

# ***Introduction à la segmentation des images***

Isabelle Bloch

<http://www.tsi.enst.fr/~bloch>

Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications - CNRS UMR 5141 LTCI

Paris - France



# *Segmentation : deux sens*

- segmentation de l'image : partition de l'image
  - tous les contours (transitions)
  - régions homogènes
- segmentation d'un objet dans l'image (plus sémantique)

# *La réalité des peintres...*





# *La réalité des peintres...*





# *La réalité des peintres...*

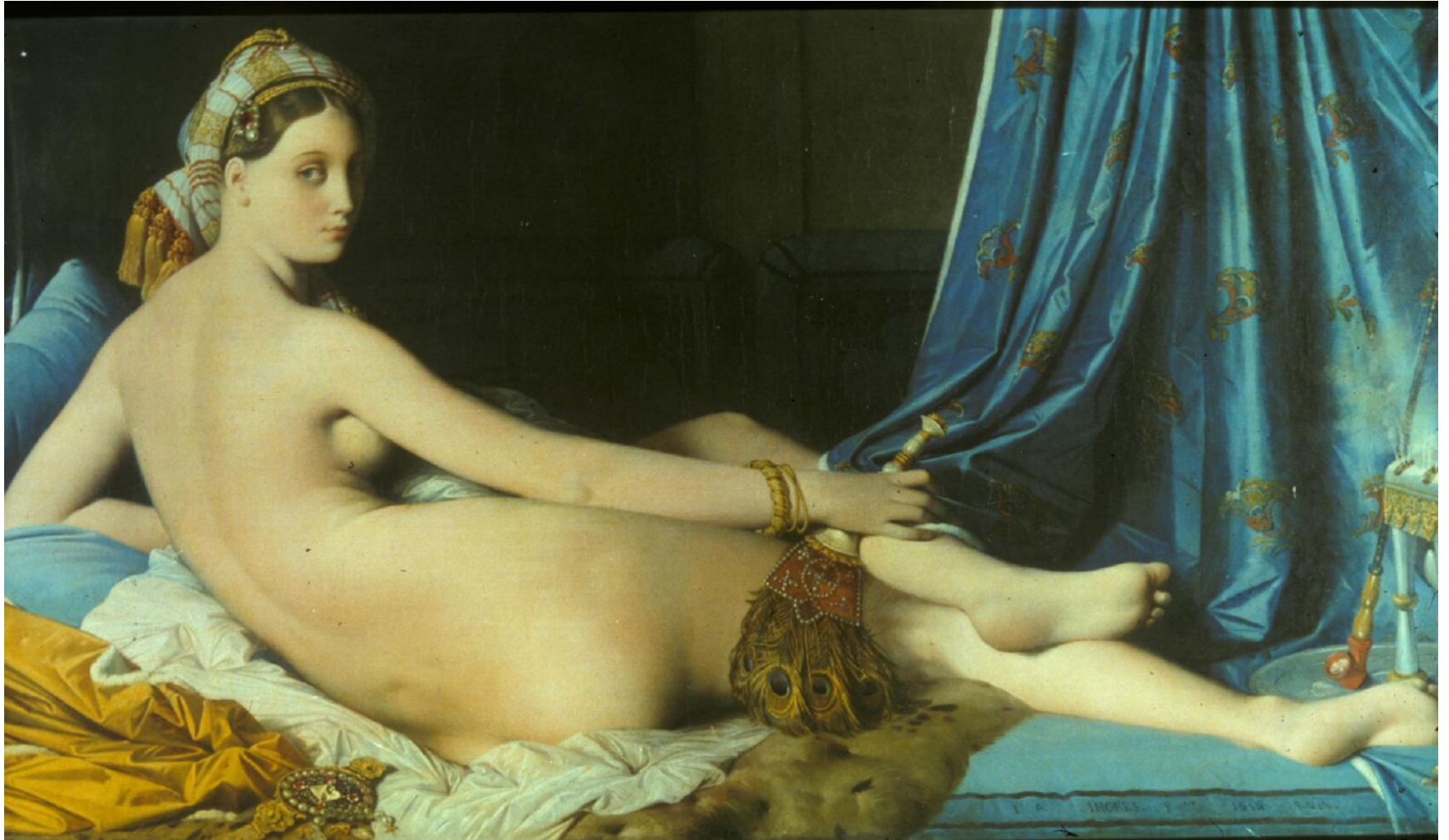




# *La réalité des peintres...*



# *La réalité des peintres...*





# *La réalité des peintres...*



# *La réalité des peintres...*





## *La réalité des peintres...