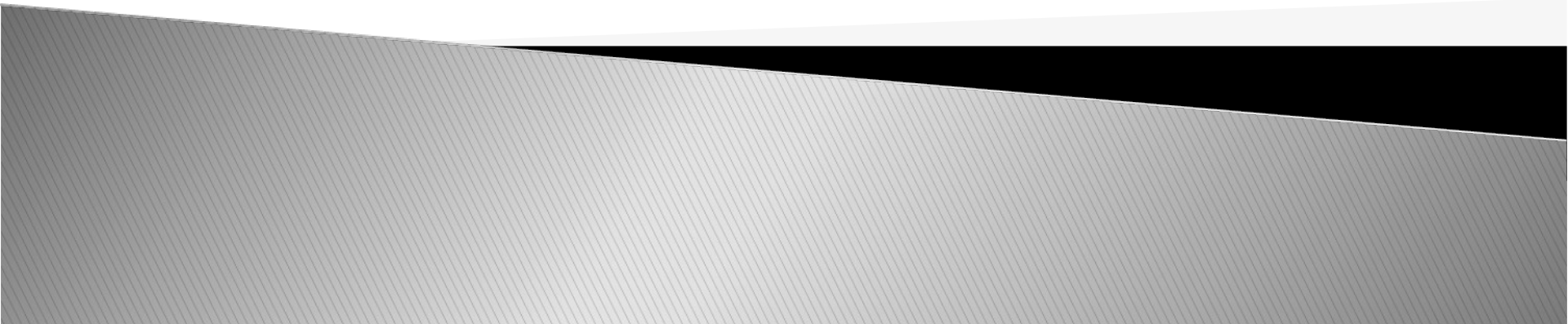


# Génération de contenu



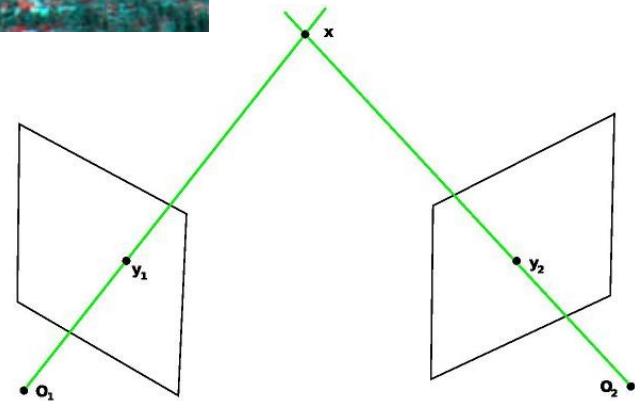
# Modèles 3D à partir d'images

# Modèles 3D à partir d'images

- ▶ Synthèse d'images :
    - Calcul d'images à partir de :
      - modèles 3D
      - matériaux, éclairage
      - caméra
  - ▶ Vision par ordinateur 3D :
    - Calcul du modèle 3D à partir de :
      - images
      - autres informations
- => Problème inverse

# Quelles informations ?

- ▶ Quelles informations nous permettent de percevoir de la 3D ?
- ▶ Vue stéréoscopique

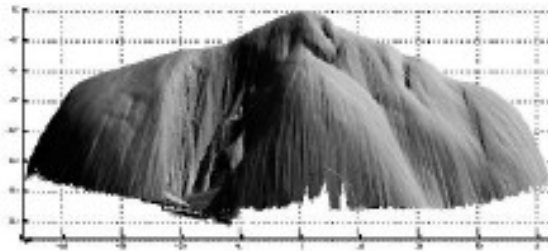


# Quelles informations ?

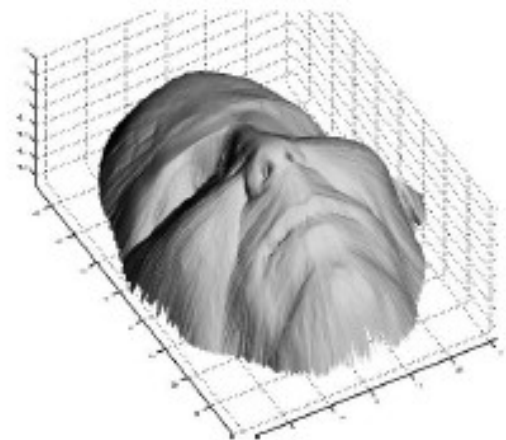
- ▶ Quelles informations nous permettent de percevoir de la 3D ?
- ▶ Ombrage
  - Stéréo photométrique
  - Shape from Shading [Prados et al]



a)



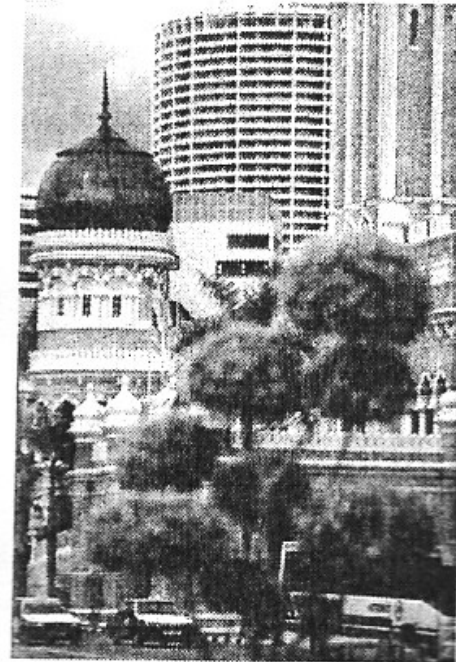
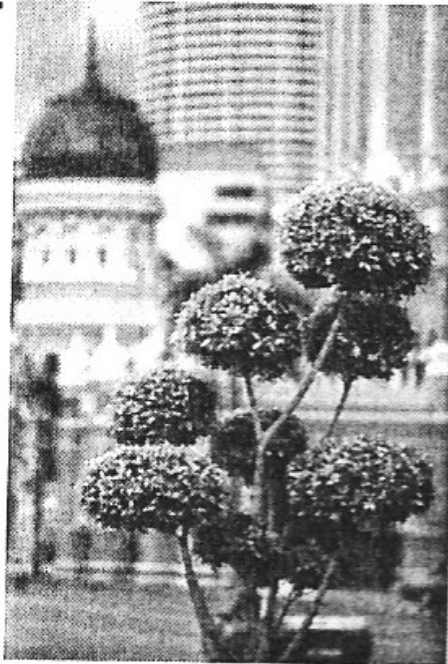
b)



c)

# Quelles informations ?

- ▶ Quelles informations nous permettent de percevoir de la 3D ?
- ▶ Netteté :



# Historique

- ▶ Années 1990 :
  - Scènes statiques
  - Approches géométriques
  - Calculs non temps-réel
  
- ▶ Années 2000 :
  - Scènes dynamiques
  - Approches géométriques + photométriques
  - Calculs temps-réel

# Modèles 3D à partir d'images

- Systèmes d'acquisition
- Reconstruction géométrique
- Reconstruction géométrique et photométrie
- Exemples d'applications

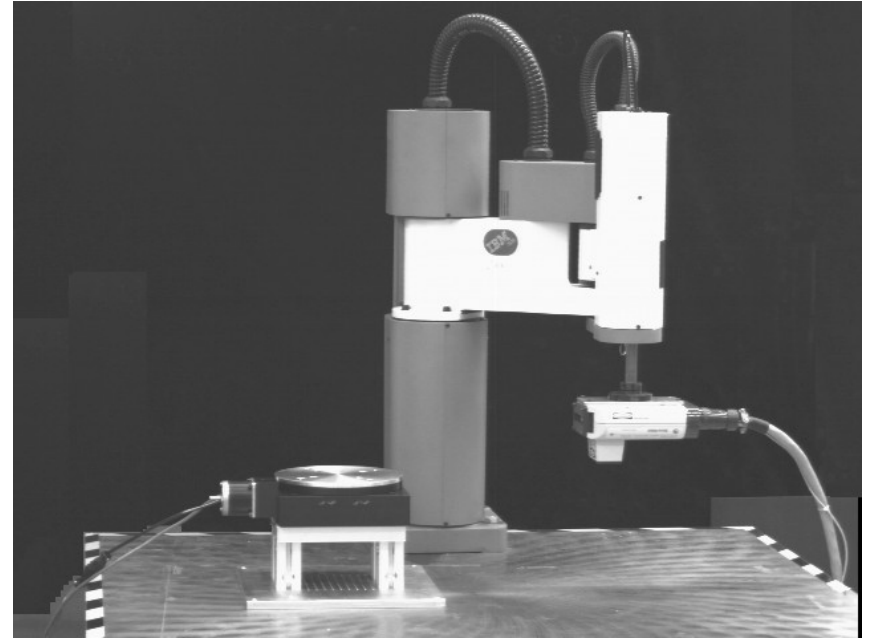


# Modèles 3D à partir d'images

- Systèmes d'acquisition
- Reconstruction géométrique
- Reconstruction géométrique et photométrie
- Exemples d'applications

# Tables tournantes

- ▶ Une seule caméra
- ▶ Calibration simplifiée
- ▶ Système statique



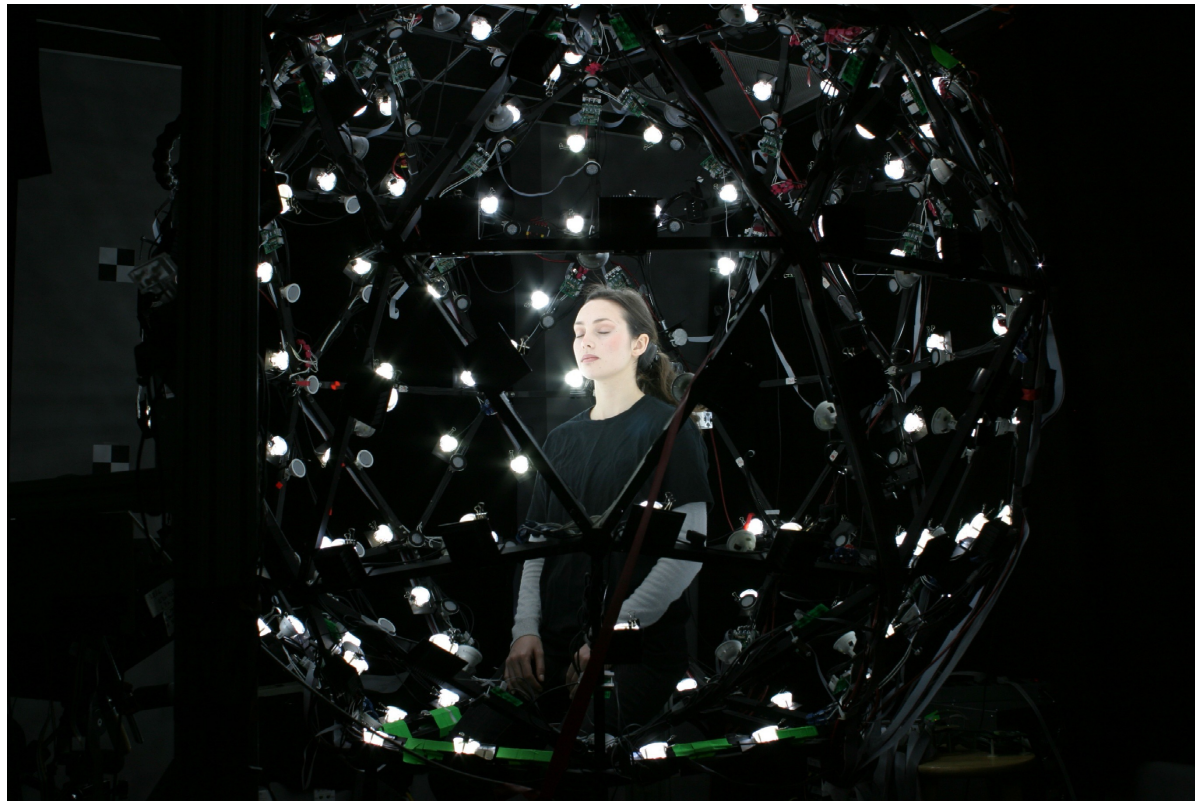
# Systemes multicaмерыs calibrés

- ▶ Exemple : plateforme Grimage, INRIA :
  - 20 caméras (12 couleur – 8 noir et blanc)
  - Mur d'écrans avec 16 projecteurs
  - Grappe de 11 dual-xeon PC et 16 dual-opteron PC



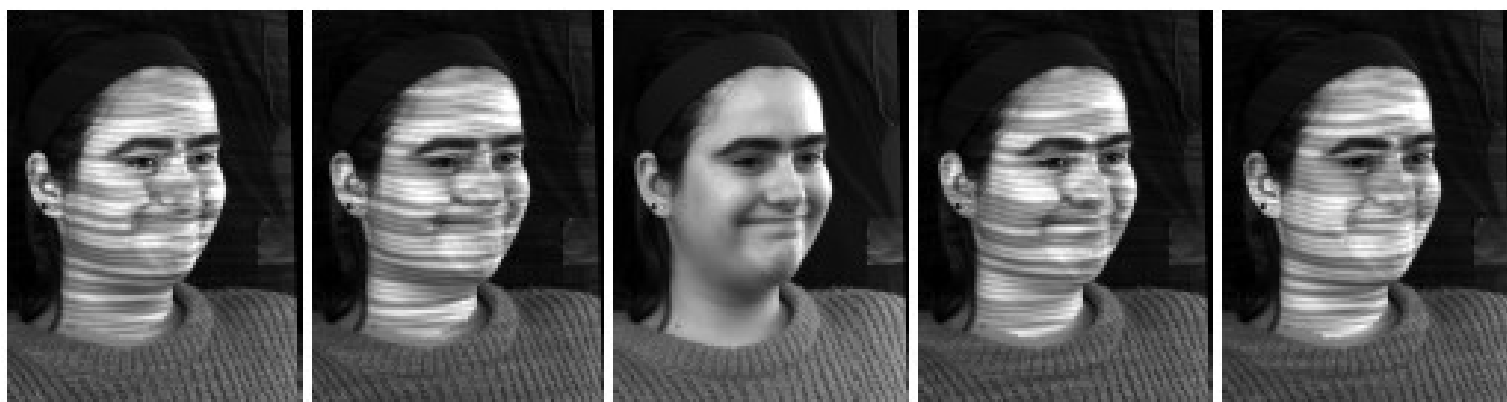
# Systemes multicaméras calibrés

- Exemple : dôme d'éclairage contrôlé

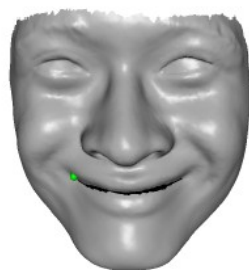


# Lumière structurée

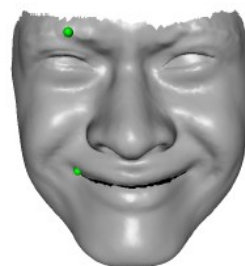
- ▶ Utilisation de caractéristiques haut-niveau (lumière structurée) sur 2 vues très proches



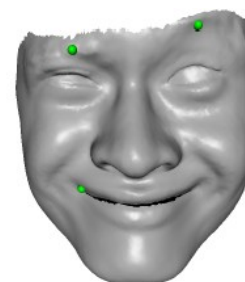
(a)



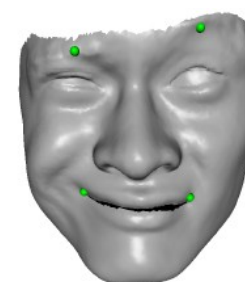
(b)



(c)



(d)



(e)

# Modèles 3D à partir d'images

- Systèmes d'acquisition
- Reconstruction géométrique
- Reconstruction géométrique et photométrie
- Exemples d'applications

# Reconstruction géométrique

- ▶ Données :
  - Images (2D)
  - Caméras calibrées
  
- ▶ Extraction de primitives 2D :
  - Points d'intérêt
  - Régions (silhouettes)

# Reconstruction géométrique

- ▶ Données :
  - Images (2D)
  - Caméras calibrées
  
- ▶ Extraction de primitives 2D :
  - Points d'intérêt
  - Régions (silhouettes)



# Étapes principales

1. Appariement d'images
3. Reconstruction 3D des parties appariées
5. Obtention d'un modèle 3D surfacique complet

# Étapes principales

- ▶ Appariement d'images
- ▶ Reconstruction 3D des parties appariées
- ▶ Obtention d'un modèle 3D surfacique complet

# Appariement d'images

- ▶ Identifier des caractéristiques haut-niveau dans les différentes images
  - Zone homogène => pas discriminatif
  - Point de contour => ambiguïté
  - Point d'intérêts



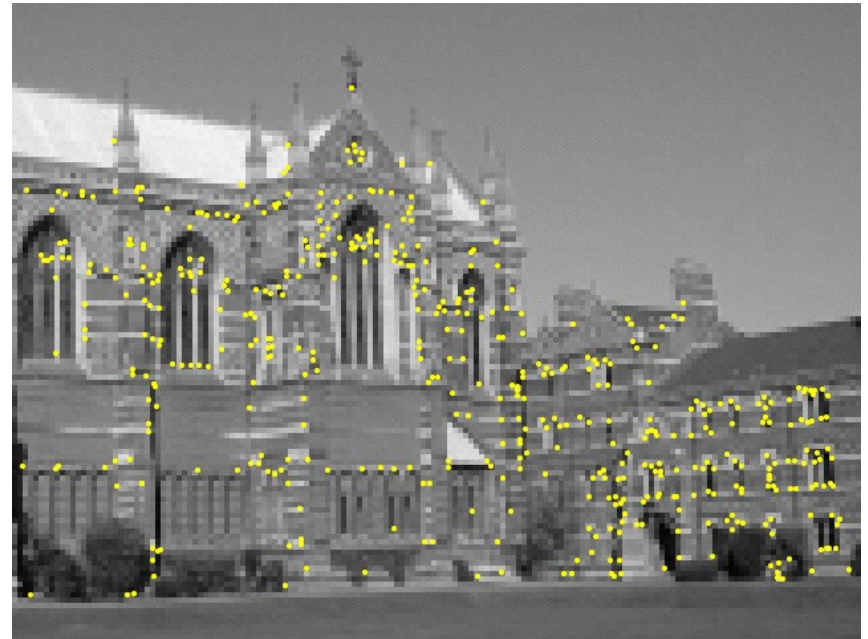
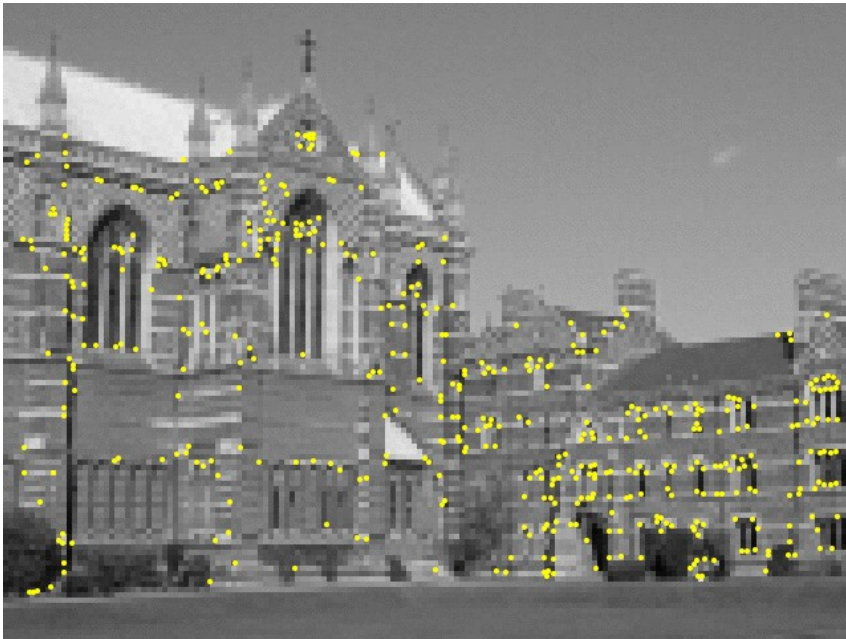
# Extraction des points d'intérêt

