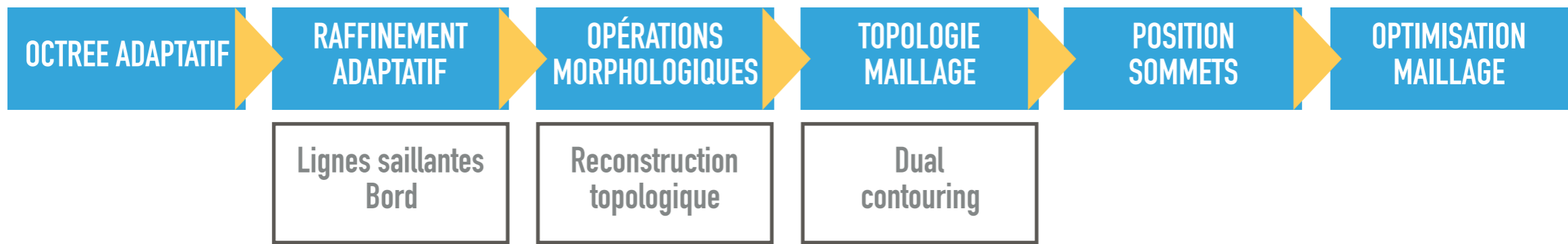
- ▶ Surfaces fermées
- ▶ Reconstruire le volume
 - ▶ Intérieur / extérieur
 - ▶ Binarisation de l'espace
 - ▶ grille régulière
 - ▶ octree



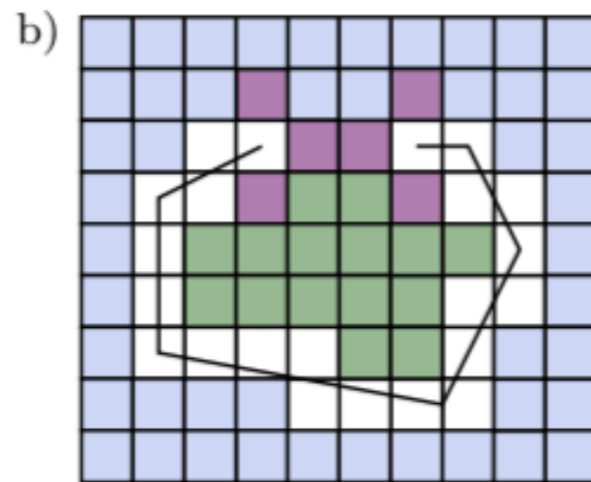
ETAPES DE L'APPROCHE VOLUMIQUE



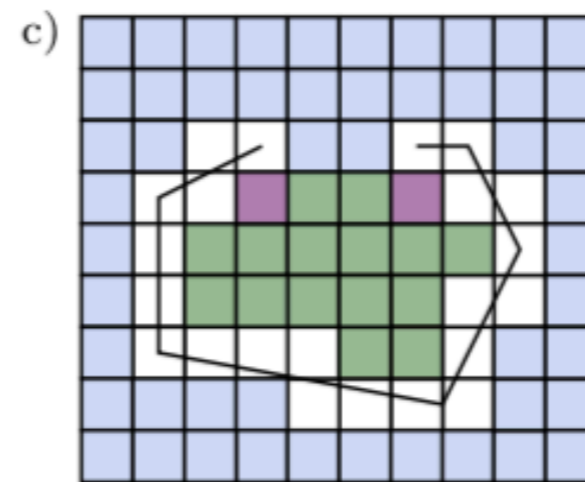
ETAPES DE L'APPROCHE VOLUMIQUE



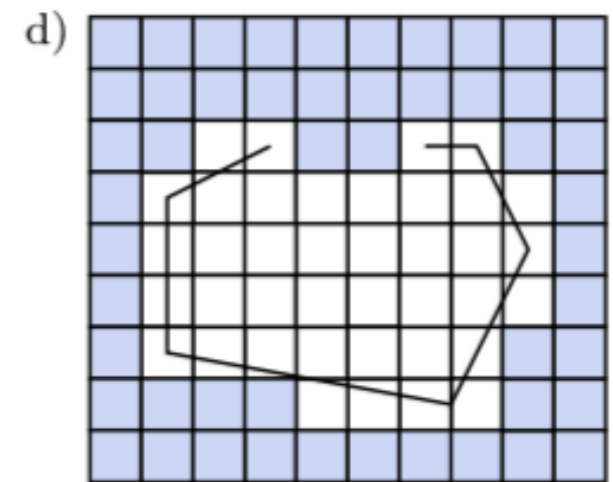
Dilatation du bord (magenta)