*

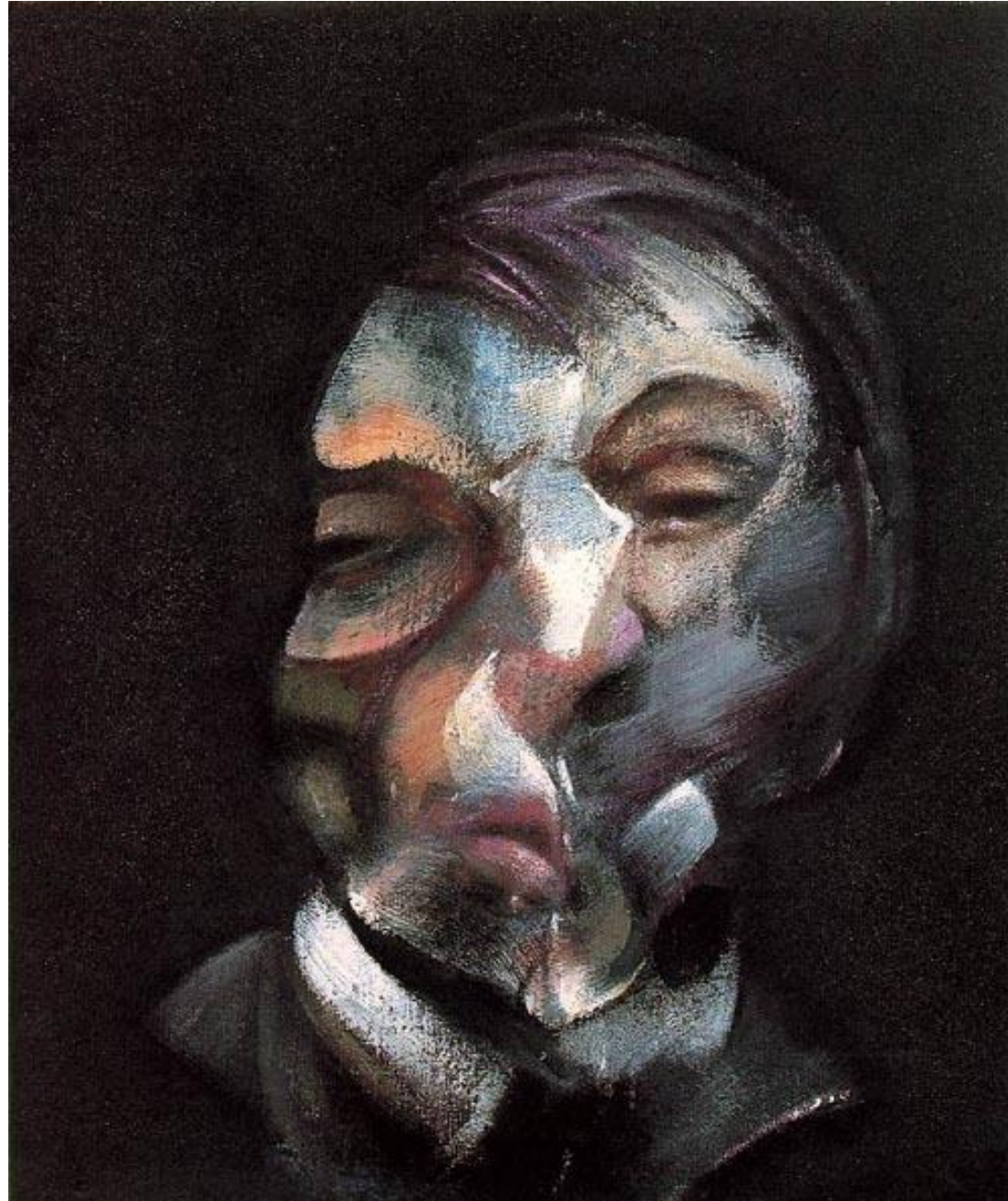




# *La réalité des peintres...*



# *La réalité des peintres...*



# *La réalité des peintres...*





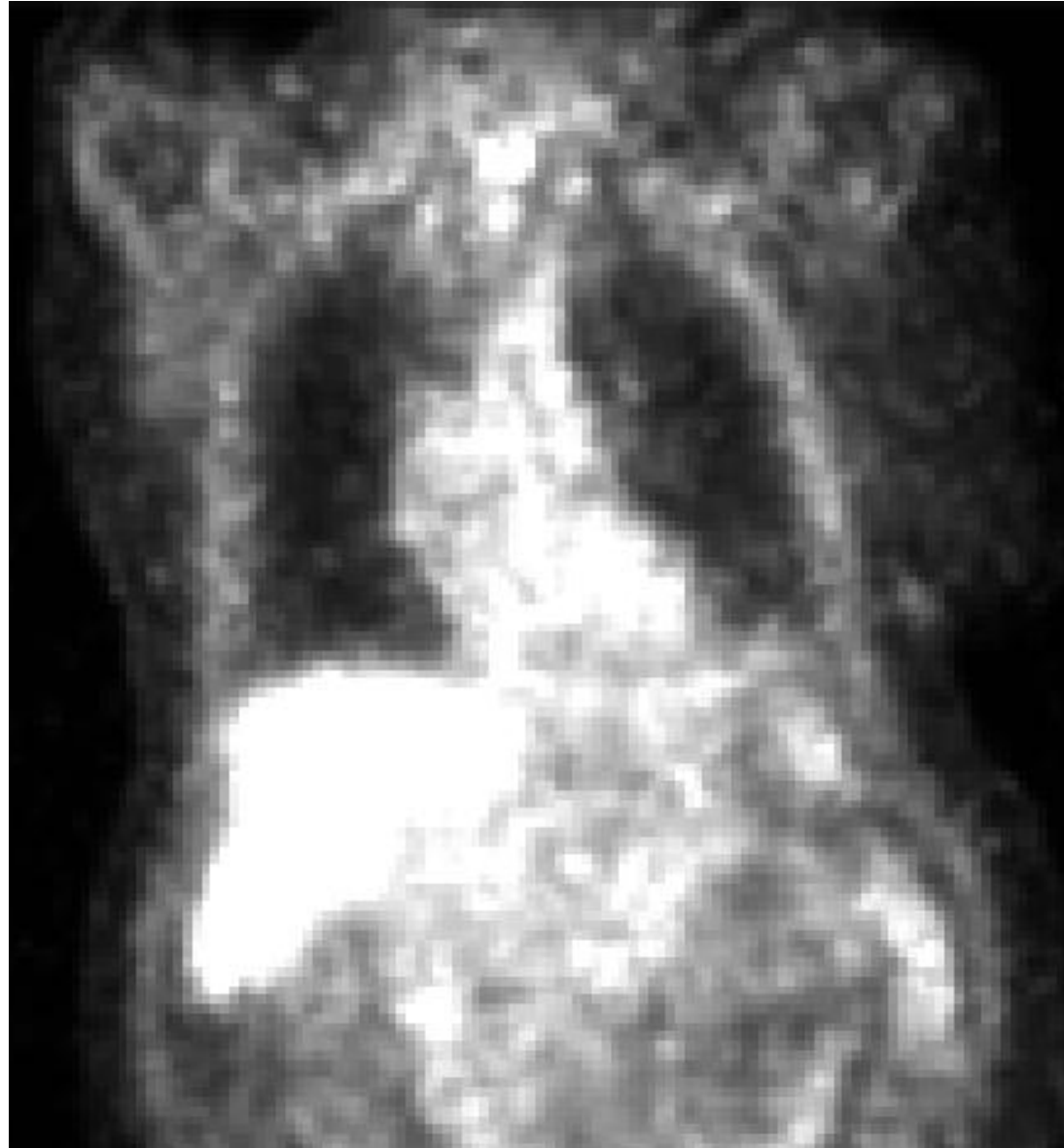
# *La réalité des peintres...*



## *Les difficultés : exemples*

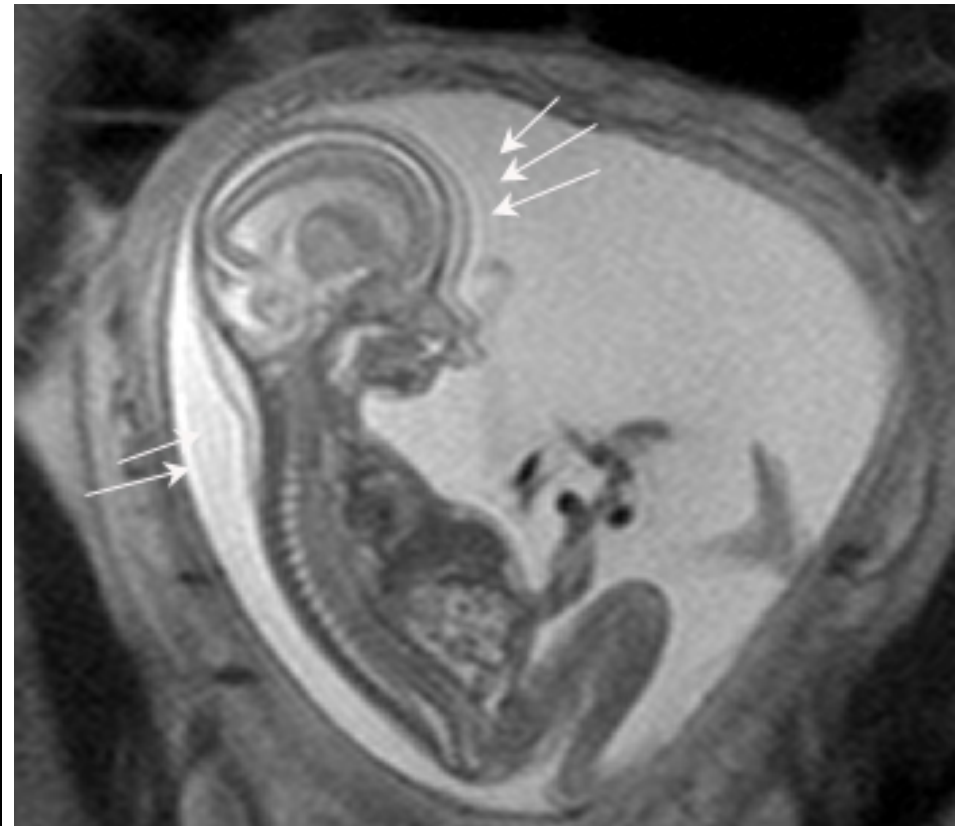
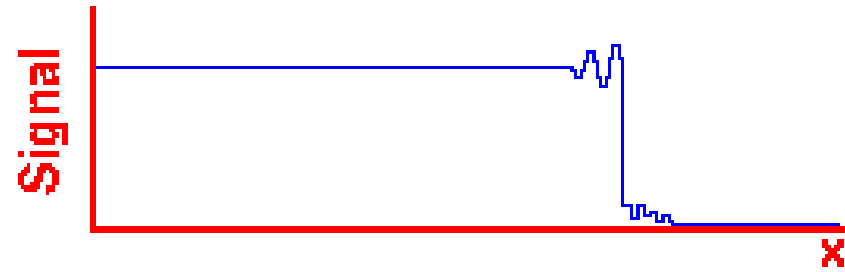