- ▶ Extraction des points d'intérêts :
  - Placer une fenêtre autour du pixel et la déplacer
  - Fonction d'auto-corrélation développée au 1er ordre :
    - $f(x, y) = (\Delta x \quad \Delta y) \sum_W \begin{pmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{pmatrix}$
    - $f(x, y) = (\Delta x \quad \Delta y) \sum_W M \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{pmatrix}$
    - M = matrice d'auto-corrélation
    - Valeurs propres :
      - 2 valeurs propres grandes : grand score de corrélation dans n'importe quelle direction => point d'intérêt
      - 1 valeur propre grande : grand score de corrélation dans une direction => point de contour
      - 2 valeurs propres petites : faible score de corrélation dans toutes les directions => zone homogène

# Extraction des points d'intérêt



# Extraction des points d'intérêt

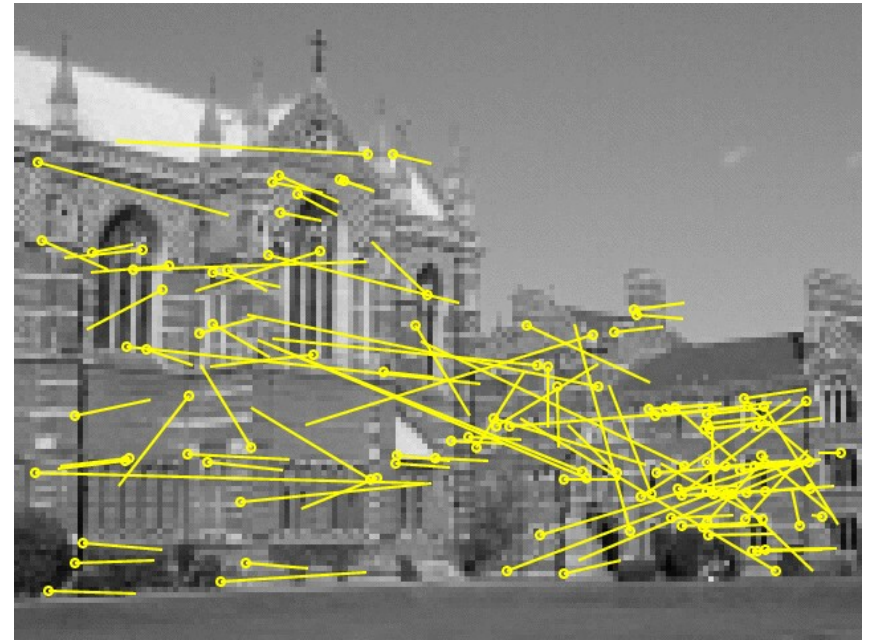


# Mise en correspondance

- ▶ Mise en correspondance entre les images :
  - Géométrie épipolaire
    - Cf : cours de vision
  - Problèmes :
    - Changement de l'illumination
    - Changement de l'apparence
    - Occultations

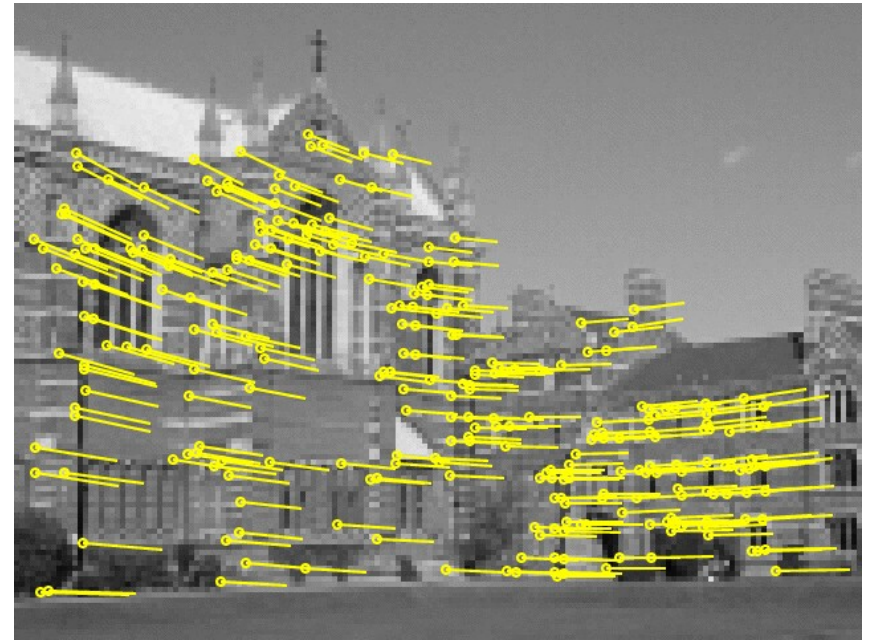
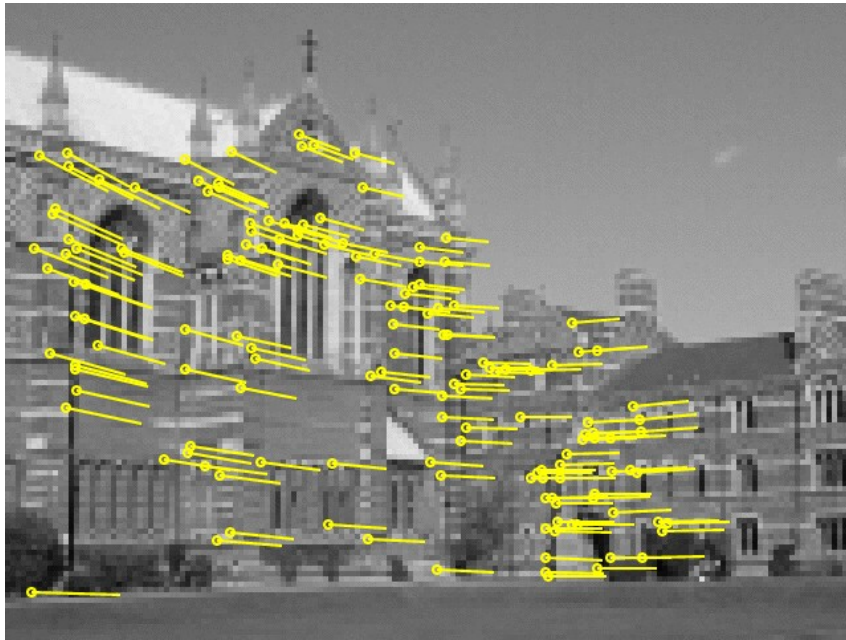


# Mise en correspondance





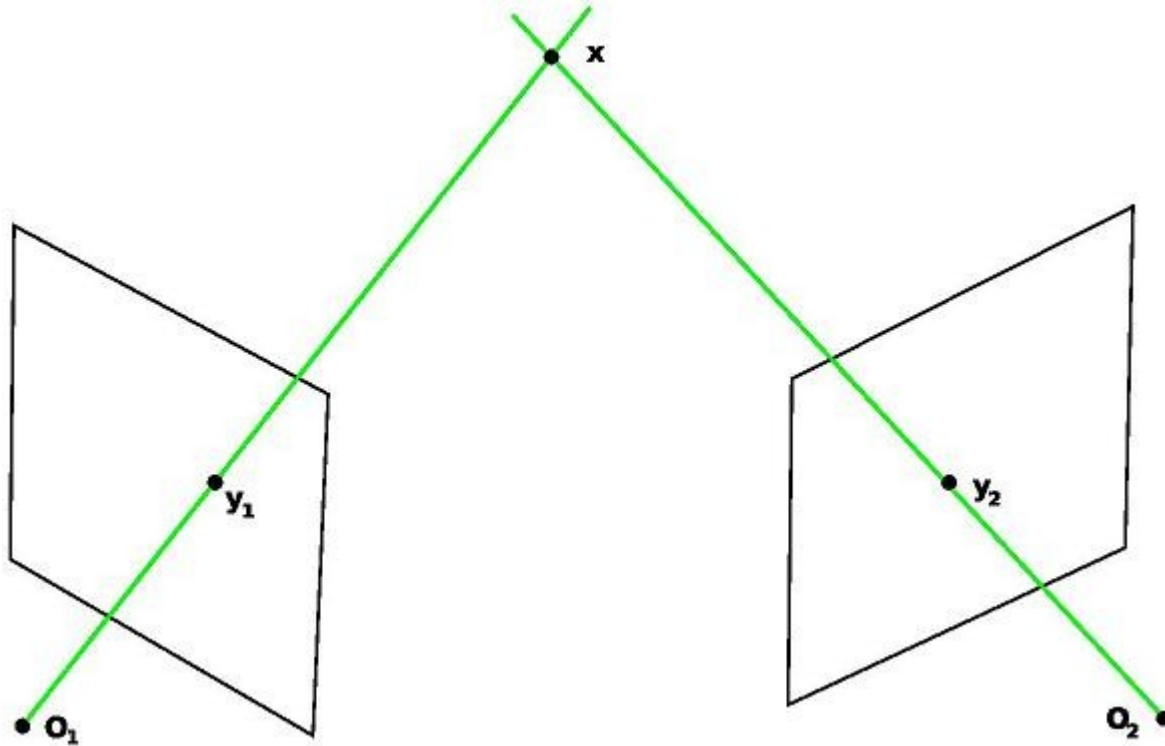
# Mise en correspondance



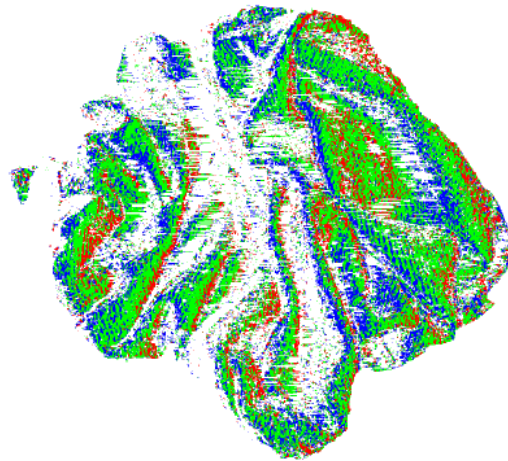
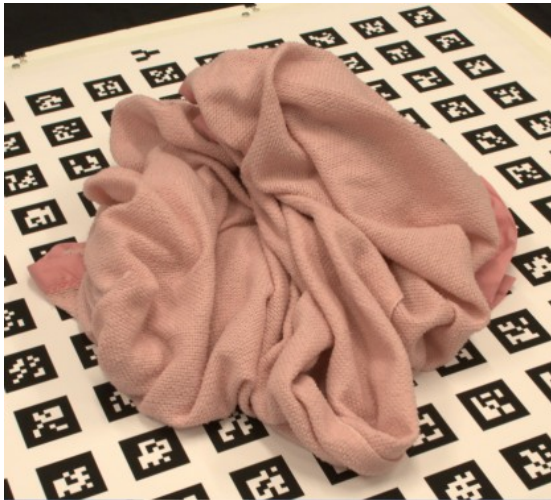
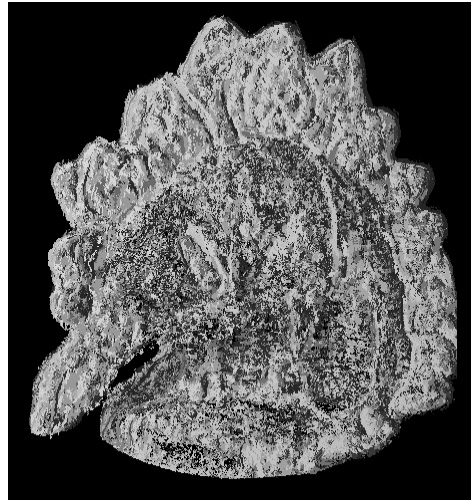
# Étapes principales

- ▶ Appariement d'images
- ▶ **Reconstruction 3D des parties appariées**
- ▶ Obtention d'un modèle 3D surfacique complet

# Triangulation



# Résultat



[Bradley 08]

# Étapes principales

- ▶ Appariement d'images
- ▶ Reconstruction 3D des parties appariées
- ▶ **Obtention d'un modèle 3D surfacique complet**

# Choix d'une représentation

- ▶ Maillages
- ▶ Modèles paramétriques
  - Splines
  - Quadriques
  - Etc
- ▶ Surfaces implicites
- ▶ Modèles volumiques (voxels)

# Estimation de la surface

## ▶ Données :

- Modèle 3D épars
- Opérations géométriques
- Hypothèses générales (lisse...) ou spécifiques (modèle a priori)
- Etc

## ▶ Résultat :

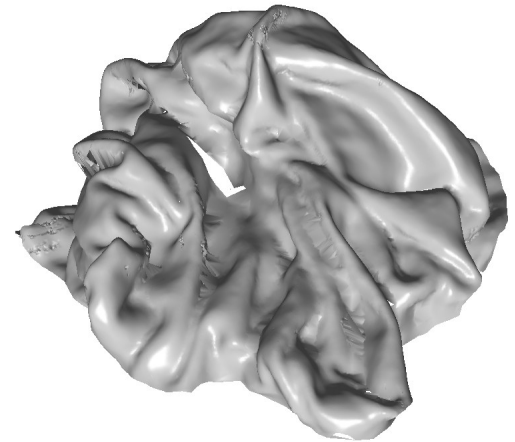
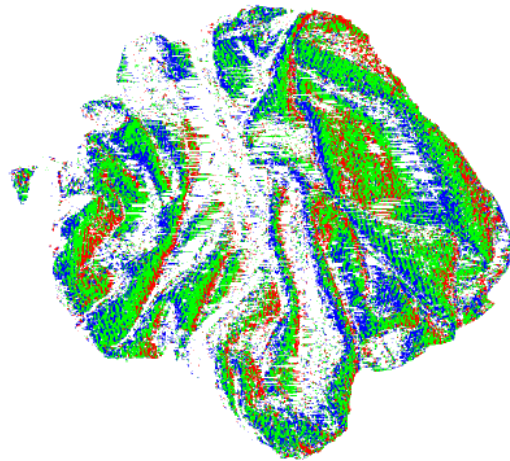
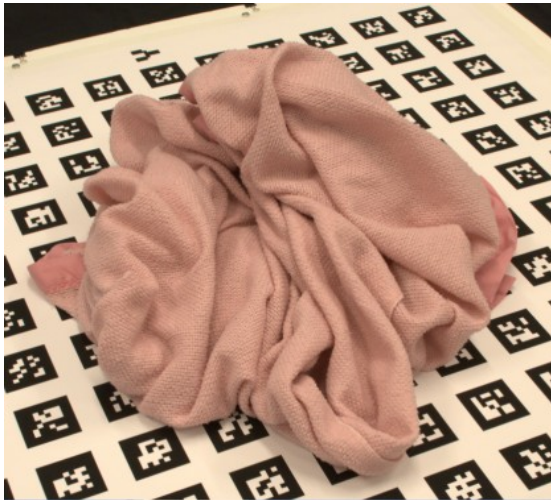
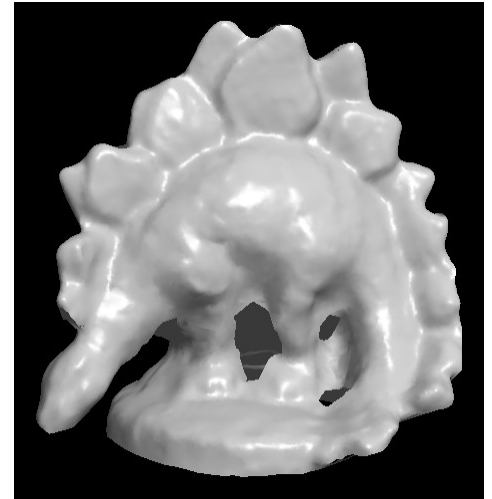
- Modèle surfacique ou volumique

=> Problème délicat!





