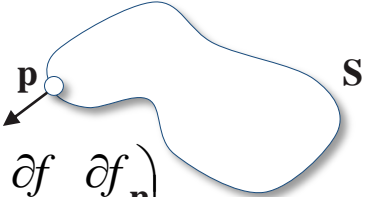


# Implicit Surfaces

## Maillage

$$\forall \mathbf{p} \in S, \mathbf{n} = -\nabla f(\mathbf{p}) / \|\nabla f(\mathbf{p})\|$$



The diagram shows a blue, irregularly shaped surface labeled 'S'. A point 'p' is marked on the surface with a small circle. A vector 'n' originates from 'p' and points outwards, perpendicular to the surface, representing the normal vector.

$$\nabla f(\mathbf{p}) = \left( \frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z} \right) \quad \Omega = \{ \mathbf{p} \in \mathbf{R}^3, f(\mathbf{p}) > 0 \}$$

From mathematics ...

... to the screen



## ► Classification

Cubes

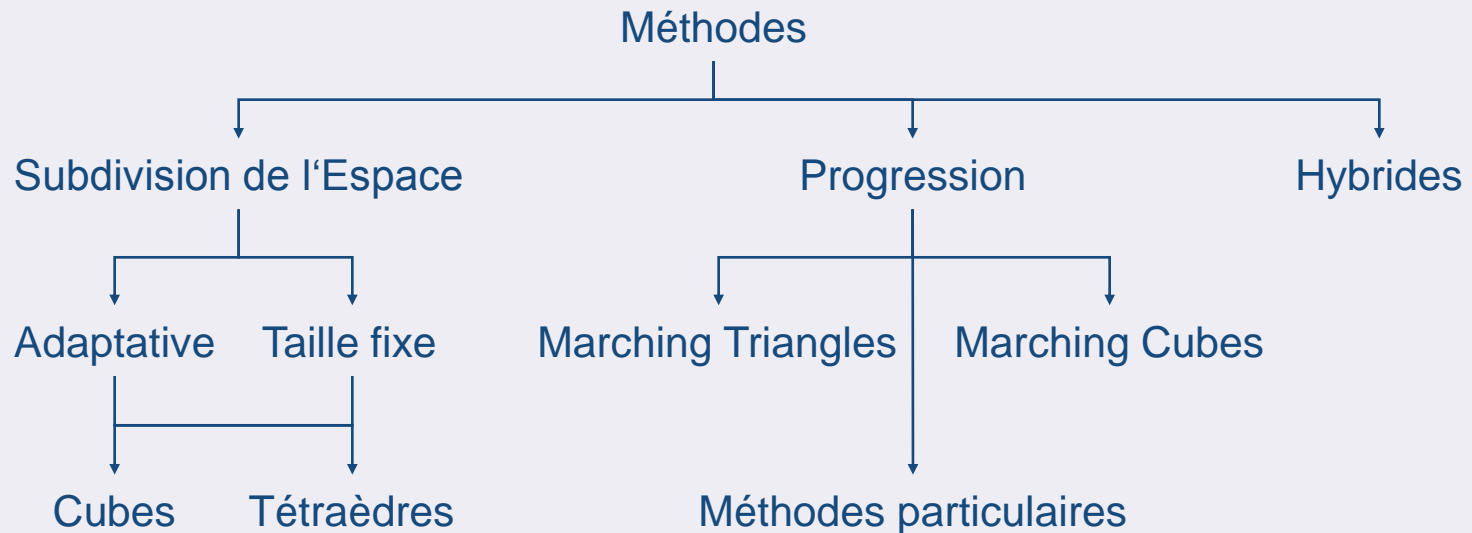
Tétraèdres

Continuation

Particules

## Classification

Selon la méthode de génération des triangle



## Critères de qualité

Un maillage est une approximation de la surface

Cohérence topologique, maillage homéomorphe à la surface

Bonne approximation géométrique

Triangles de bonne qualité

L'algorithme de maillage doit être rapide

# Marching Cubes

## Classification

### ► Cubes

## Tétraèdres

## Continuation

## Particules

## Décomposition de l'espace

Grille de  $n^3$  cellules cubiques  $C_{ijk}$