## *Les difficultés : exemples*

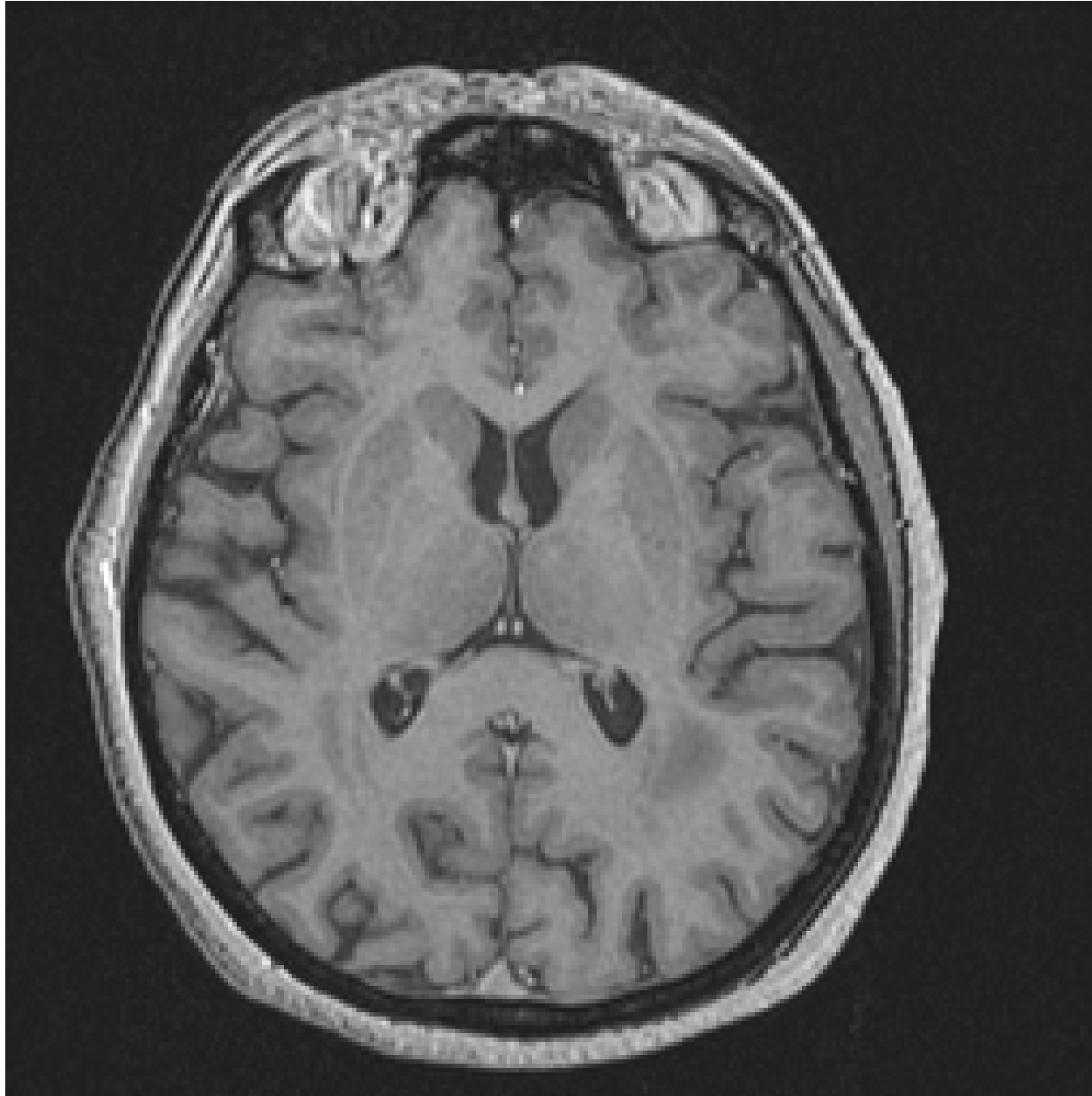




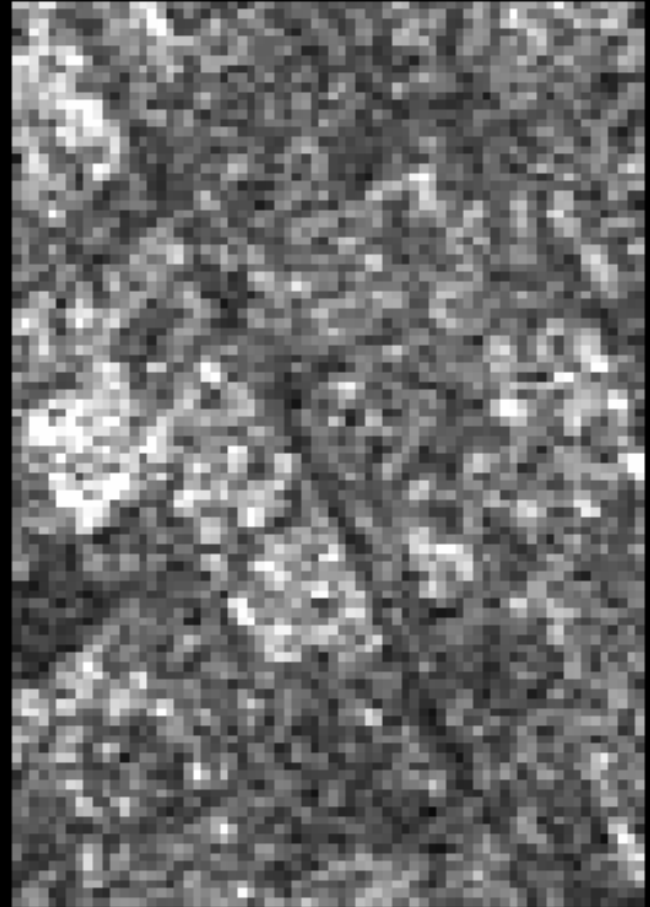