# Résultat



[Bradley 08]

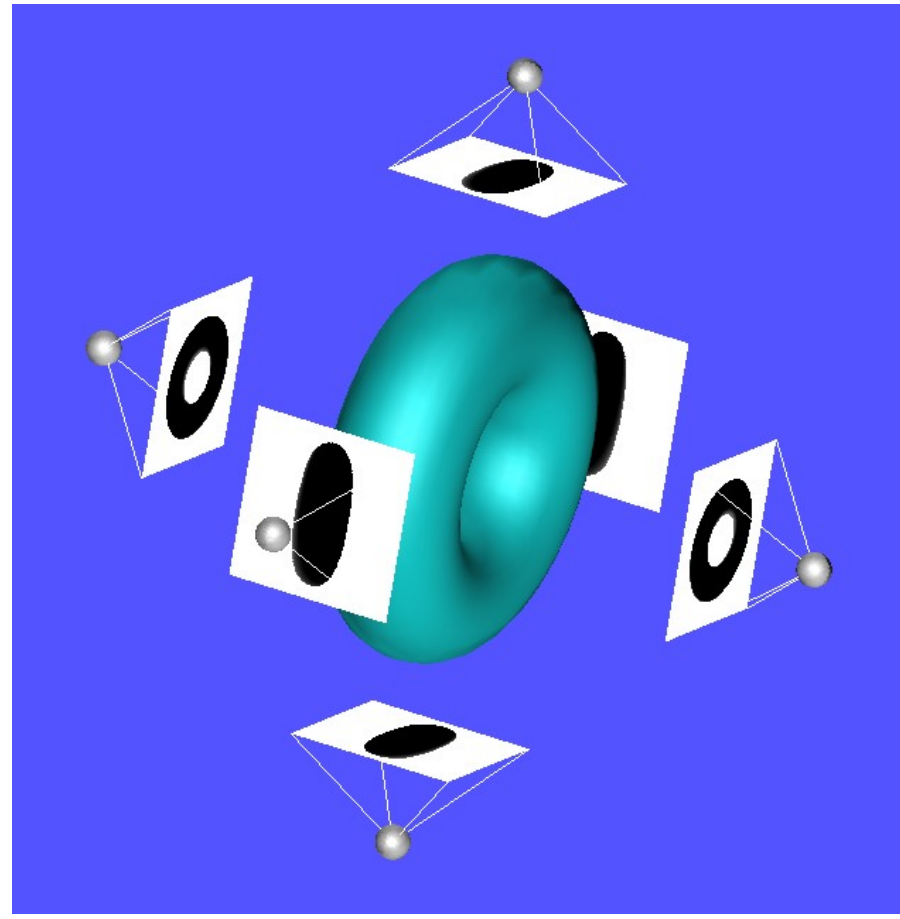
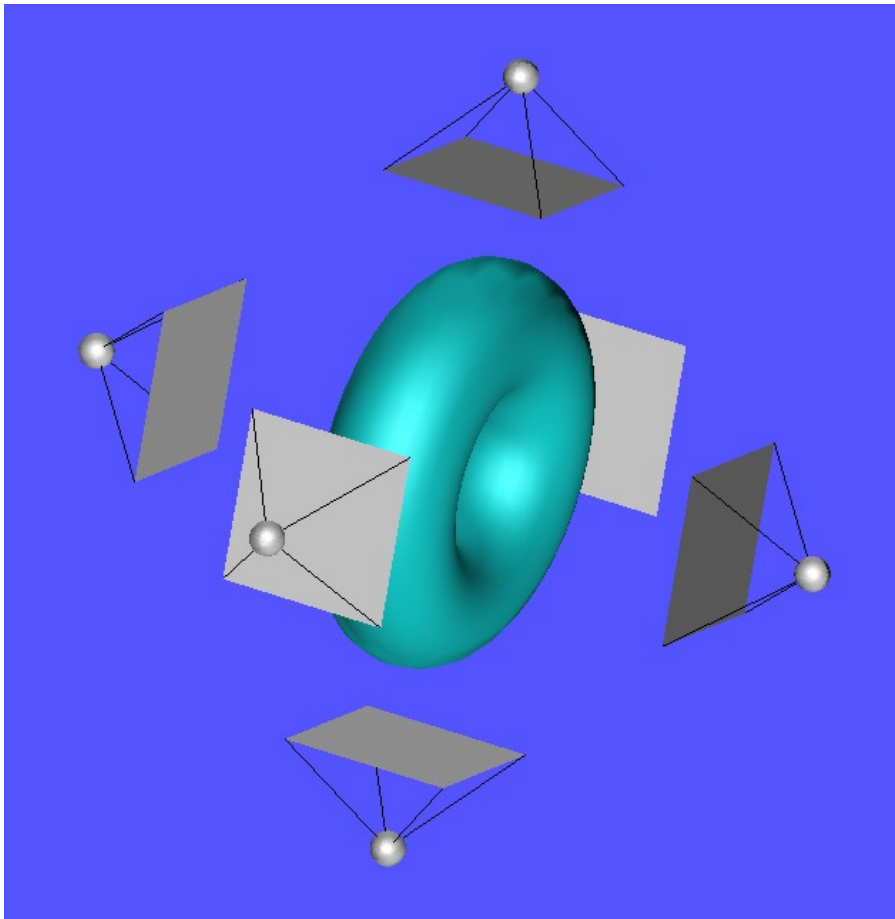


# Reconstruction géométrique

- ▶ Données :
  - Images (2D)
  - Caméras calibrées
  
- ▶ Extraction de primitives 2D :
  - Points d'intérêt (points, droites)
  - Régions (silhouettes)

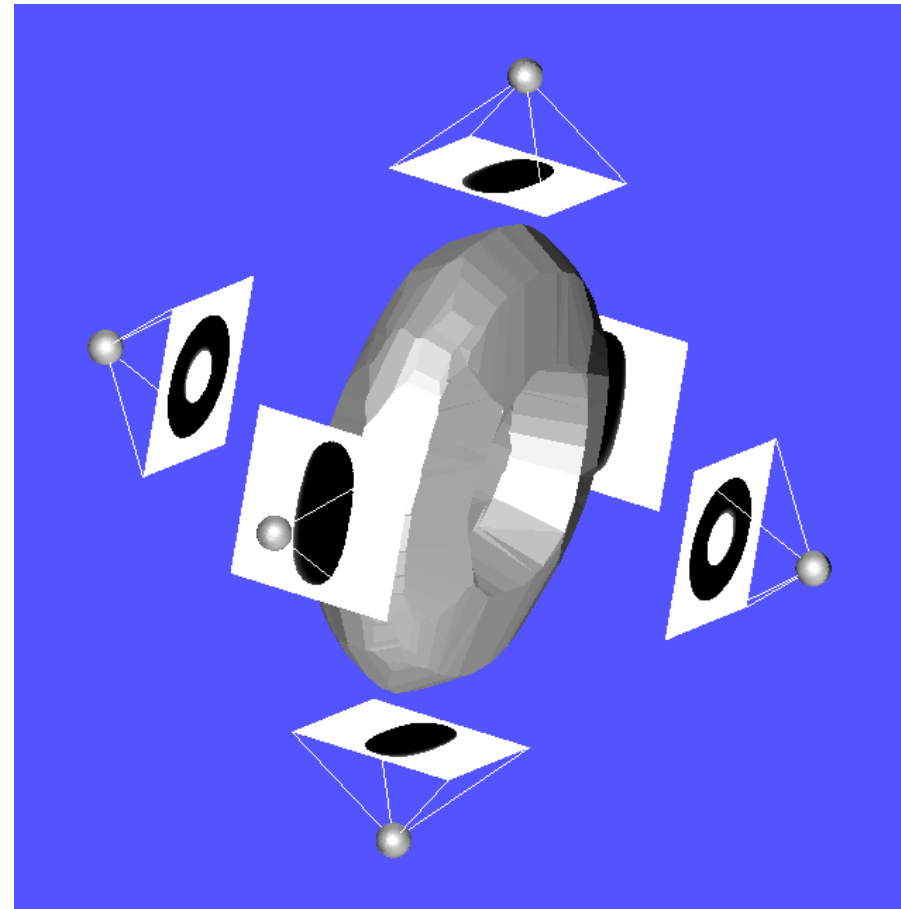
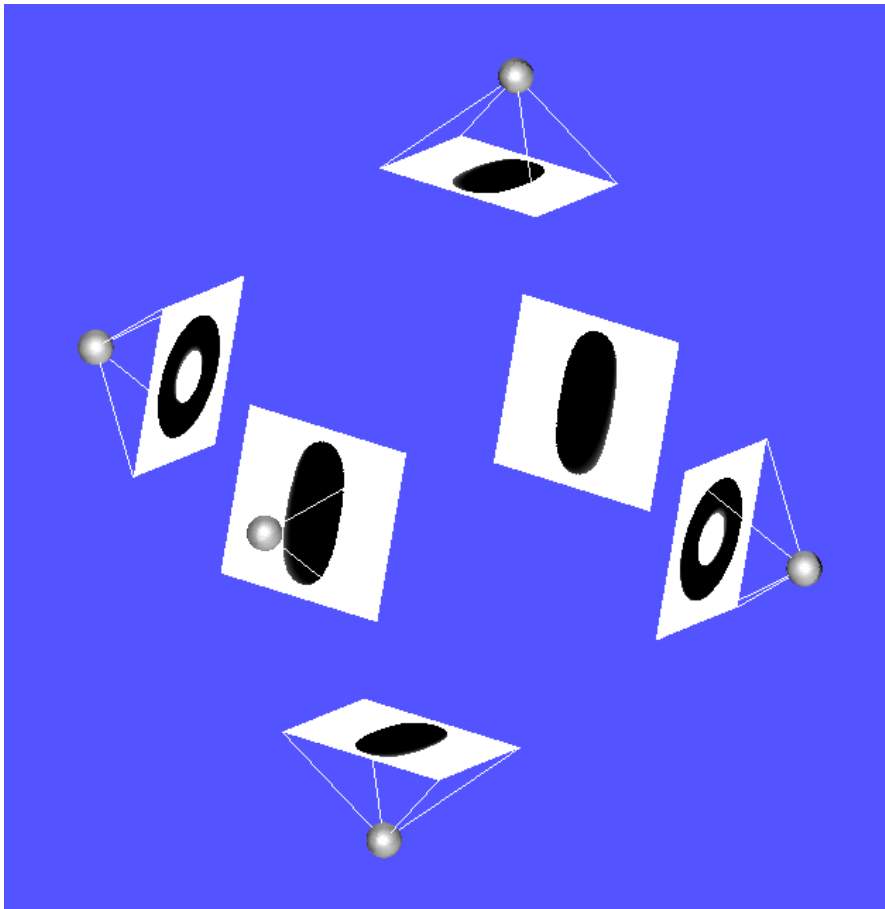
# Principe

## ► Capture :



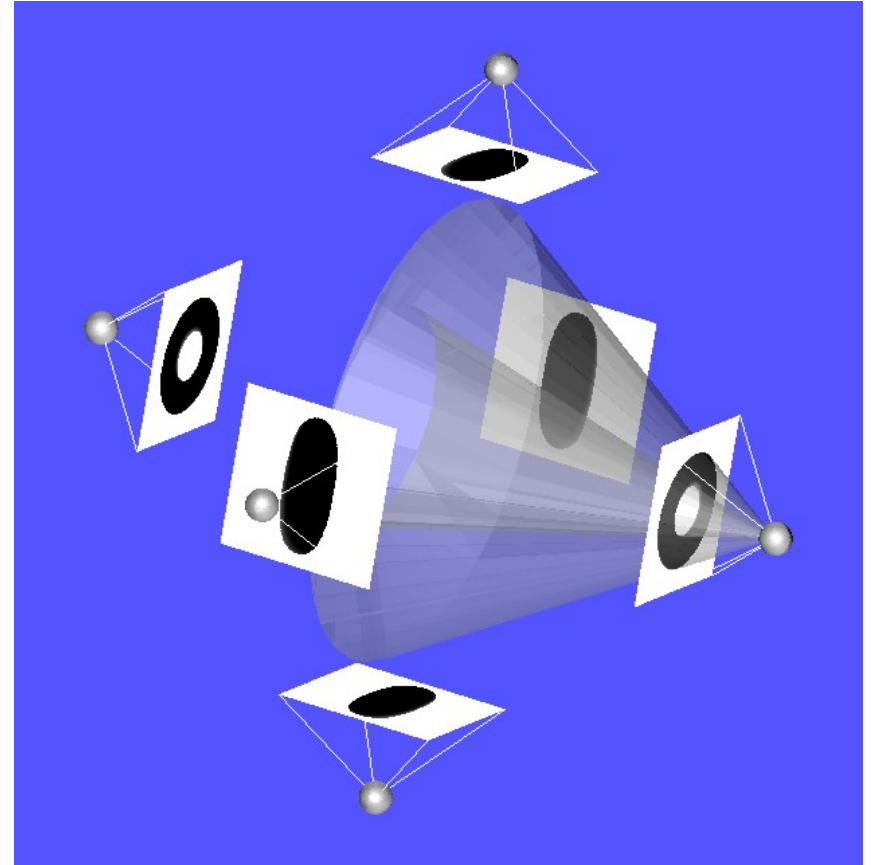
# Principe

## ► Reconstruction



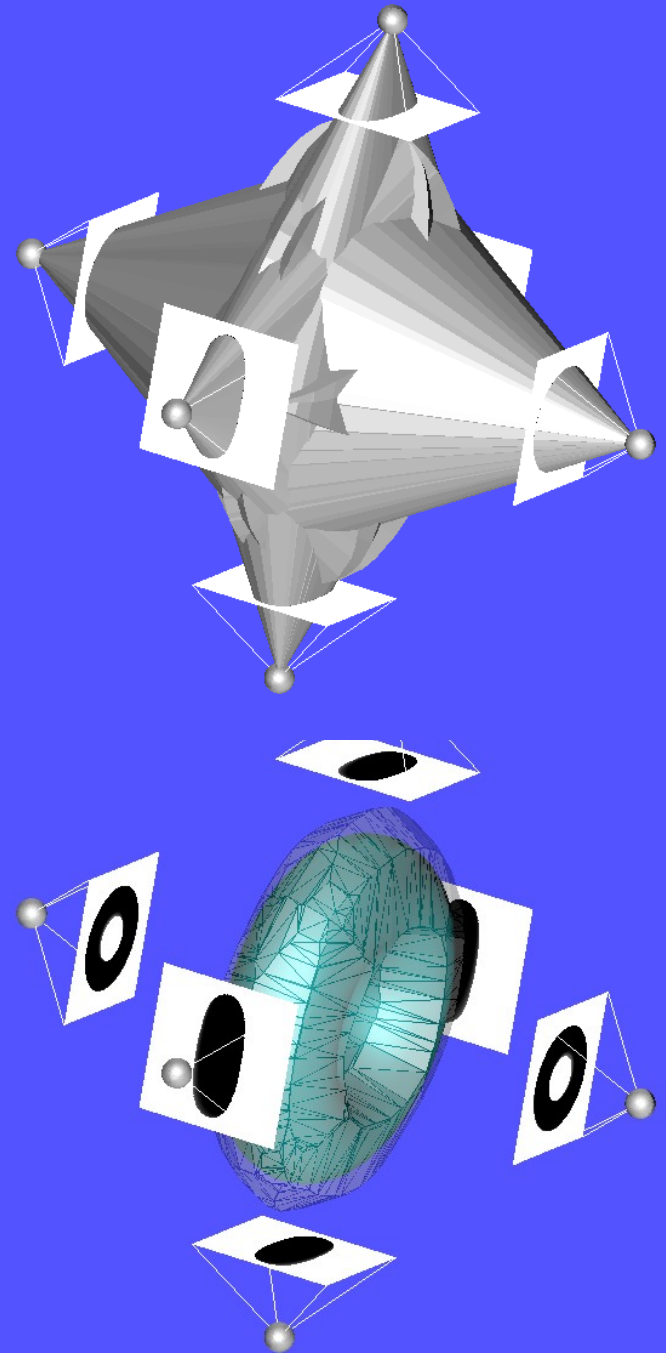
# Principe

- ▶ Cône de vue :
  - Ensemble de rayons issus du centre optique et passant par la silhouette
  - Tangent à la surface à modéliser



# Principe

- ▶ Enveloppe visuelle :
  - Intersection des cônes de vue
  - Approximation du modèle (surface englobante)
  - Quand le nombre de caméras tend vers l'infini, l'enveloppe visuelle tend vers le modèle (sans les parties concaves)



# Extraction des silhouettes

## ▶ Segmentation :

- Manuelle
- Automatique
  - Suivi de contours
  - Fond bleu/vert/couleur différente du sujet
  - Soustraction de fonds par modèles statistiques de fonds (mélange de gaussiennes, histogrammes, ...)

## ▶ Problèmes :

- Ambiguïtés sujet/fond
- Bruit

# Enveloppe visuelle

- ▶ Approches volumiques
- ▶ Approches surfaciques
- ▶ Approches images

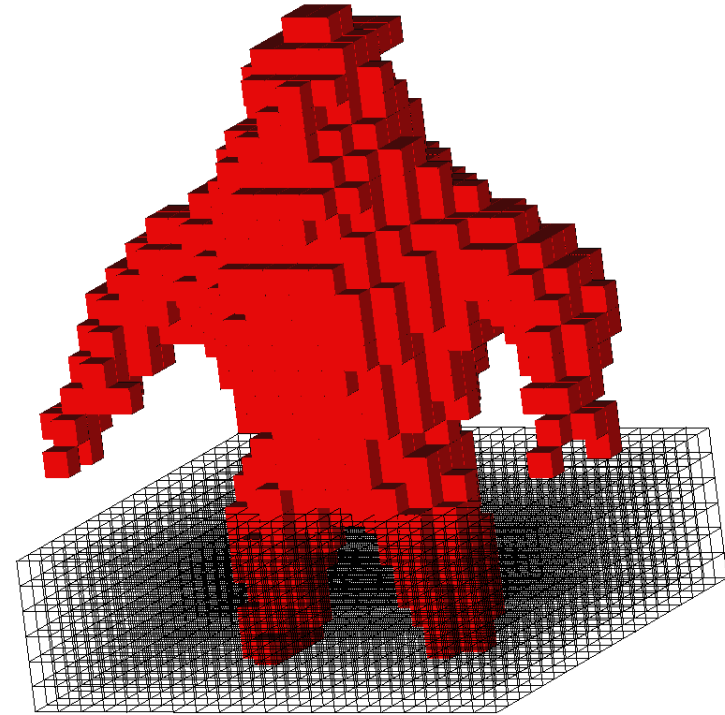
# Enveloppe visuelle

- ▶ **Approches volumiques**
- ▶ Approches surfaciques
- ▶ Approches images



# Approches volumiques

- ▶ Grille de voxels
- ▶ Elimination des voxels qui ne se projettent pas à l'intérieur des silhouettes
- ▶ Simple, rapide, parallélisable
- ▶ Compromis précision/complexité

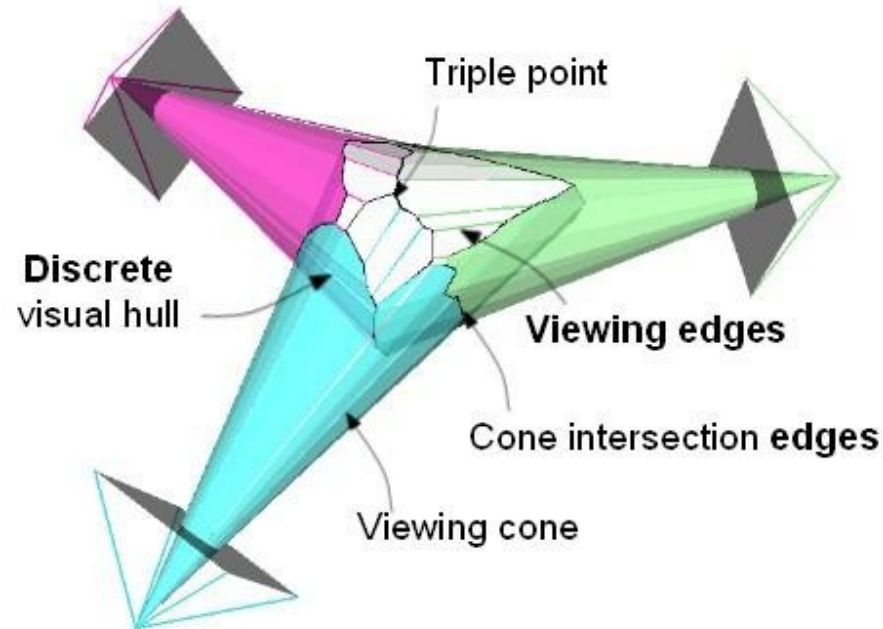


# Enveloppe visuelle

- ▶ Approches volumiques
- ▶ **Approches surfaciques**
- ▶ Approches images

# Approches surfaciques

- ▶ Approche polyédrique :
  - Silhouette = polygone
  - Cône de vue = polyèdre

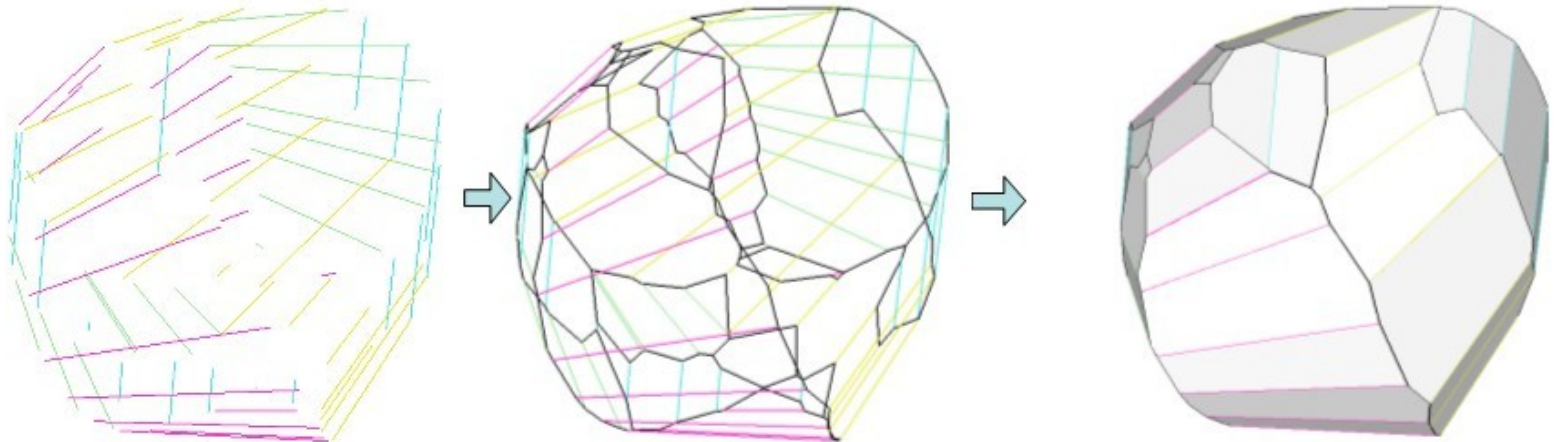


[Franco-Boyer 03]