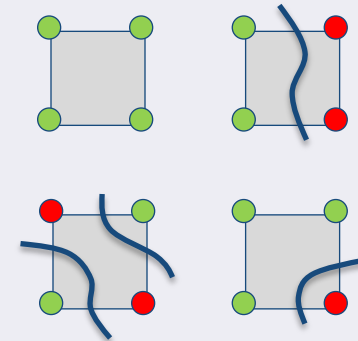
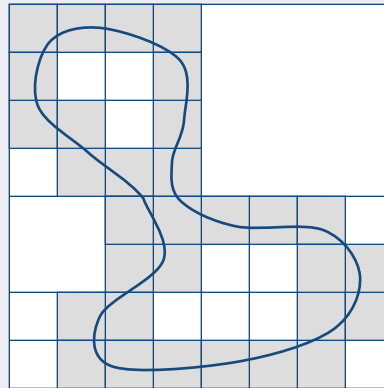
Calcul du signe du potentiel aux sommets

Analyse des 256 configurations

Maillage de chaque cellule

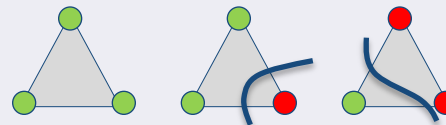
## Subdivision adaptative

Nécessite un critère déterminant que  $S \cap C_{ijk} = \emptyset$



## Subdivision en tétraèdres

Evite les ambiguïtés mais génère plus de triangles



# Analyse de la qualité du maillage et améliorations

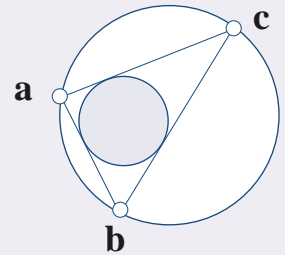
## Qualité du maillage

L'algorithme produit de nombreux triangles aplatis

$$\rho = \frac{r}{R}$$

Rayon du cercle circonscrit  
Rayon du cercle inscrit

$$r = \frac{\|\mathbf{ab} \wedge \mathbf{ac}\|}{\mathbf{ab} + \mathbf{bc} + \mathbf{ca}} \quad R = \frac{\mathbf{ab} \cdot \mathbf{bc} \cdot \mathbf{ca}}{2\|\mathbf{ab} \wedge \mathbf{ac}\|}$$



# Marching Cubes

Surfaces implicites

Modélisation

Animation

Visualisation

Etat de l'art

Lancer de rayon

► Maillage

Nuages de points

Textures

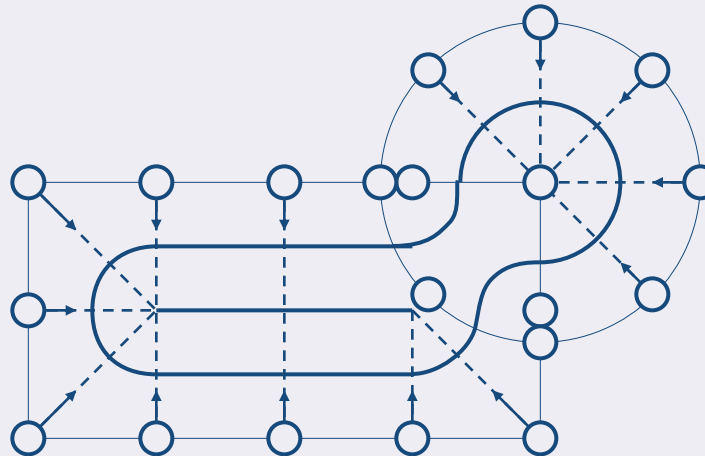
Conclusion

## Principe

Modèles à squelettes

Echantillonnage et maillage de la surface dans les régions d'influence des primitives