# Les difficultés : exemples



## *Les difficultés : exemples*



## *Les difficultés : exemples*

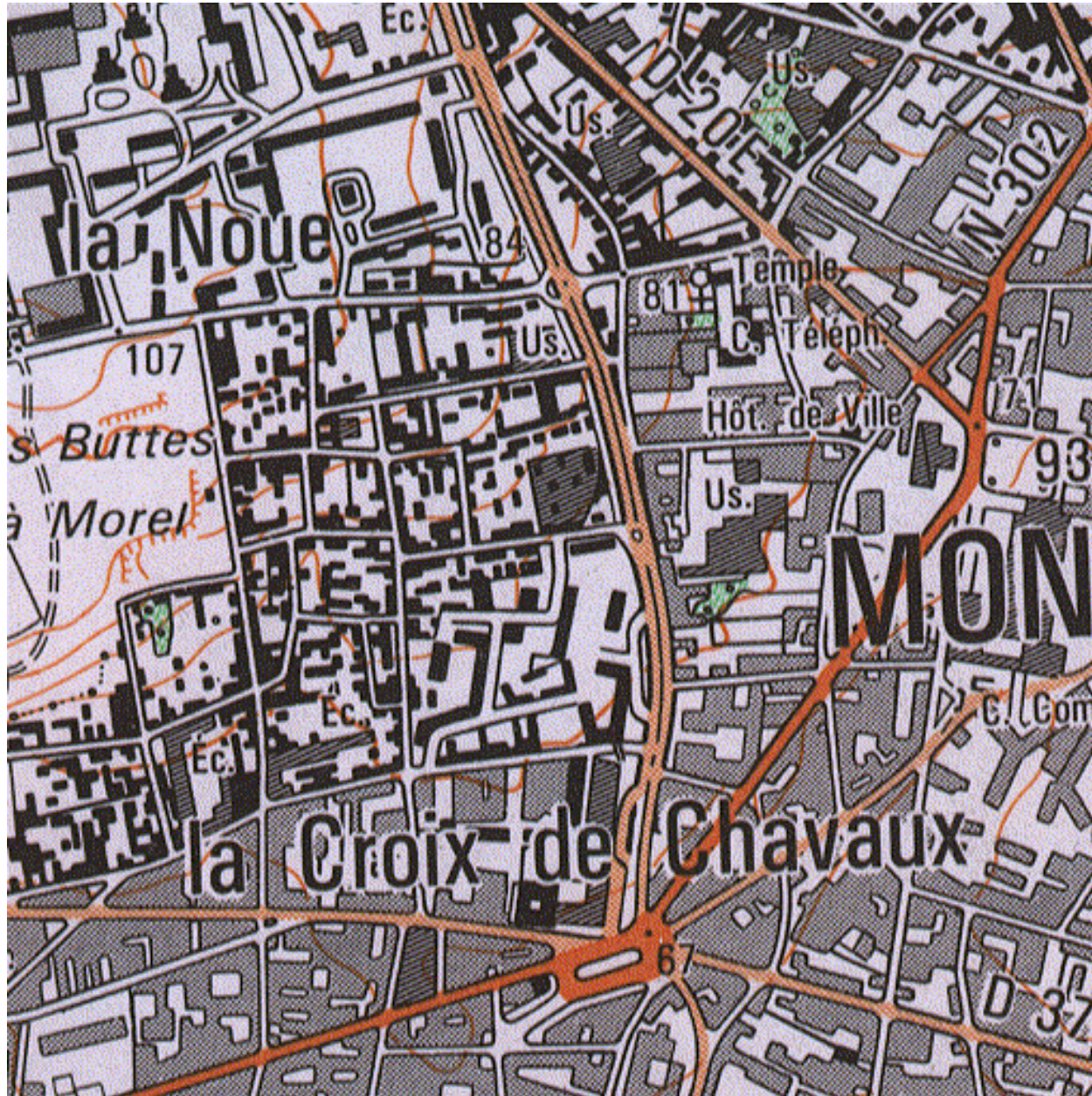