# Approches surfaciques

Calcul :

1. Segments de vue : contribution d'un segment à l'enveloppe visuelle selon la ligne de vue
2. Maillage reliant les segments de vue
3. Facettes en parcourant le maillage orienté



Le cas d'une sphère observée suivant 4 points de vues (4 couleurs)

# Approches surfaciques

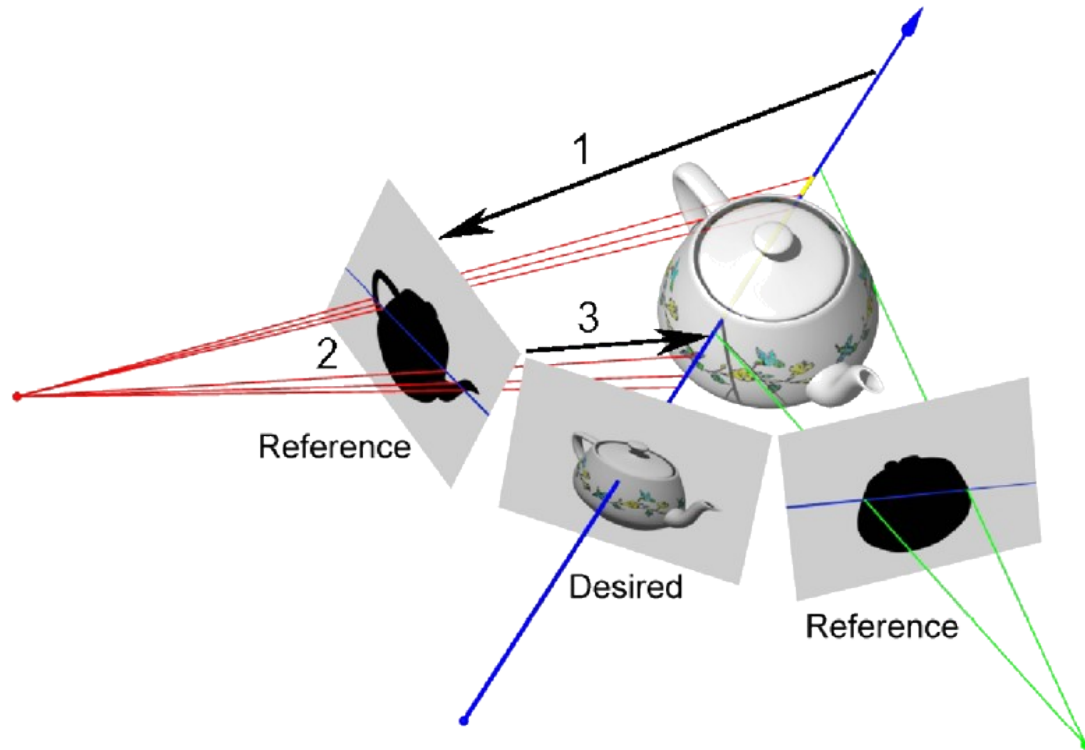


# Enveloppe visuelle

- ▶ Approches volumiques
- ▶ Approches surfaciques
- ▶ **Approches images**

# Approches images [Matusik 00]

- ▶ Calcul d'un nouveau point de vue
- ▶ Projeter la ligne de vue sur les autres images
  - => segments de vue
  - Pixel à afficher = point le plus proche de la caméra



# Approches images [Matusik 00]





# Silhouettes

- ▶ Définissent directement des modèles surfaciques et volumiques
- ▶ Pas de mise en correspondance
- ▶ Perte des concavités

# Modèles 3D à partir d'images

- Systèmes d'acquisition
- Reconstruction géométrique
- Reconstruction géométrique et photométrie
- Exemples d'applications

# Reconstruction géométrique et photométrie

- ▶ Utilisation d'informations photométriques (couleurs, etc) pour modéliser de manière plus fine
- ▶ Hypothèses :
  - Surface lambertienne :
    - Quantité de lumière renvoyée = albedo \* (N.L)
    - Brillante de la même manière dans toutes les directions

=> Critère de photocohérence

# Critère de photocohérence

- ▶ Les différentes projections d'un point 3D présentent des caractéristiques photométriques semblables dans les vues où le point est visible.
- ▶ Ce que je vois ne dépend pas du point de vue

# Reconstruction géométrique et photométrique

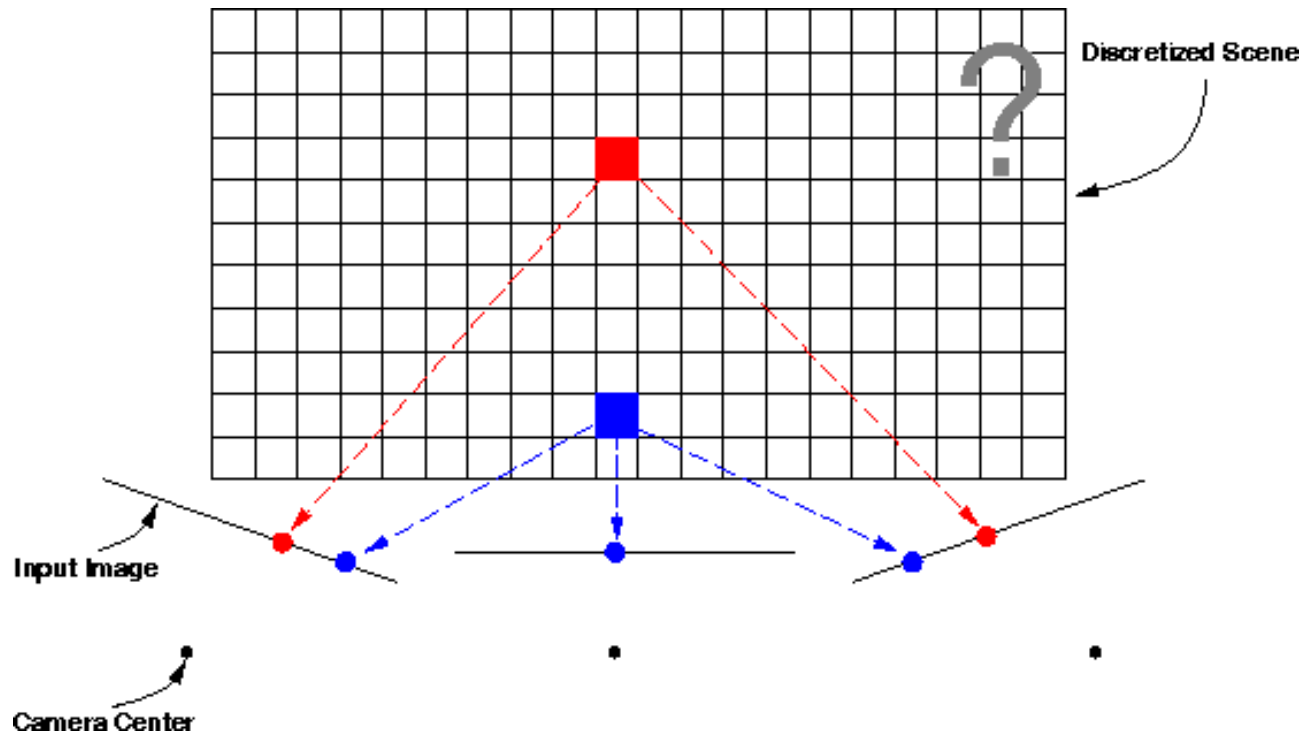
- ▶ 2 approches :
  - Voxel colouring
  - Multi-view stereo

# Reconstruction géométrique et photométrique

- ▶ 2 approches :
  - **Voxel colouring**
  - Multi-view stereo

# Voxel colouring

- ▶ Grille de voxels
- ▶ Les voxels non photocohérents sont éliminés



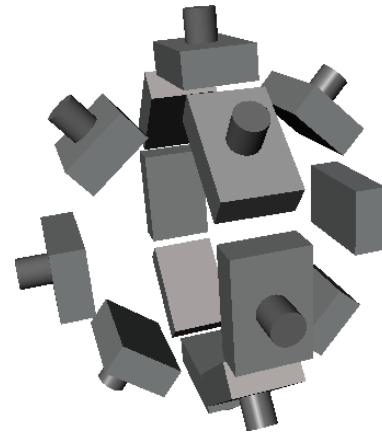
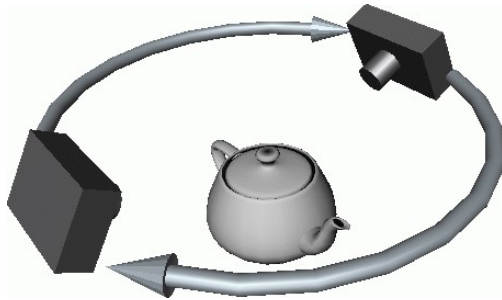
[Seitz] :

<http://www.cs.cmu.edu/~seitz/vcolor.html>

# Voxel colouring – Problème

## ▶ Visibilité ?

- Situation simple : scène à l'extérieur de l'enveloppe convexe => élimination par ordre de distance croissante à l'enveloppe convexe des caméras

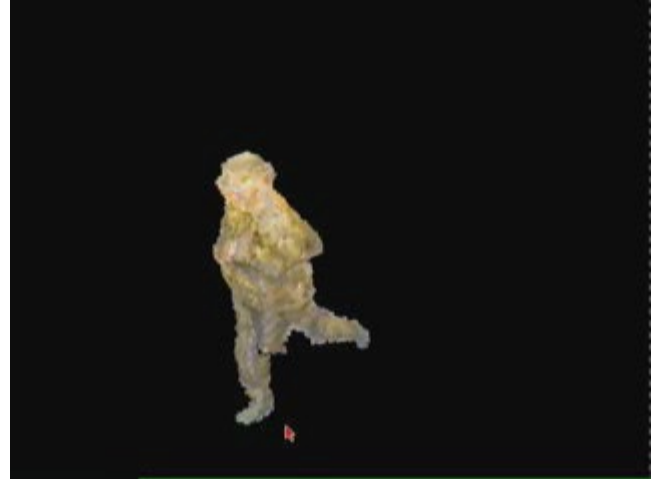


- Situation plus complexe : Space carving



# Space carving

- ▶ Choisir un voxel sur la surface courante
- ▶ Le projeter sur les images
- ▶ L'éliminer s'il n'est pas photo-cohérent
- ▶ Répéter jusqu'à convergence



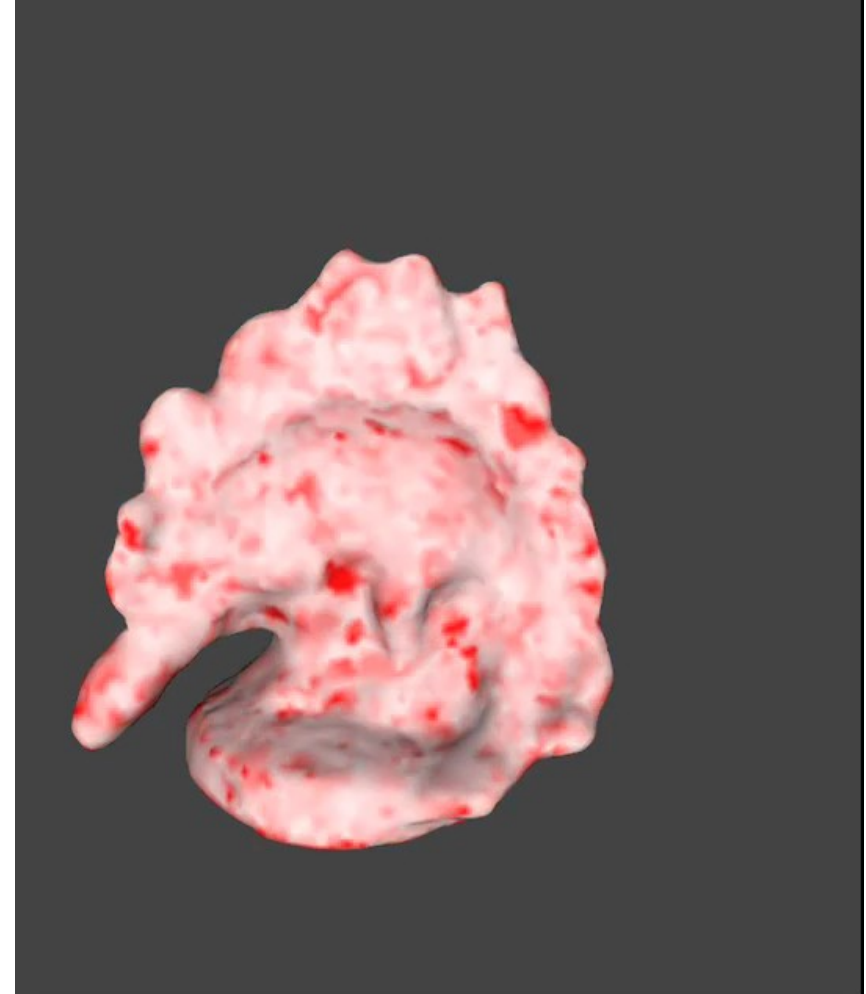
[Andrew Prock & Chuck Dyer]

# Reconstruction géométrique et photométrique

- ▶ 2 approches :
  - Voxel colouring
  - **Multi-view stereo**

# Multi-view stereo

- ▶ [Hernandez 04], [Furukawa 06], [Pons 07]
- ▶ Enveloppe visuelle
- ▶ Amélioration de l'enveloppe visuelle
  - Optimisation de la surface pour maximiser la photocoherence



# Reconstruction géométrique et photométrique



[A. Hilton & J. Starck'06, Surry, UK]

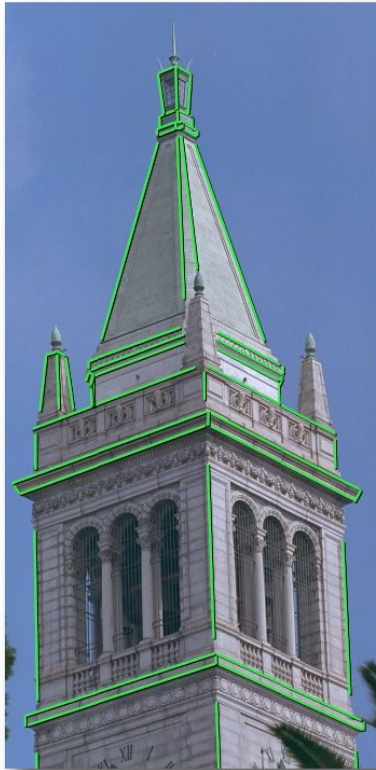
# Modèles 3D à partir d'images

- Systèmes d'acquisition
- Reconstruction géométrique
- Reconstruction géométrique et photométrie
- Exemples d'applications

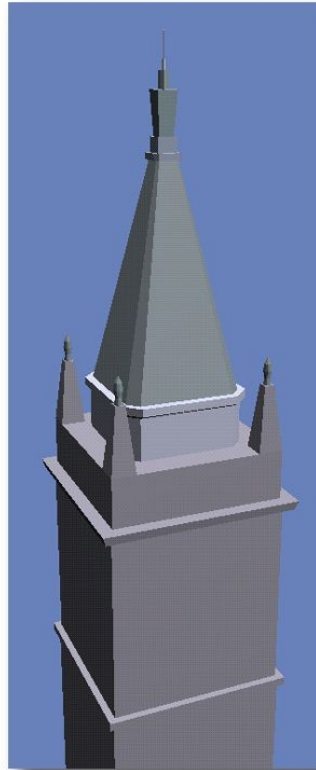
# The Campanile

## Modeling and Rendering Architecture from Photographs

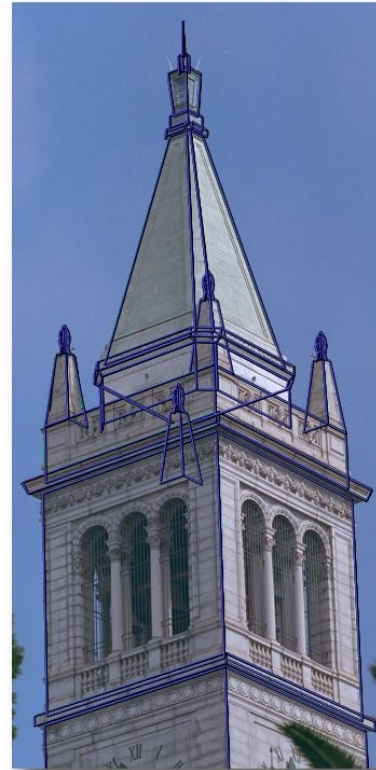
Debevec, Taylor, and Malik 1996



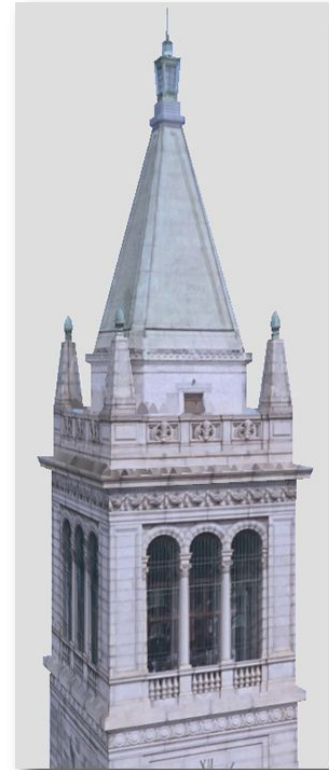
Original photograph with marked edges



Recovered model



Model edges projected onto photograph



Synthetic rendering

# Chevelure [Paris et al 04]





# Photosynth (Siggraph06)



## Photo Tourism Exploring photo collections in 3D

**Microsoft®**



(a)



(b)



(c)

Photo tourism is a system for browsing large collections of photographs in 3D. Our approach takes as input large collections of images from either personal photo collections or Internet photo sharing sites **(a)**, and automatically computes each photo's viewpoint and a sparse 3D model of the scene **(b)**. Our photo explorer interface enables the viewer to interactively move about the 3D space by seamlessly transitioning between photographs, based on user control **(c)**.