Extérieur (bleu)



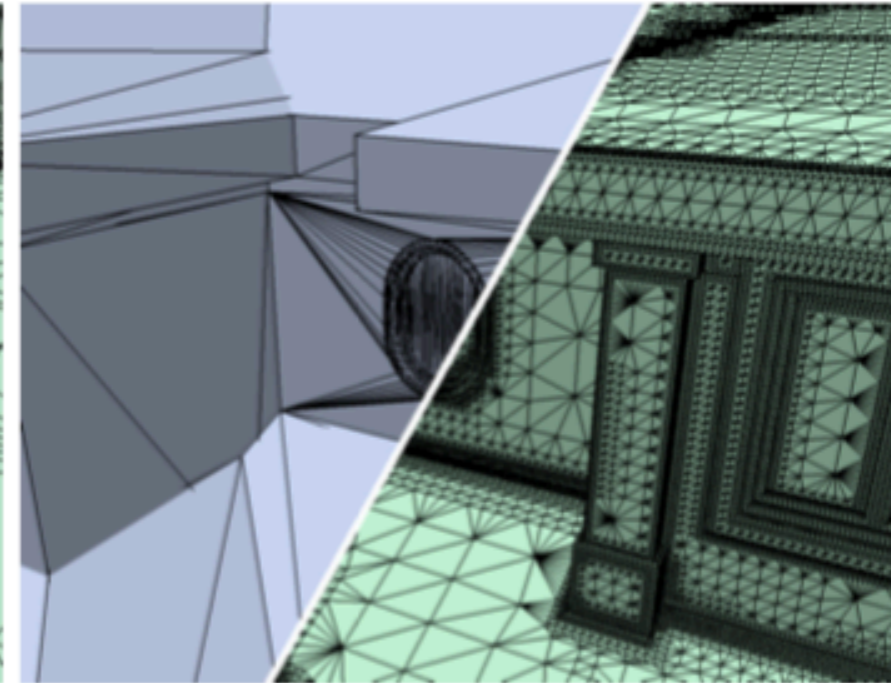
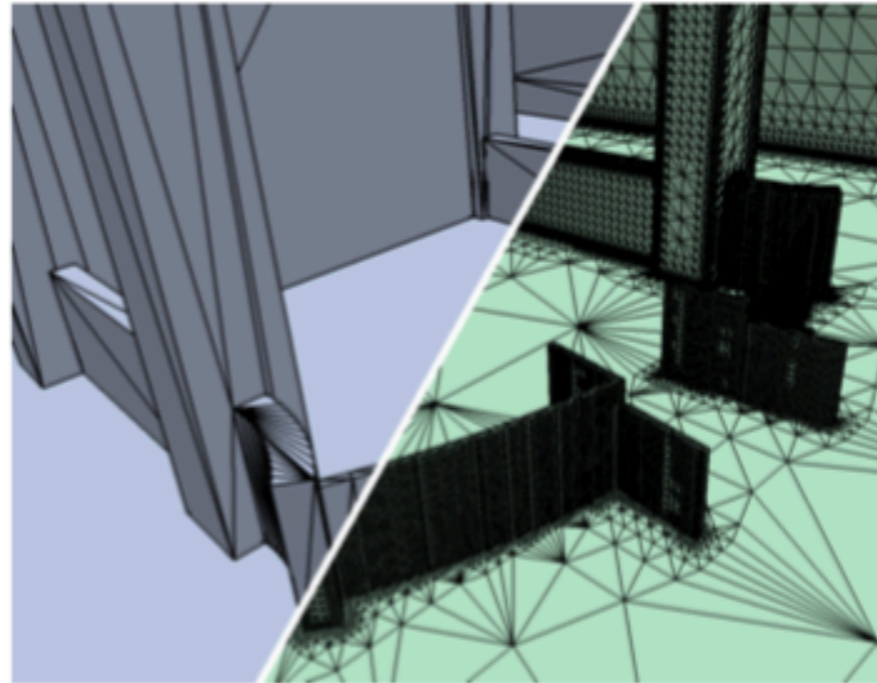
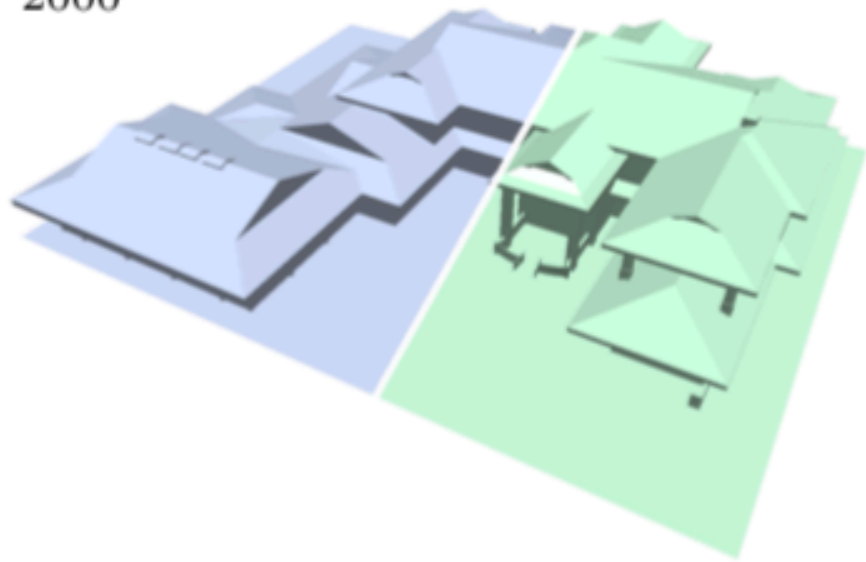
Dilatation de l'extérieur dans le bord dilaté (bleu)