# *Les difficultés : exemples*





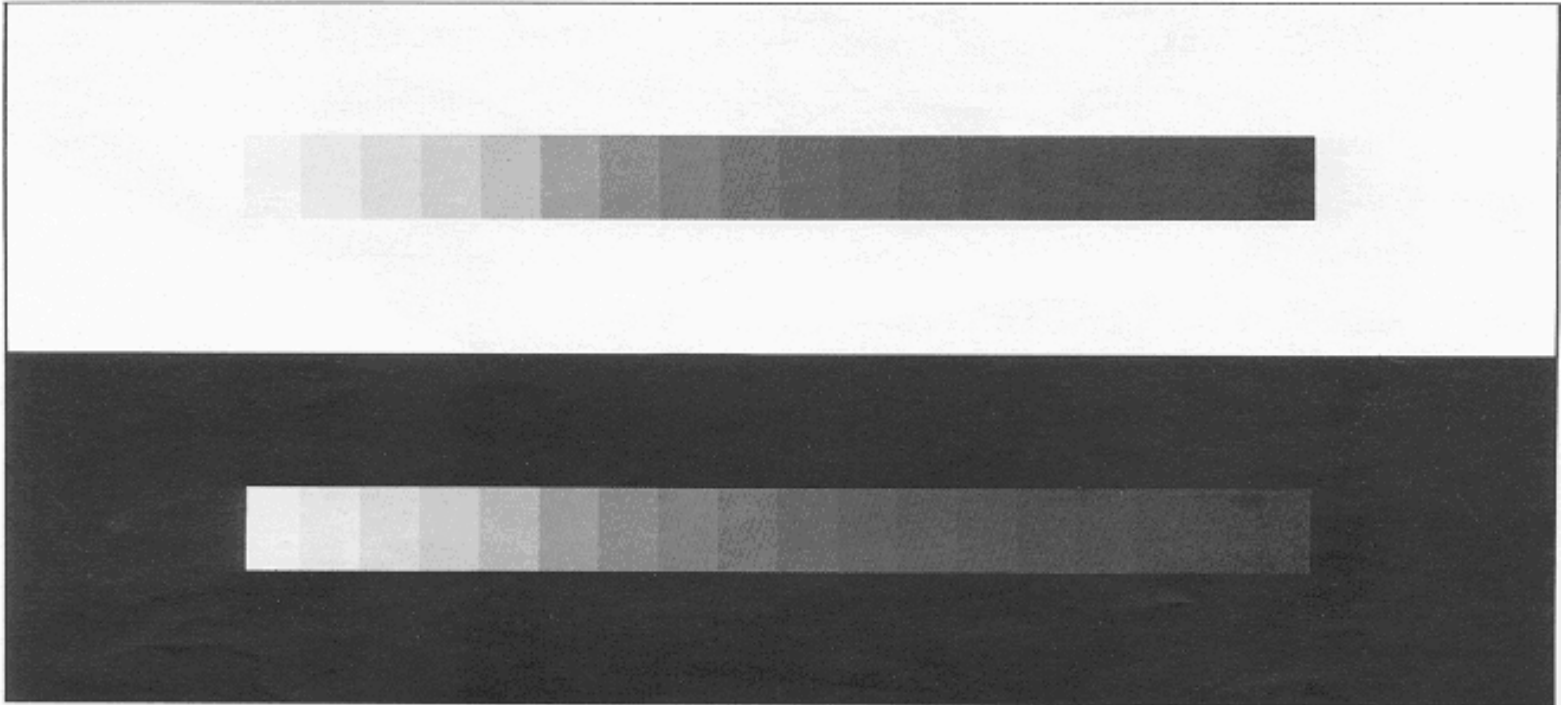
## *Les difficultés : exemples*