# Grimage (Siggraph09)



# Emily (CVPM09)

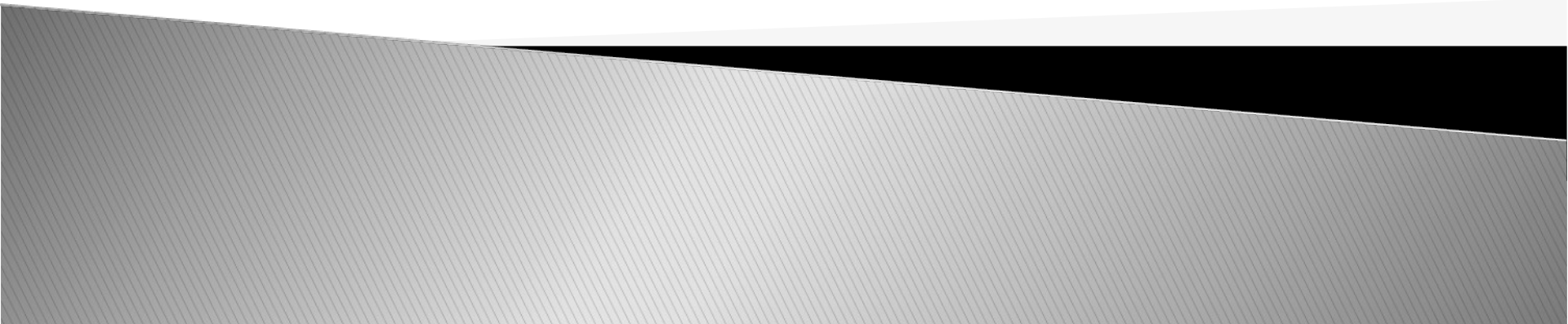
## THE DIGITAL EMILY PROJECT

achieving a photoreal digital actor



A COLLABORATION BETWEEN:  
IMAGE METRICS  
USC INSTITUTE FOR CREATIVE TECHNOLOGIES

# Synthèse de textures



# Synthèse de textures

- 2D
- 3D
- 2.5D

# Synthèse de textures

- 2D
- 3D
- 2.5D

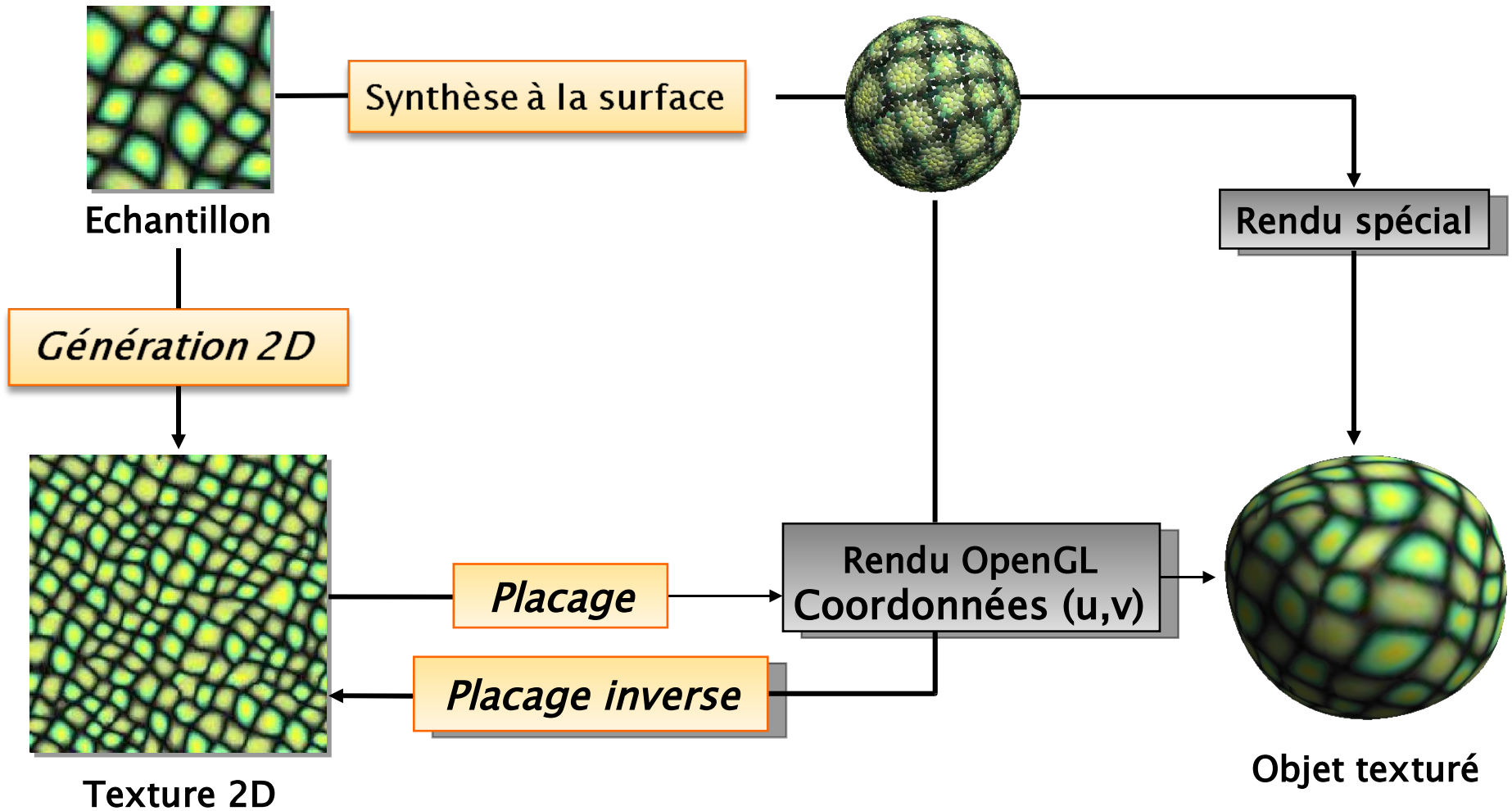
# Synthèse de texture

- ▶ 2 grandes classes d'approches
  - A partir d'un échantillon
    - en 2D
    - à la surface des objets
  - Procéduralement

# Synthèse de texture

- ▶ 2 grandes classes d'approches
  - **A partir d'un échantillon**
    - en 2D
    - à la surface des objets
  - Procéduralement

# De l'échantillon à la surface texturée





# Synthèse de texture

- ▶ 2 grandes classes d'approches
  - A partir d'un échantillon
    - en 2D
    - à la surface des objets
  - Procéduralement

# Synthèse 2D à partir d'échantillons

- ▶ Synthétiser une nouvelle texture
- ▶ Conserver le même aspect en évitant les répétitions

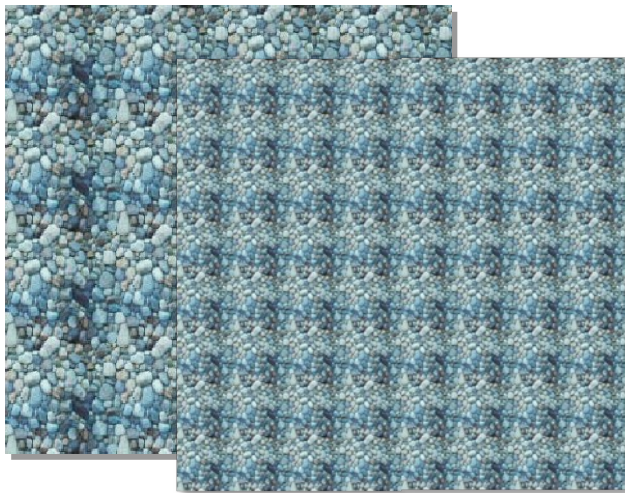


Entrée



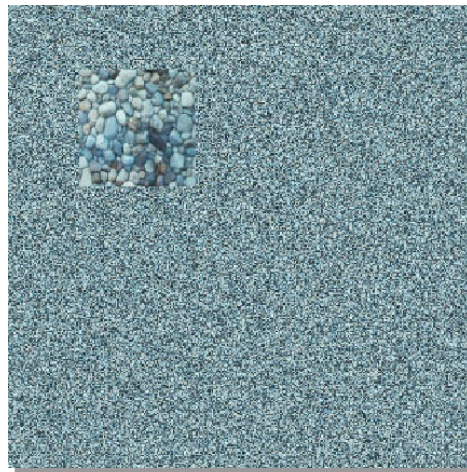
Sortie

# Les trucs qui ne marchent pas



Recopier

trop de répétition  
aliasing



Echantillonner les  
valeurs

pas de structure  
cohérence horizontale



Echantillonner les  
fréquences (FFT)

pas de cohérence  
entre fréquences  
cohérence verticale

# Synthèse 2D à partir d'échantillons

- ▶ **Approches paramétriques** : extraire les paramètres d'un modèle statistique de la texture à synthétiser
- ▶ **Approches non-paramétriques** : pas de modèle global uniquement des statistiques locales
  - Méthodes probabilistes
  - Méthodes par pixel
  - Méthodes par patch
  - Méthodes par optimisation

# Synthèse 2D à partir d'échantillons

- ▶ **Approches paramétriques** : extraire les paramètres d'un modèle statistique de la texture à synthétiser
- ▶ **Approches non-paramétriques** : pas de modèle global uniquement des statistiques locales
  - **Méthodes probabilistes**
  - Méthodes par pixel
  - Méthodes par patch
  - Méthodes par optimisation

# Pyramides de Gauss et de Laplace

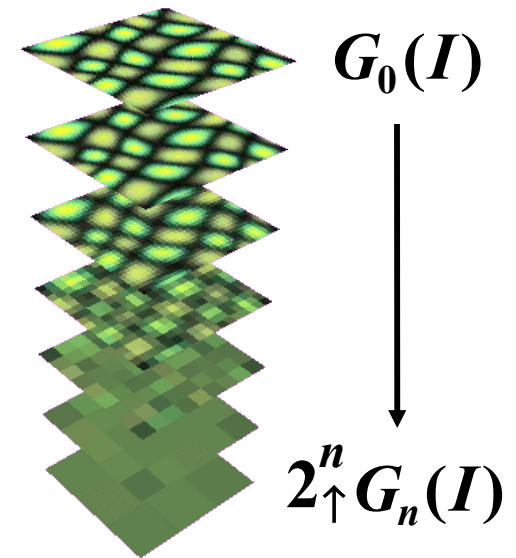
## ▸ Pyramide de Gauss

$$G_i(I) = 2_{\downarrow} [G_{i-1}(I) \otimes g]$$

$$G_0(I) = I$$

$g$  : noyau gaussien

$2_{\uparrow}$   $2_{\downarrow}$  opérateurs de sur/sous  
échantillonnage



## ▸ Pyramide de Laplace

- Isole les caractéristiques de chaque niveau

$$L_i(I) = G_i(I) - 2_{\uparrow} G_{i+1}(I)$$

**Différence entre 2  
niveaux de la PDG**



# Méthode Debonet (1997)

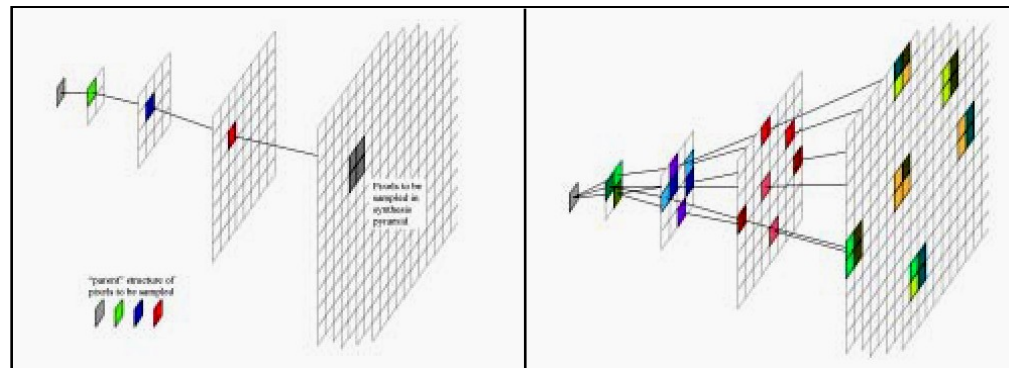
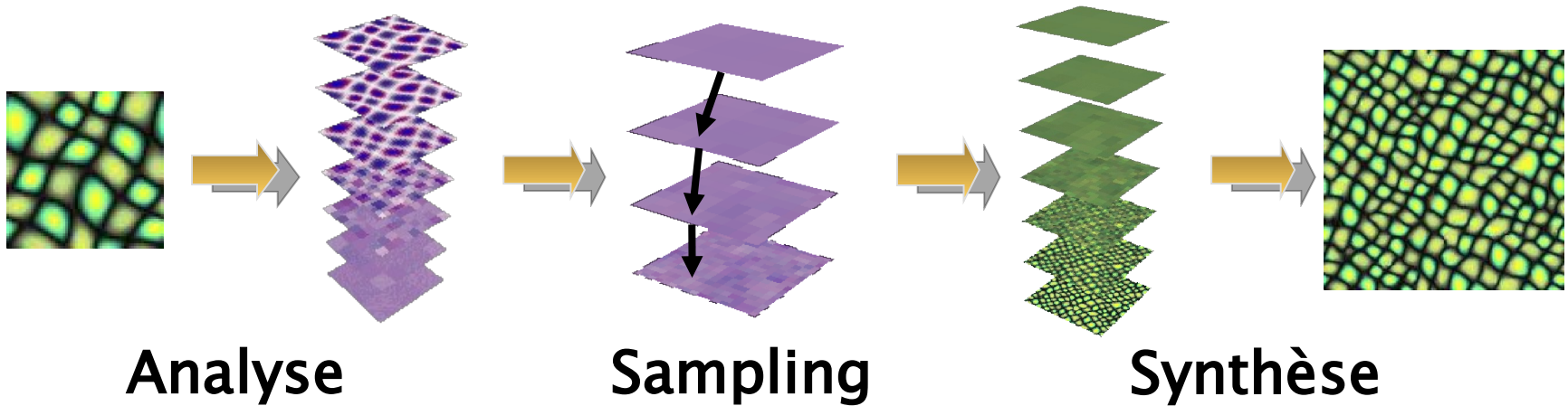
- ▶ Utilise une pyramide de Laplace
- ▶ Hypothèse : « Aux résolutions les plus faibles, il existe des régions interchangeables. Seul l'aspect stochastique de la texture dépend de la position de ces régions. »



- ▶ Synthèse:
  - construire une nouvelle pyramide de Laplace en imitant celle de l'échantillon
  - introduire de l'aléatoire dans le placement des structures
  - re-transformer la pyramide construite en image

# Algorithme

- ▶ On choisit dans la pyramide d'analyse au hasard un pixel ayant des parents similaires



**Pyramide de synthèse**    **Pyramide d'analyse**

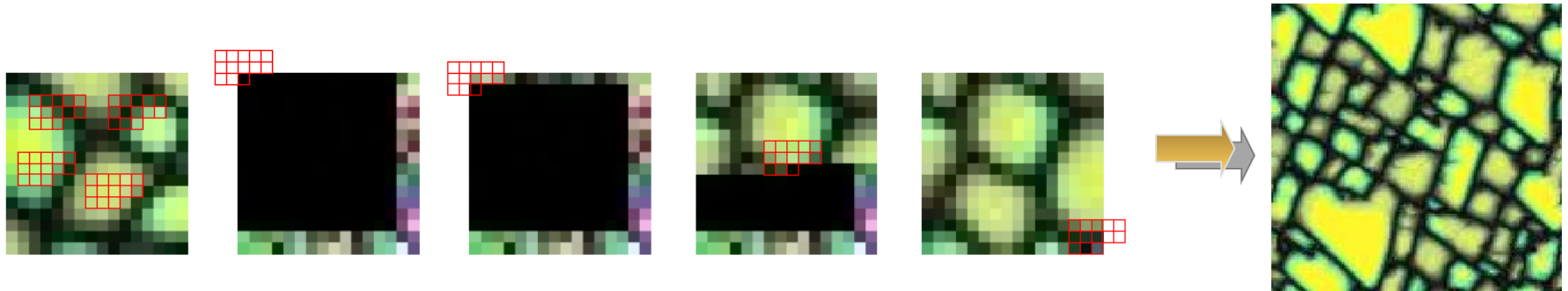


# Synthèse 2D à partir d'échantillons

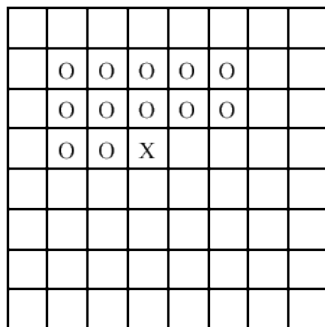
- ▶ **Approches paramétriques** : extraire les paramètres d'un modèle statistique de la texture à synthétiser
- ▶ **Approches non-paramétriques** : pas de modèle global uniquement des statistiques locales
  - Méthodes probabilistes
  - **Méthodes par pixel**
  - Méthodes par patch
  - Méthodes par optimisation

# Méthode de Wei (2000)

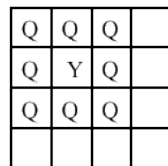
- ▶ Synthèse **pixel par pixel** (cohérence horizontale)



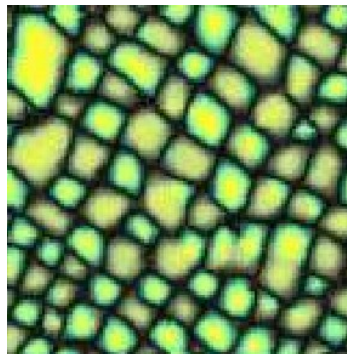
- ▶ Version multi-résolution (cohérence verticale)
- ▶ On utilise une pyramide de Gauss



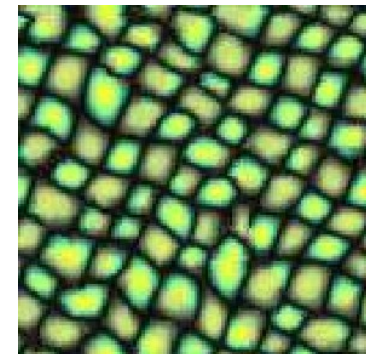
L



L+1



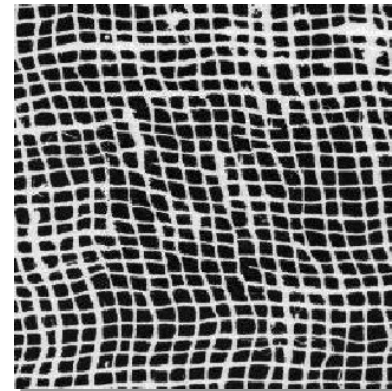
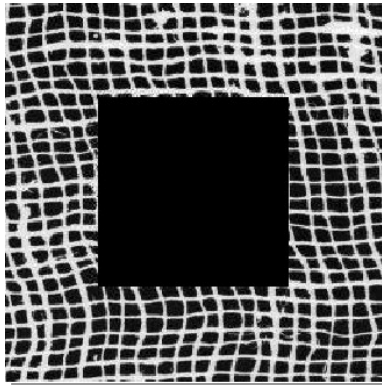
3 niveaux