Raccordement des morceaux de surface



# Marching Triangles

Surfaces implicites

Modélisation

Animation

Visualisation

Etat de l'art

Lancer de rayon

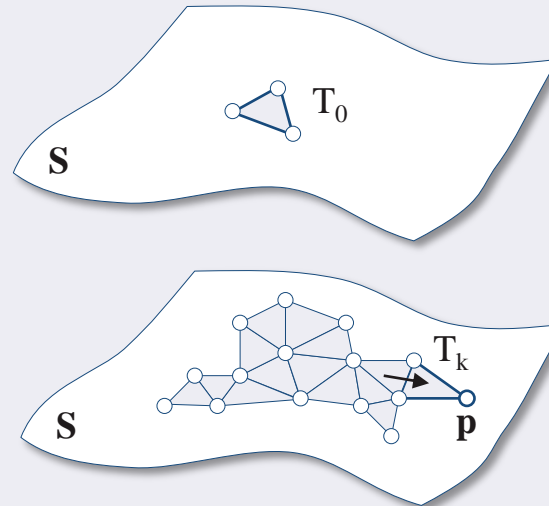
► Maillage

Nuages de points

Conclusion

## Principe de l'algorithme

Construction directe de triangles quasi équilatéraux sur la surface  $S$  et s'adaptant à la courbure locale



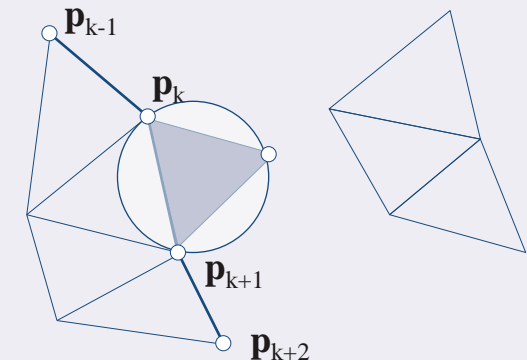
Initialisation d'un triangle germe  
 $\mathcal{M} = \{T_0\}$  sur la surface  $S$

Propagation de triangles  $T_k$  par  
ajout de sommets  $p$  respectant  
un critère de Delaunay

Fermeture du maillage  $\mathcal{M}$  par  
c couture

## Critère de la sphère vide

Un nouveau triangle  $T_k$  de  
sphère circonscrite  $S_k$  ne doit  
pas contenir d'autre sommet  
du maillage  $\mathcal{M}$



# Marching Triangles

Surfaces implicites

Modélisation

Animation

Visualisation

Etat de l'art

Lancer de rayon

► Maillage

Nuages de points

Conclusion

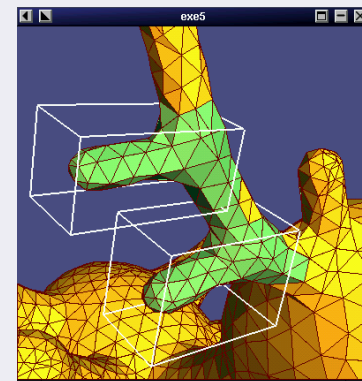
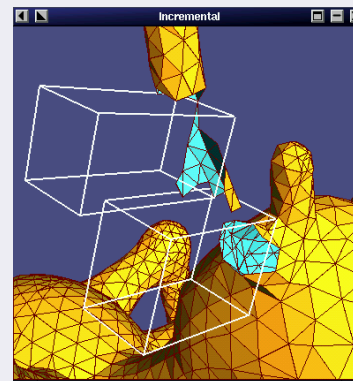
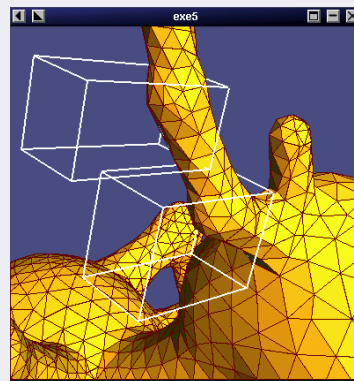
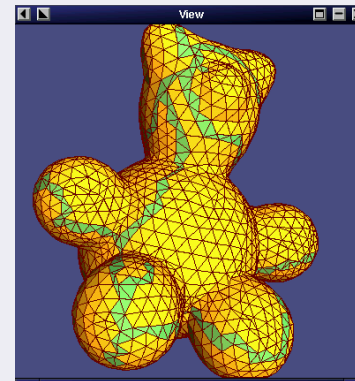
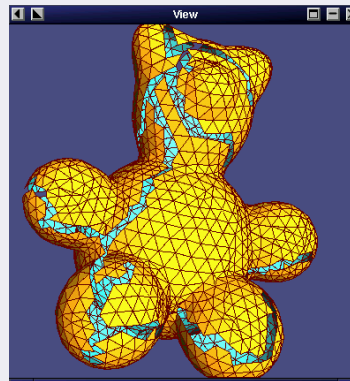
## Propagation de triangles sur la surface