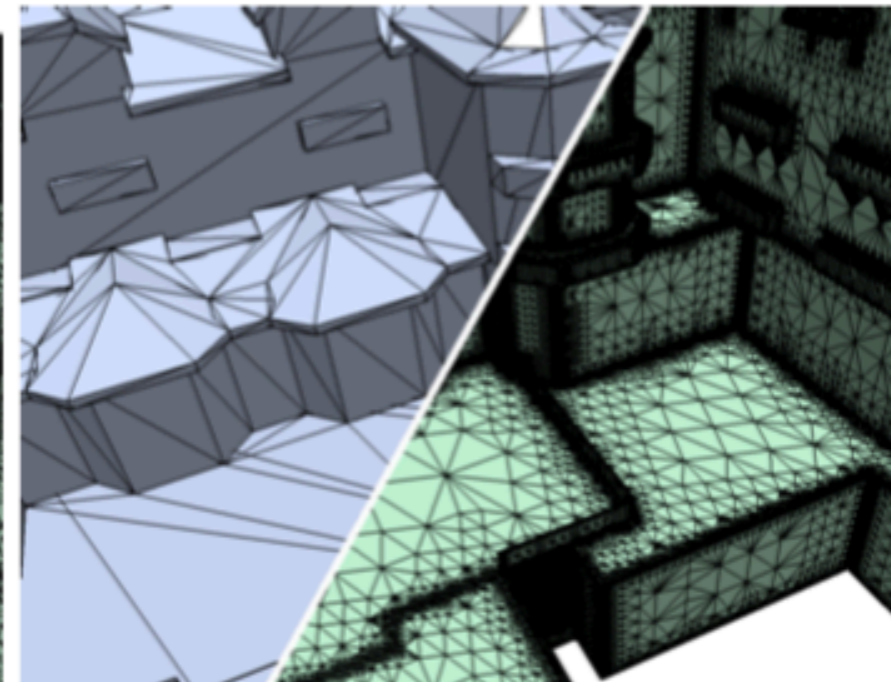
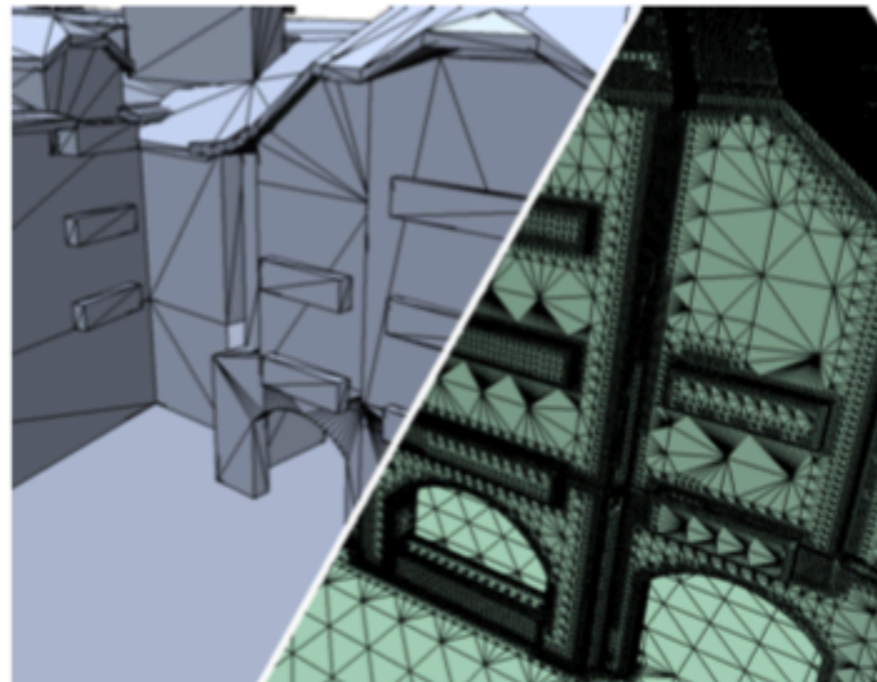
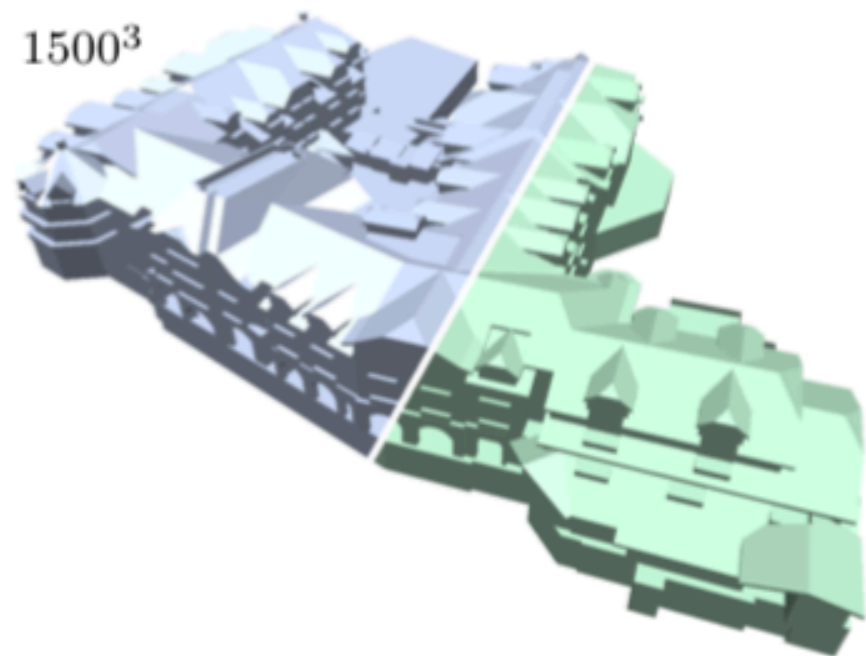
Extérieur (bleu)
Intérieur (blanc)

RECONSTRUCTION VOLUMIQUE [BISCHOFF ET AL. 2005]

2000³



1500³



AVANTAGES / INCONVÉNIENTS DE L'APPROCHE

- ▶ Avantages :
 - ▶ Topologie garantie
 - ▶ Bonne restauration des détails et lignes saillantes
- ▶ Inconvénients :
 - ▶ Résolution limitée