4 niveaux

# Méthode de Wei (2000)

## ► Résultats

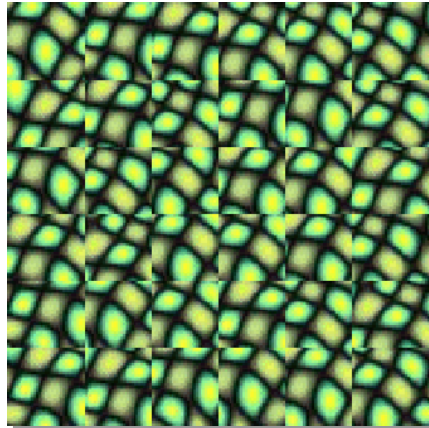
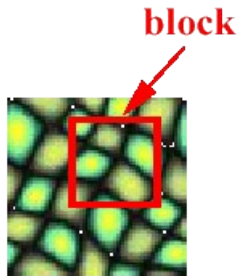


# Synthèse 2D à partir d'échantillons

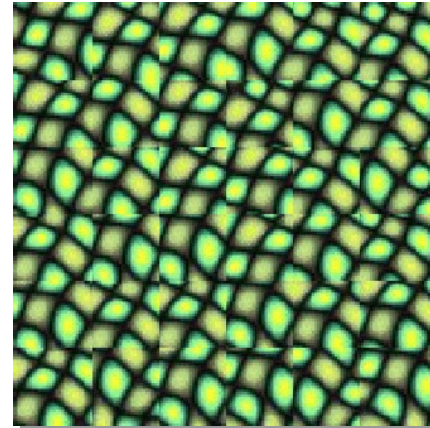
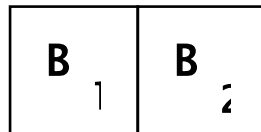
- ▶ **Approches paramétriques** : extraire les paramètres d'un modèle statistique de la texture à synthétiser
- ▶ **Approches non-paramétriques** : pas de modèle global uniquement des statistiques locales
  - Méthodes probabilistes
  - Méthodes par pixel
  - **Méthodes par patch**
  - Méthodes par optimisation

# Image Quilting (Efros'01)

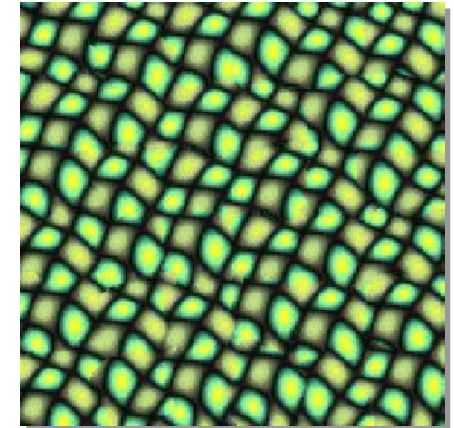
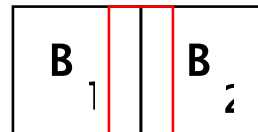
- ▶ Synthèse par patch
  - Collage de blocs sélectionnés au hasard
  - Recollement par une technique adaptée



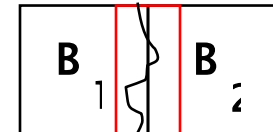
Placement  
aléatoire



Contraintes  
aux bords



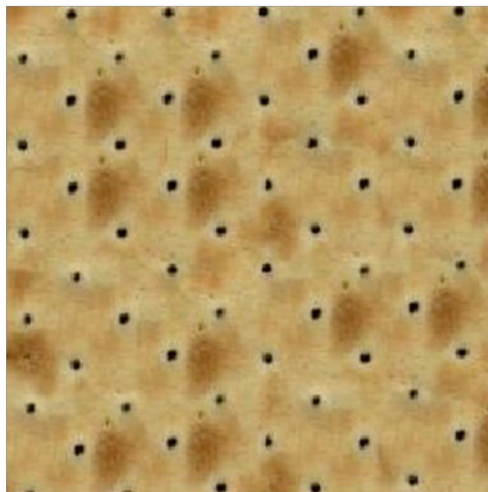
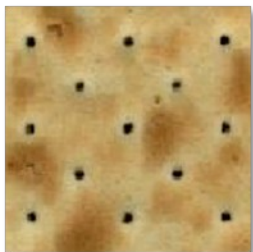
Optimisation  
du collage





# *Image Quilting* (Efros'01)

## ► Résultats

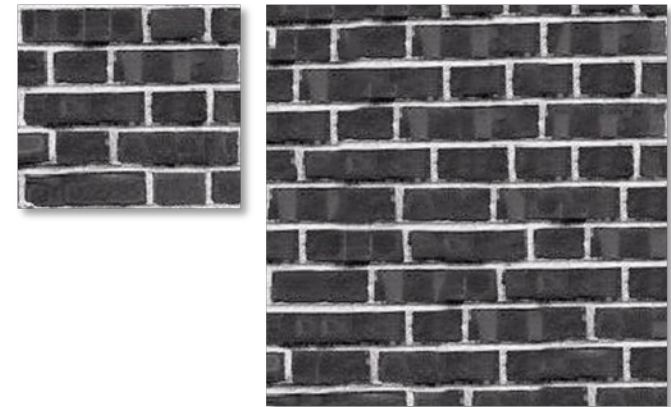
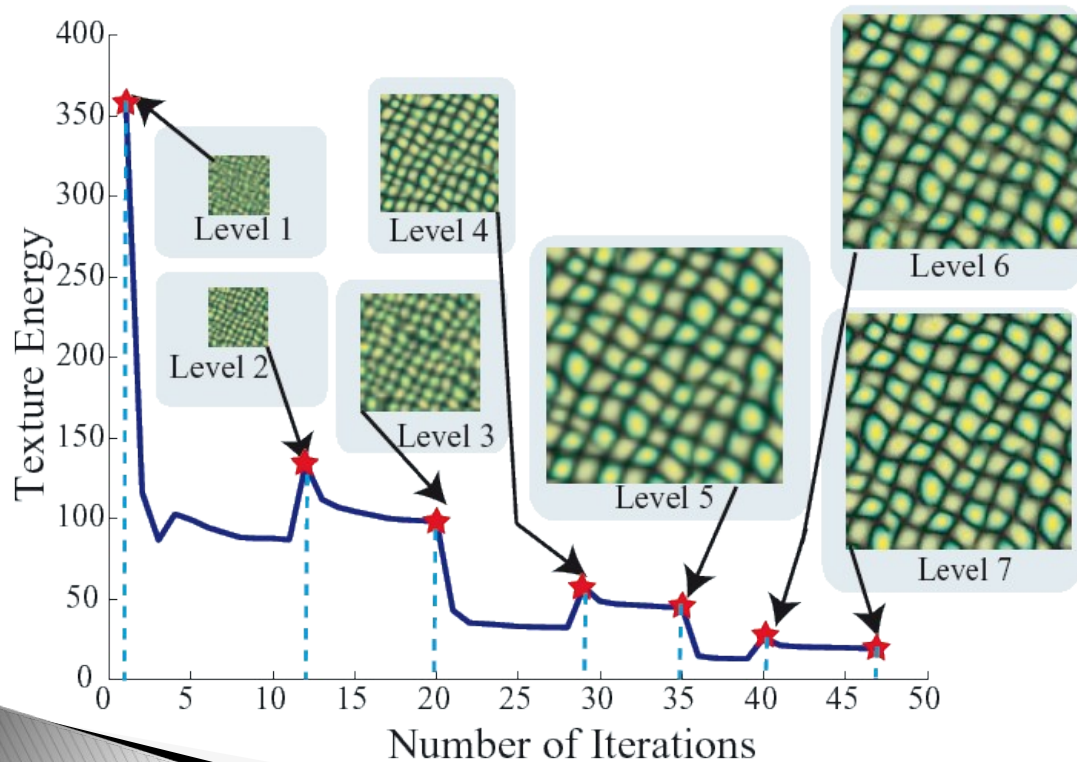


# Synthèse 2D à partir d'échantillons

- ▶ **Approches paramétriques** : extraire les paramètres d'un modèle statistique de la texture à synthétiser
- ▶ **Approches non-paramétriques** : pas de modèle global uniquement des statistiques locales
  - Méthodes probabilistes
  - Méthodes par pixel
  - Méthodes par patch
  - **Méthodes par optimisation**

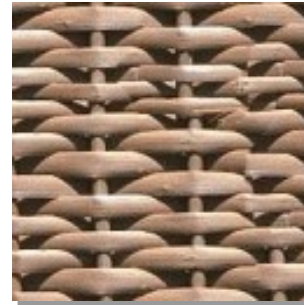
# Optimisation – Kwatra'05

- ▶ Synthèse au niveau du pixel
- ▶ Minimisation itérative d'une énergie globale
  - Somme de la « dissimilarité » locale entre l'exemple et la texture synthétisée





# Comparison



... of a visual cortical neuron—their...  
 describing the response of that neuro...  
 ht as a function of position—is perhap...  
 functional description of that neuron...  
 seek a single conceptual and mathem...  
 scribe the wealth of simple-cell recep...  
 and neurophysiologically<sup>1-3</sup> and inferred...  
 especially if such a framework has the...  
 it helps us to understand the functio...  
 leeper way. Whereas no generic mo...  
 ussians (DOG), difference of offset C...  
 rivative of a Gaussian, higher derivati...  
 function, and so on—can be expecte...  
 mple-cell receptive field, we noneth...

... m...nce tiarpm, nelolc awion...  
 car es since, racy ropais...  
 esoeao so ecpecd rep ones, so...  
 uogrs e—n-csiare at m ind br...  
 y a—ccisrnesecrtoe once dsior...  
 deintn- eice scclm, n1 e1snr...  
 heiatln—icenn-ammrnc-ceppe...  
 onoss as if amn...  
 hal dell euecomn gullym rd th...  
 cingare lroocqscer tfr-enoes fulls...  
 n...actnewn coisa-155rnn1.e .dl...  
 onl... a nre.noeie ne w...  
 si omnooesl... ole-can usnsnlm...

...ition—is perk a single conceptual and...  
 of that neuribe the wealth of simple...  
 and matheurophysiologically<sup>1-3</sup> and...  
 simple-cell recially if such a framewor...  
 y<sup>1-3</sup> and inferlps us to understand th...  
 unework has perhay. Whereas no ge...  
 and the fumeuroiDOG), difference o...  
 s no generic a single conceptual and m...  
 rence of offse the wealth of simple-ce...  
 , higher deriescribing the response of t...  
 —can be expes a function of position...  
 helps us to understand thription of th...  
 per way. Whereas no conceptual an...  
 sians (DOG), differencealth of simple...

...ction of posituabe the wealth of sim...  
 [description of simurophiroing the res]...  
 gle conceposition—isies a function of...  
 reusalth non of that nectional descript...  
 nenticeptual and mans single con is...  
 g amcms of simple-ception of that r...  
 cta single ally<sup>1-3</sup> and conceptual and n...  
 ibe the wealth of sirealth of simple-cc...  
 europhysiologically<sup>1-3</sup> ologically<sup>1-3</sup> and...  
 ecially if such a frametch a framework...  
 elps us to understandnderstand the...  
 per way. Whereas no hereas no gene...  
 sians (DOG), difference difference of...  
 tive of a Gaussian, highussian, higher...

Input

Wei-Levoy  
[Wei'00]

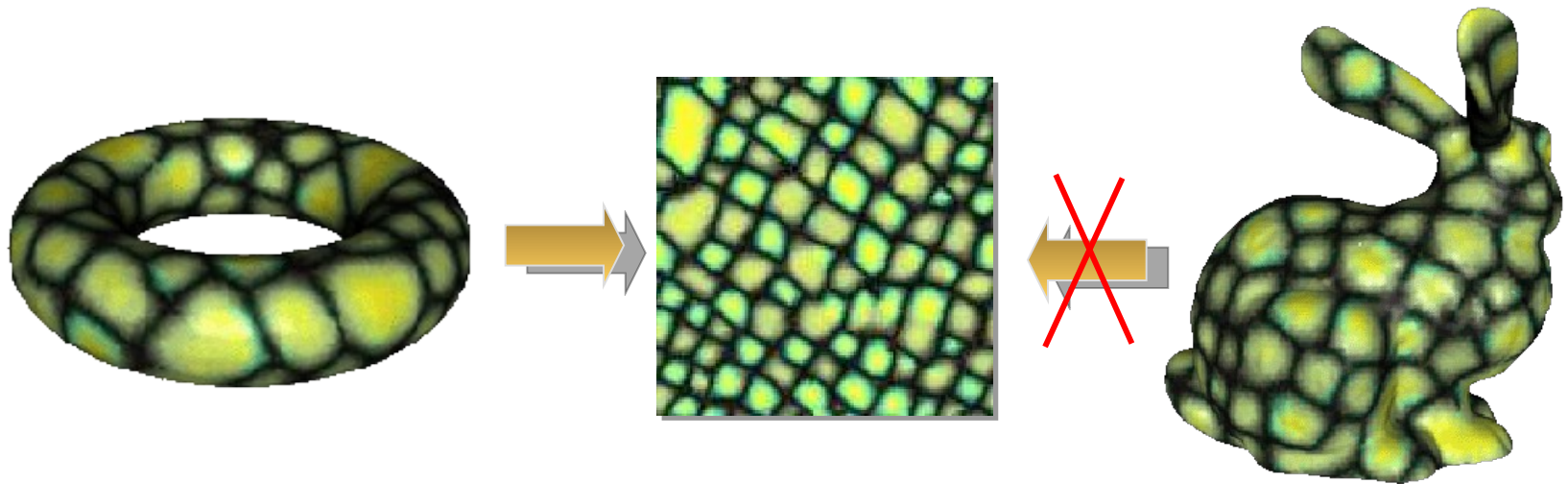
Image Quilting  
[Efros'01]

Texture  
Optimization  
[Kwatra'05]

# Synthèse de texture

- ▶ 2 grandes classes d'approches
  - A partir d'un échantillon
    - en 2D
    - à la surface des objets
  - Procéduralement

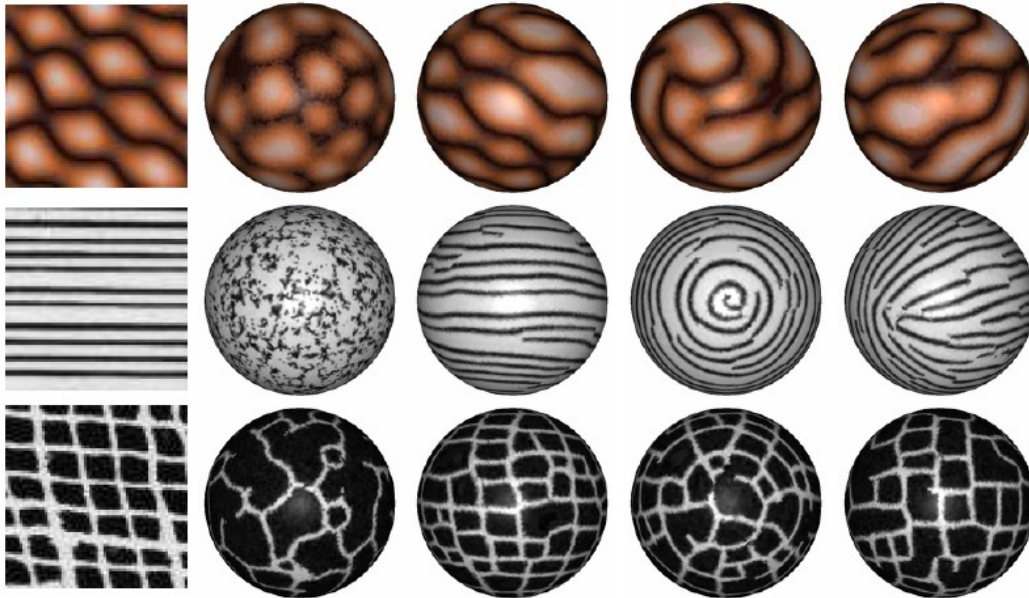
# Passer à la surface



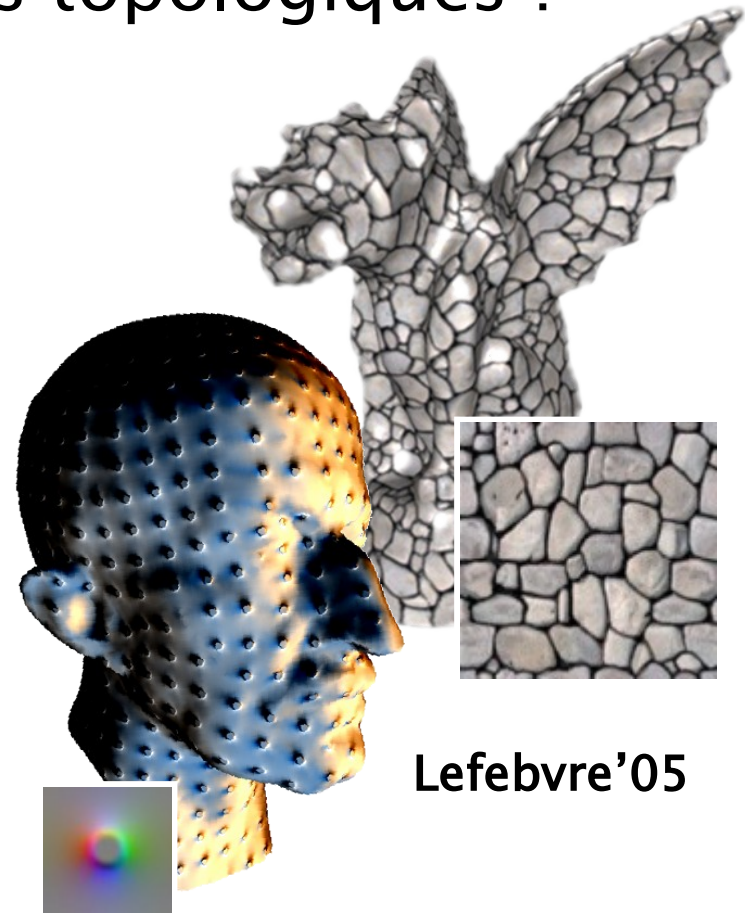
- ▶ Même si on sait minimiser localement les déformations...  
...la topologie n'est pas toujours compatible
- ▶ Synthèse directe sur la surface à partir d'un échantillon

# Wei'01 – Lefebvre'05

- ▶ Voisinage sur la surface
- ▶ Comment traiter les conflits topologiques ?