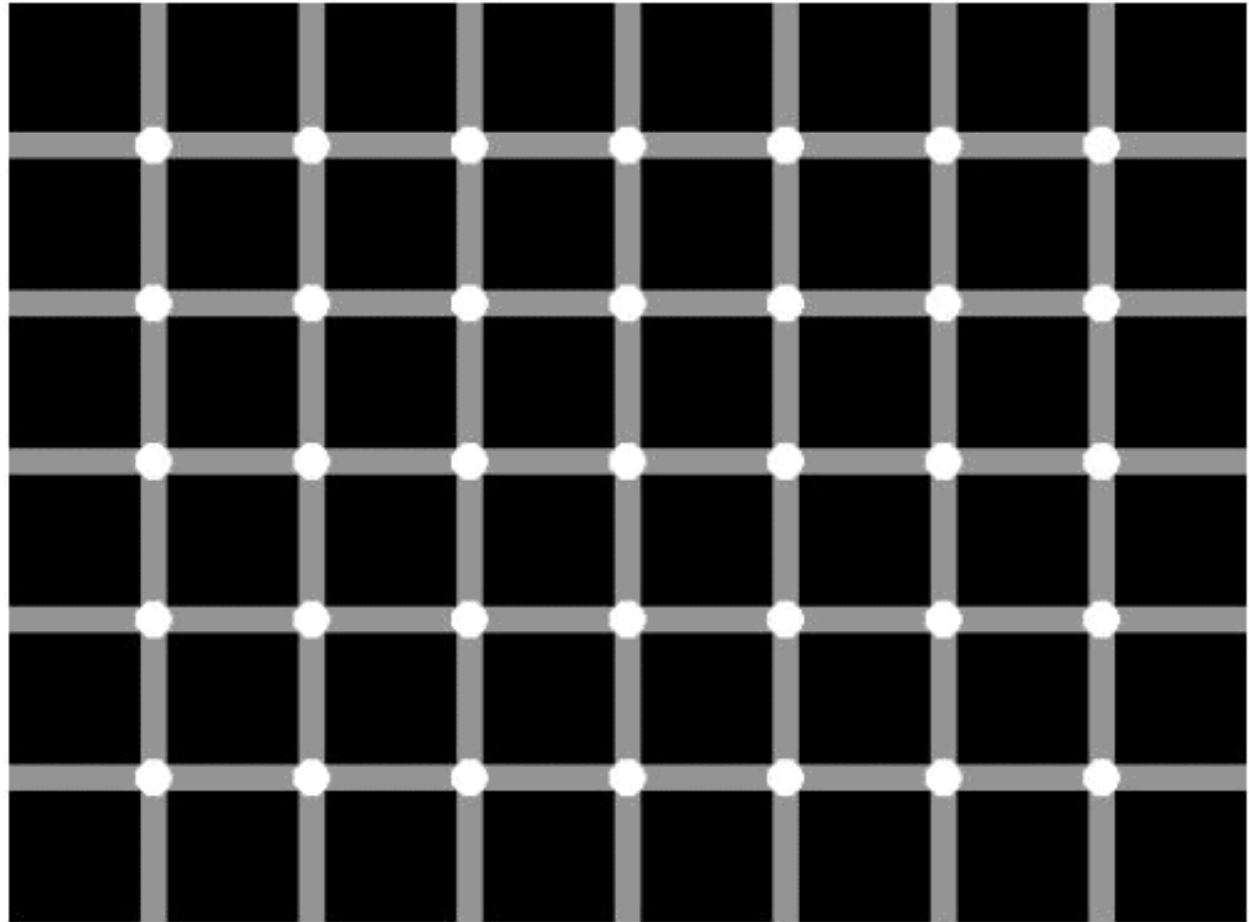
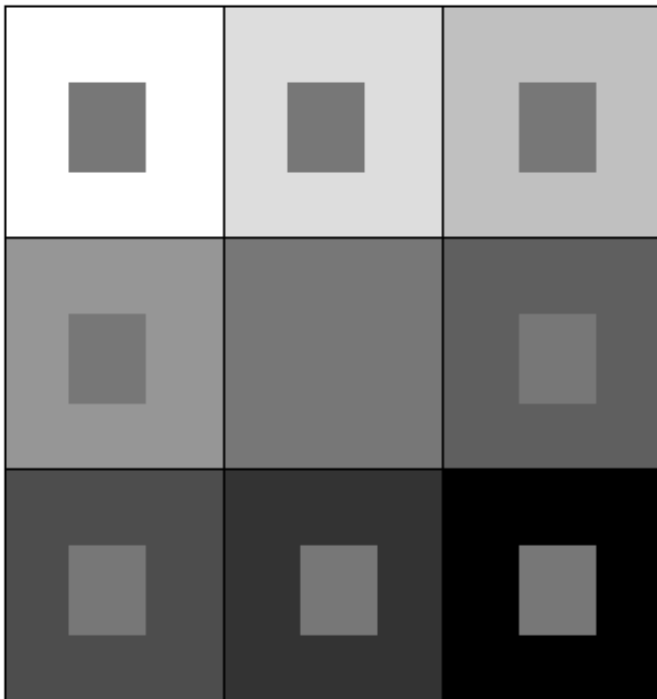
# *Systeme visuel humain et Gestalt*