Initialisation par un triangle germe

Maintient d'un front de propagation (arêtes actives)

Respect du critère de la sphère vide pour la création des nouveaux triangles

Fermeture du maillage par couture





# Systèmes de particules

Surfaces implicites

Modélisation

Animation

Visualisation

Etat de l'art

Lancer de rayon

Maillage

► Nuages de points

Textures

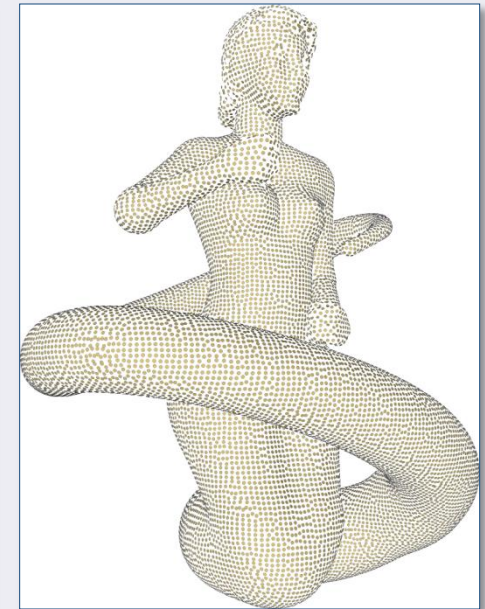
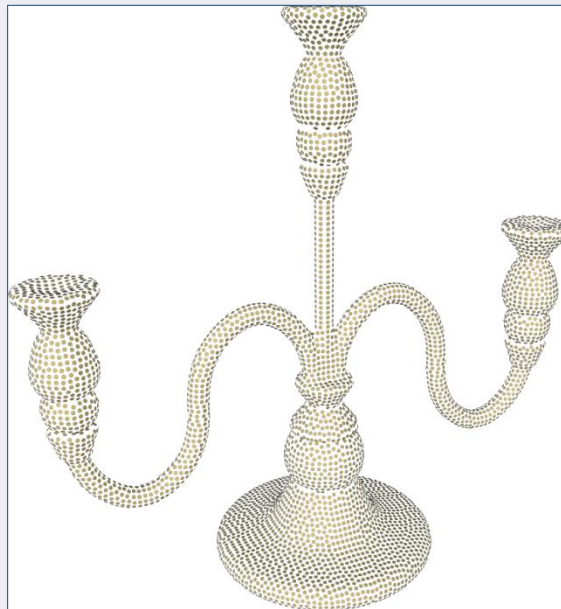
Conclusion

## Principe

Echantillonnage de la surface

Méthode générale [Witkin 1994] lente pour les formes complexes

Méthode optimisée pour les surfaces implicites à squelettes  
(type BlobTree)





Surfaces implicites

Modélisation

Animation

Visualisation

Etat de l'art

Lancer de rayon

Maillage

Nuages de points

► Textures

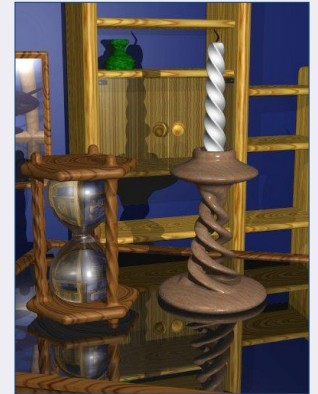
Conclusion

## Problèmes

On ne connaît pas la surface  $S$   
Pas de paramétrisation naturelle

## Textures volumiques

Fonction qui définissent la texture en tout point de l'espace :  $T(\mathbf{p}) : \mathbf{R} \rightarrow E$   
Manque de contrôle : plongement effectué dans tout l'espace



## Système de particules

Calcul des coordonnées inverses par un suivi de gradient du potentiel vers une surface de référence texturée