Wei'01

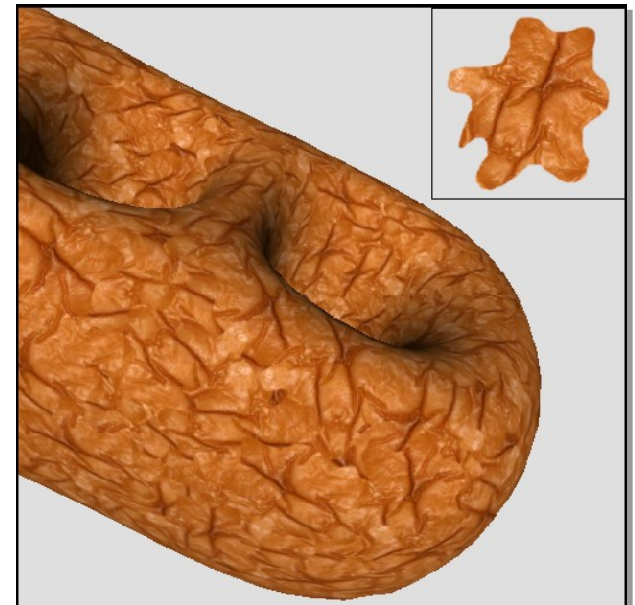
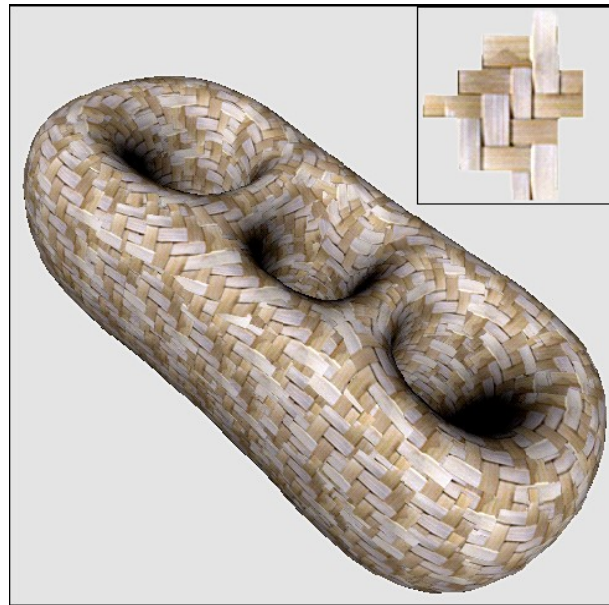
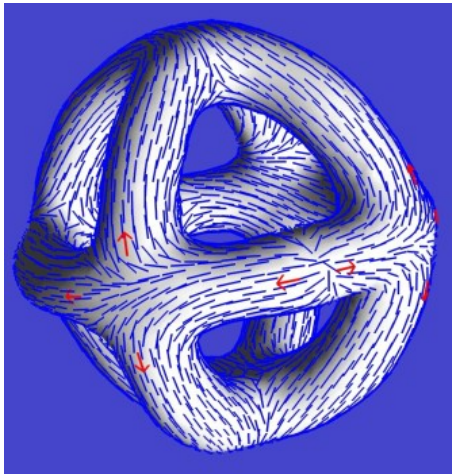


Lefebvre'05



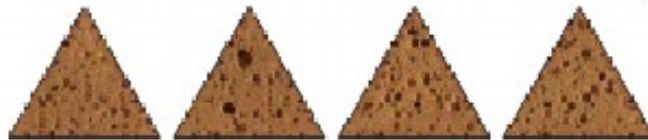
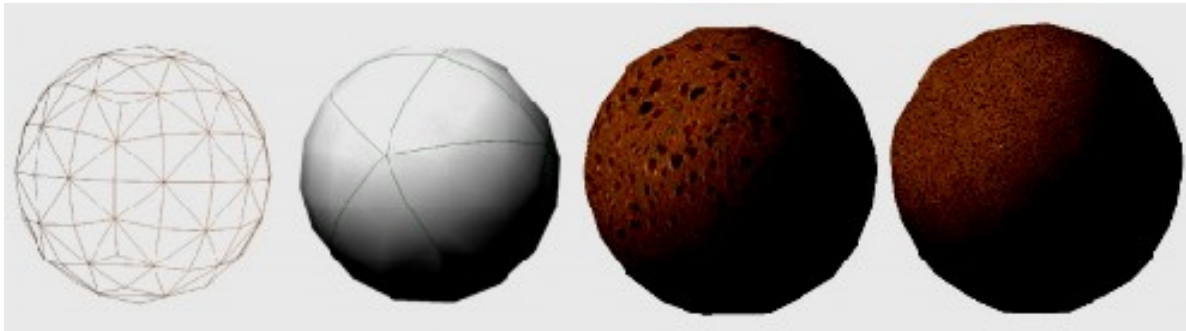
# *Lapped textures* (Praun'00)

- ▶ Série de textures pré-découpées selon les discontinuités (utilisateur)
- ▶ Un maillage + un champ de vecteurs
- ▶ Morceaux de texture collés dans la direction du champ de vecteurs jusqu'à recouvrement



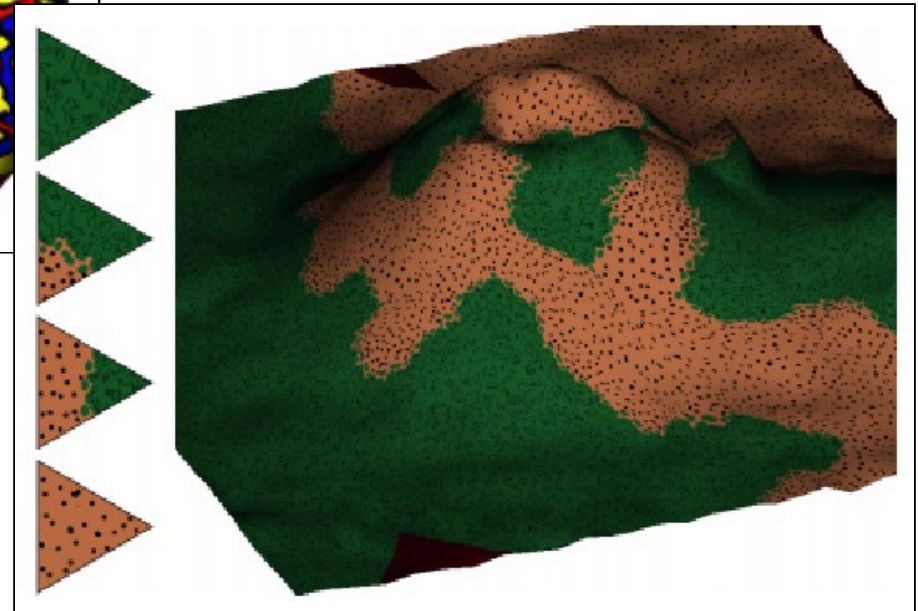
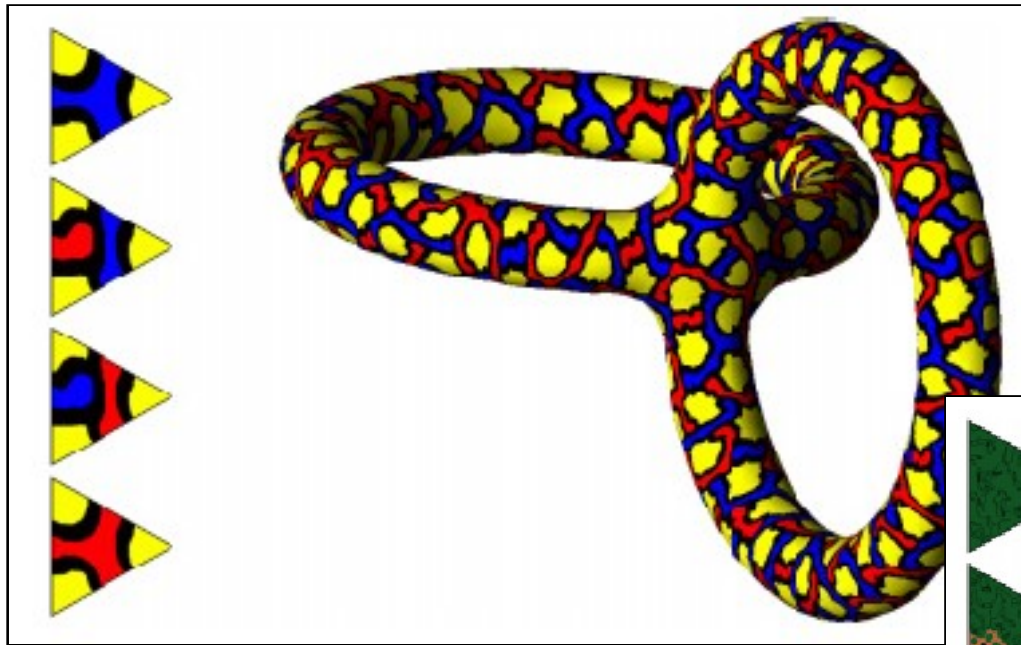
# *Pattern texture mapping* (Neyret'99)

- ▶ Découper la texture en patchs triangulaires **réguliers**
- ▶ Former des tuiles respectant toutes les contraintes possibles
- ▶ Plaquer chaque tuile



# *Pattern texture mapping* (Neyret'99)

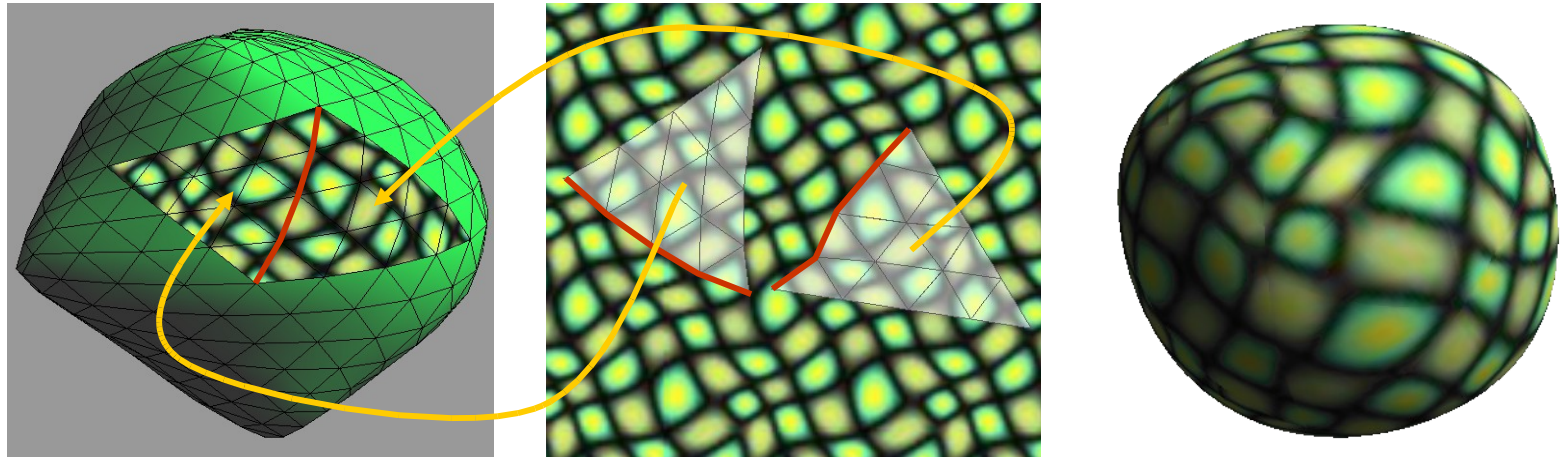
## ▶ Résultats





# *Hierarchical Pattern Mapping* (Soler'02)

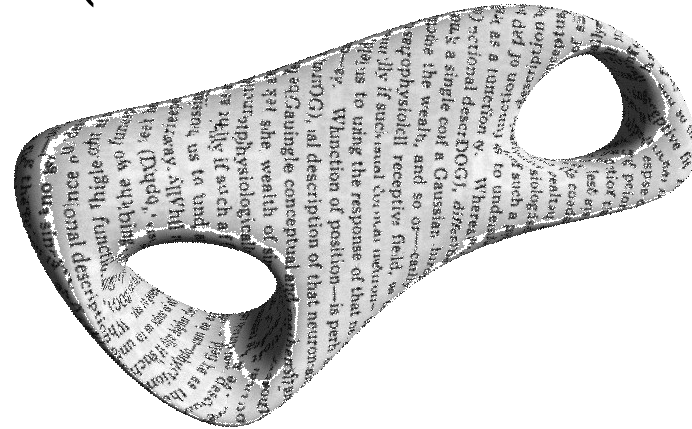
- ▶ Sélectionner des régions indépendantes dont les bords collent





# Hierarchical Pattern Mapping (Soler'02)

- ▶ Difficultés
  - chercher les régions qui collent de manière efficace
  - réduire les discontinuités
- ▶ Intérêts
  - Préservation du maillage et de la texture originale
  - Pas d'orientation privilégiée, topologie gérée automatiquement
  - L'information calculée (coordonnées de textures) est portable

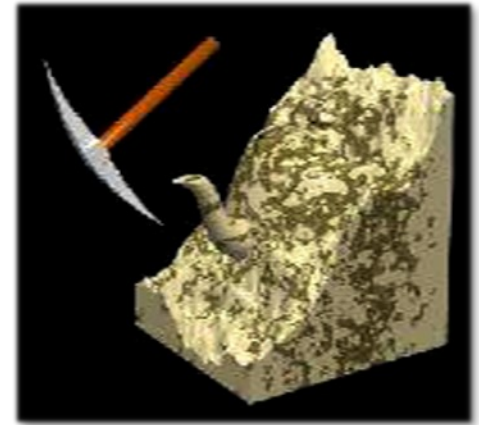


# Synthèse de textures

- 2D
- 3D
- 2.5D

# Les textures 3D

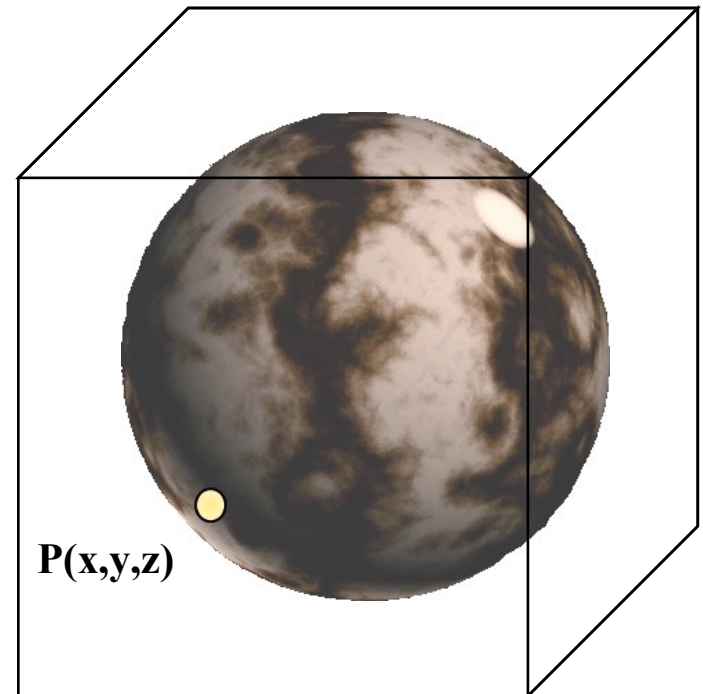
- ▶ Volume de matière où l'objet est plongé
  - bois, marbre...



😊 placage trivial !

$$u = x, v = y, w = z$$

😞 coût mémoire  
(ou coût de calcul)



# Construction de textures 3D

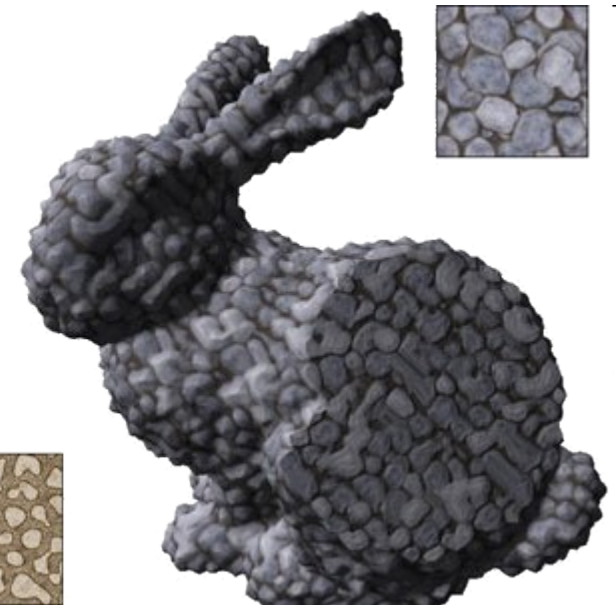
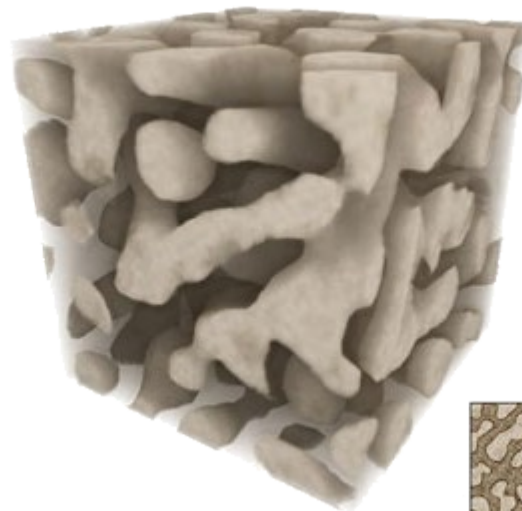
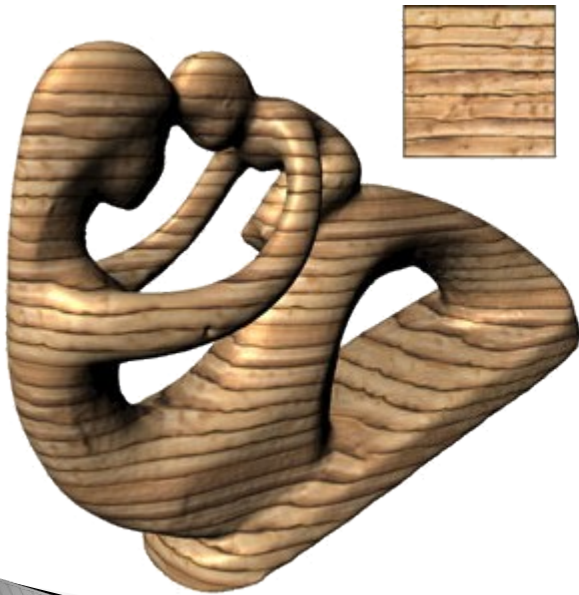
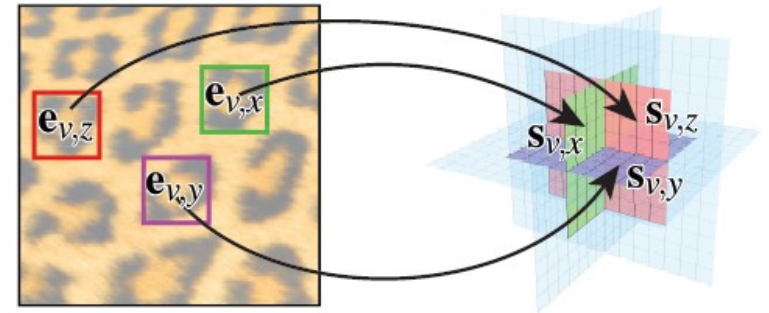
- ▶ Photo impossible
  - ⇒ Synthèse par l'exemple
  - ⇒ Textures procédurales

# Construction de textures 3D

- ▶ Photo impossible
  - ⇒ Synthèse par l'exemple
  - ⇒ Textures procédurales

# Synthèse à partir du 2D (Kopf'2007)

- ▶ Synthèse par voisinage selon 3 plans  
+ optimisation de  
l'histogramme



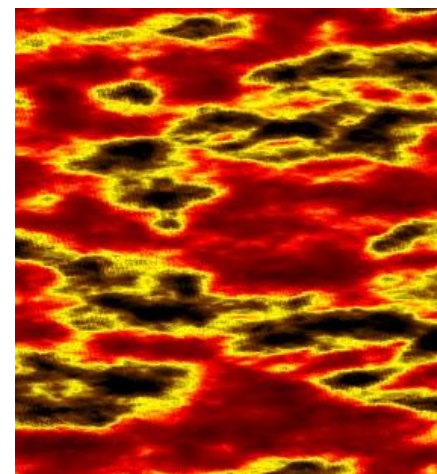
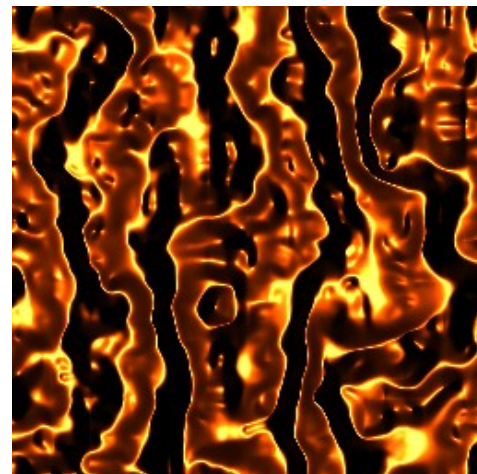
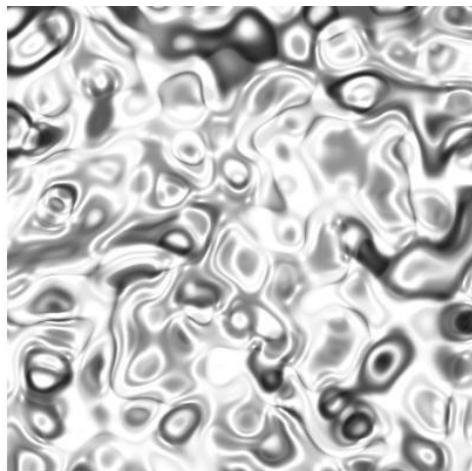
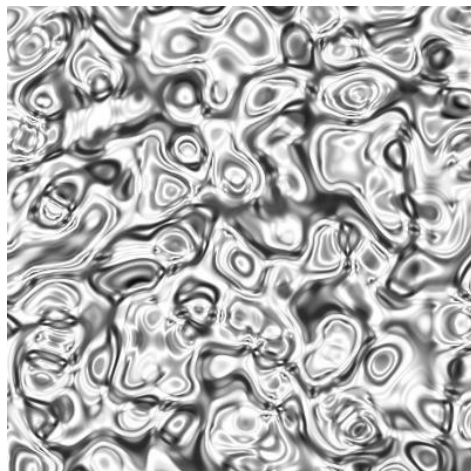
# Construction de textures 3D

- ▶ Photo impossible
  - ⇒ Synthèse par l'exemple
  - ⇒ Textures procédurales



# Textures de Perlin (85)

- ▶ Bruit fractal continu

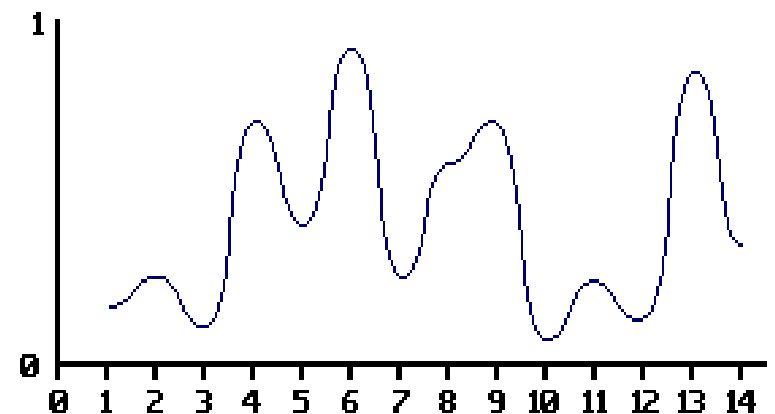
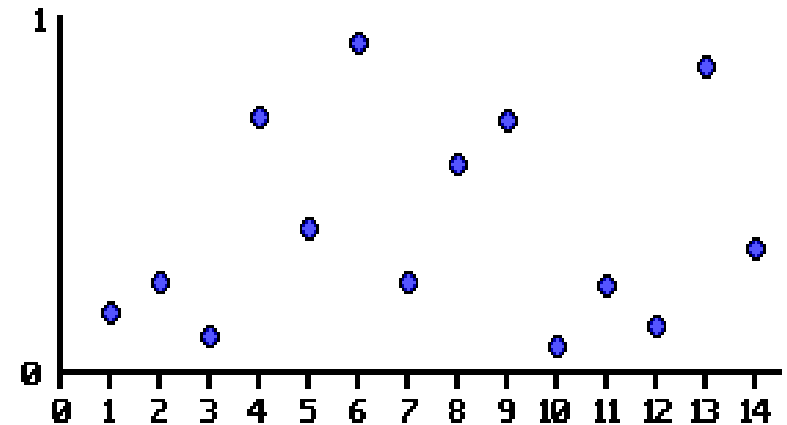




# Bruit de Perlin

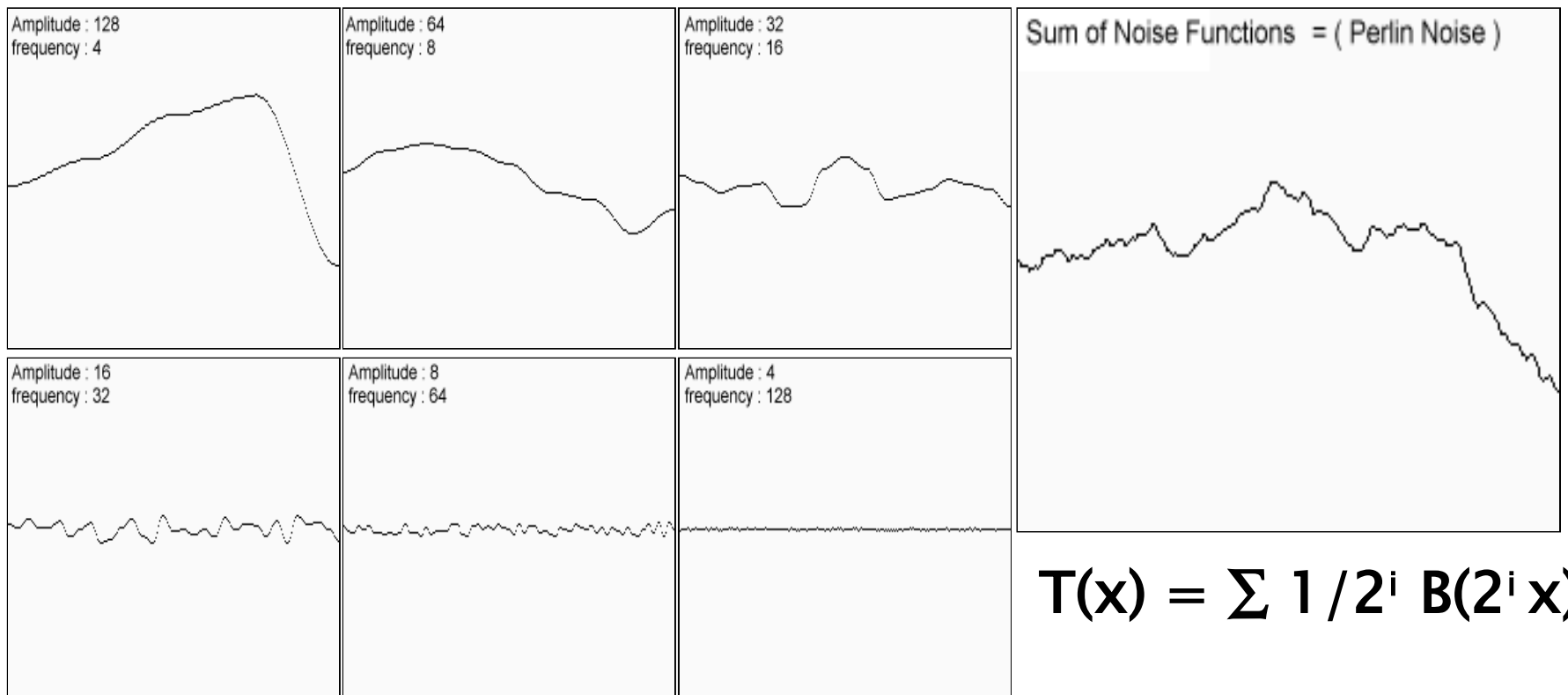
## Fonction de base (1D)

- ▶  $B(x)$  = interpolation de valeurs aléatoires, en des points régulièrement espacés
- ▶ Pré-calcul des valeurs (tableau 1D)
- ▶ Pour un bruit moins lisse  $B'(x) = |2B(x) - 1|$



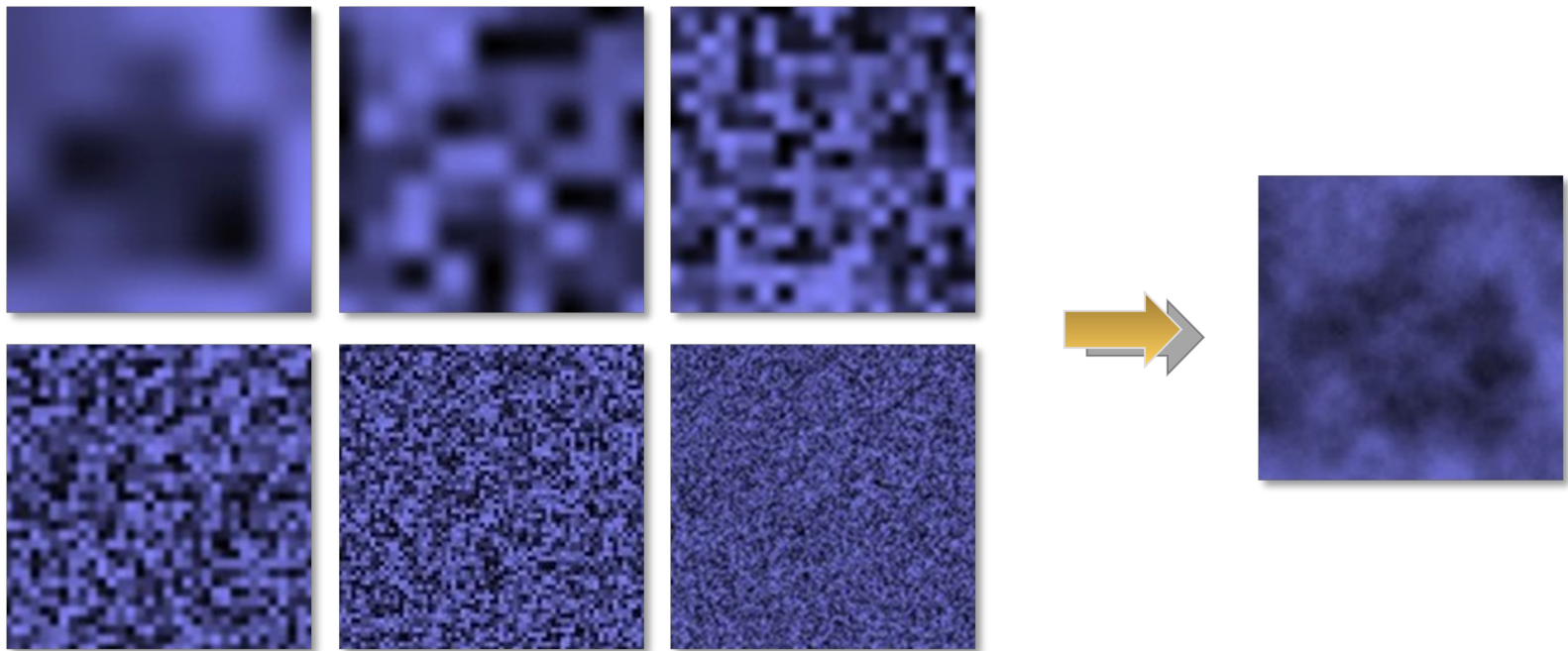
# Bruit de Perlin

- ▶ **Bruit turbulent** : sommer des copies de  $B$  à différentes échelles



# Textures de Perlin

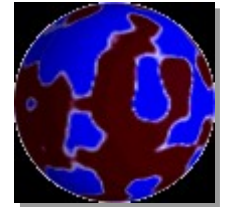
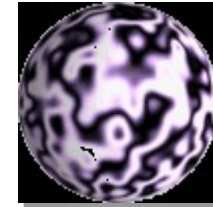
- ▶ Extension des bruits de Perlin en 2D ou 3D



Paramètres : amplitude et fréquence de chaque octave

# Utilisation

- ▶ Utilisation directe
  - Éventuellement seuillée

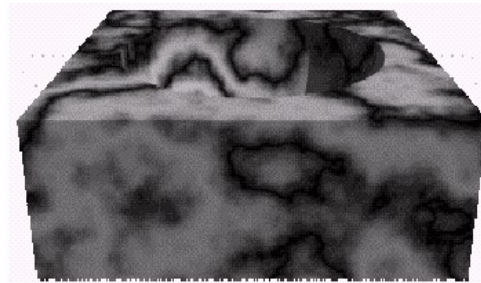
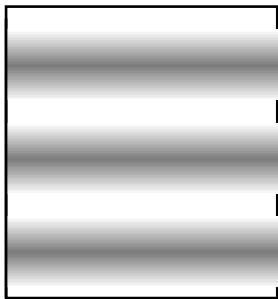


- ▶ Modification d'une image ou d'une fonction simple
  - Image :  
 $I(x,y)$  remplacée par  $I(x+T_1(x,y), y+T_2(x,y))$



# Utilisation

- ▶ Modification d'une image ou d'une fonction simple
  - Fonction :



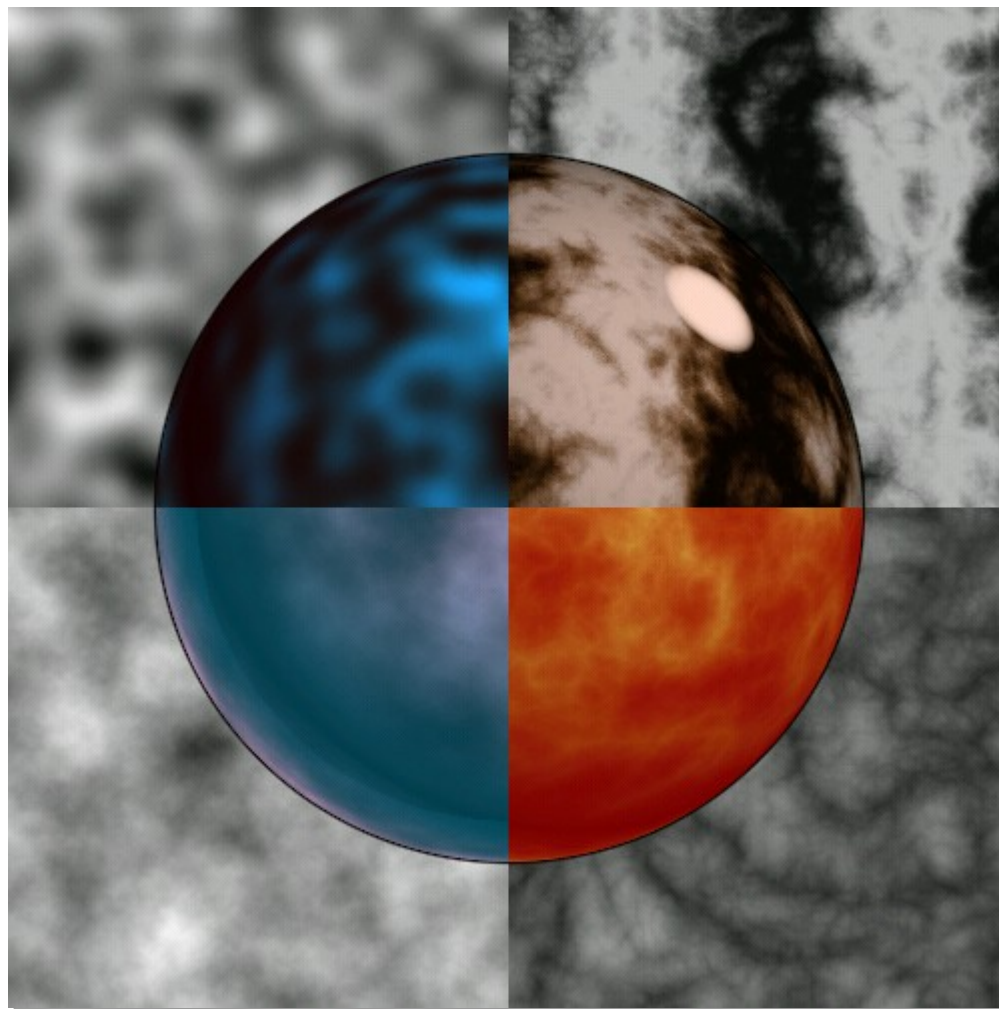
$$I(x,y,z) = \cos( x + T(x,y,z) )$$



# Textures de Perlin

Bruit B

$\sin(x + T)$



$$T = \sum 1/f(B)$$

$$\sum 1/f(|B|)$$

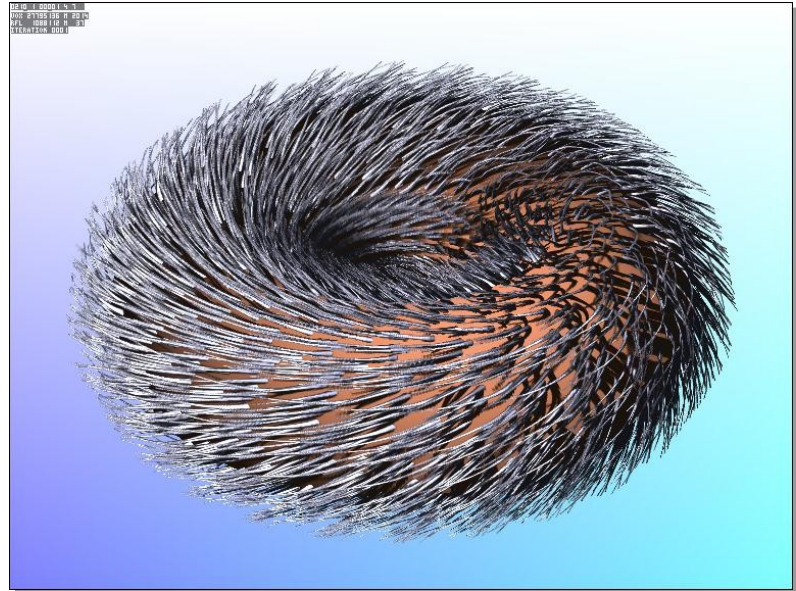
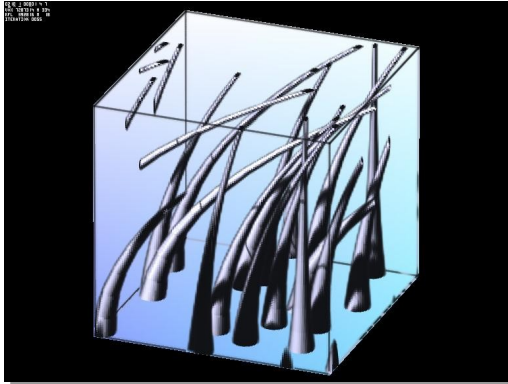
# Synthèse de textures

- 2D
- 3D
- 2.5D



# Texels : mélange de 2D et 3D

- ▶ Element de texture en relief, multi-résolution
- ▶ On les plaque le long d'une surface.





# Génération de contenu

Comment gérer tout ce contenu?