Perception du contraste en fonction du fond



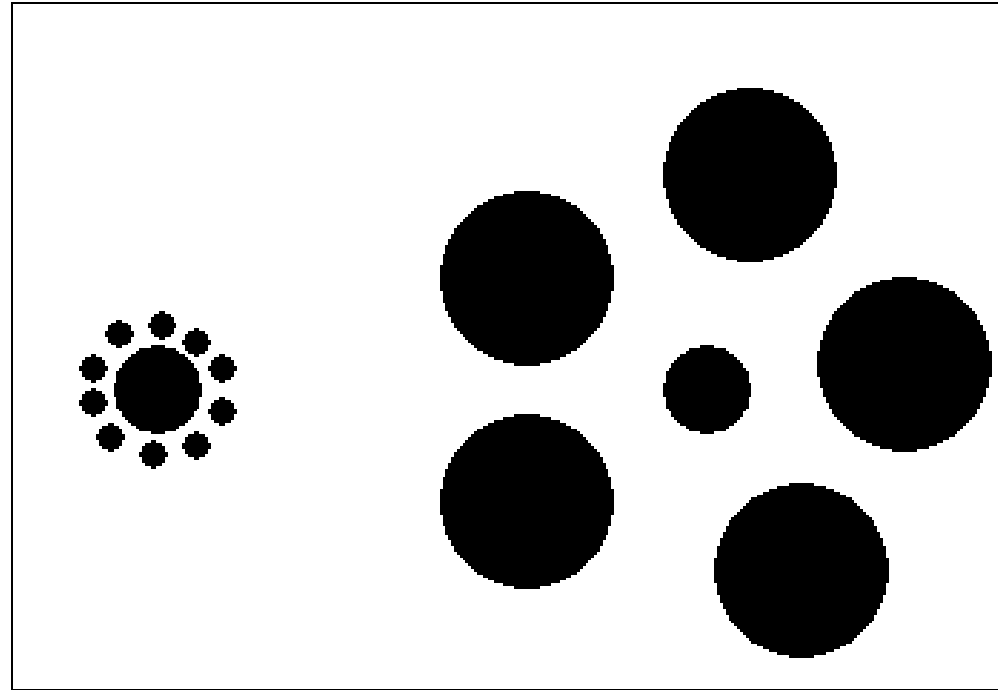
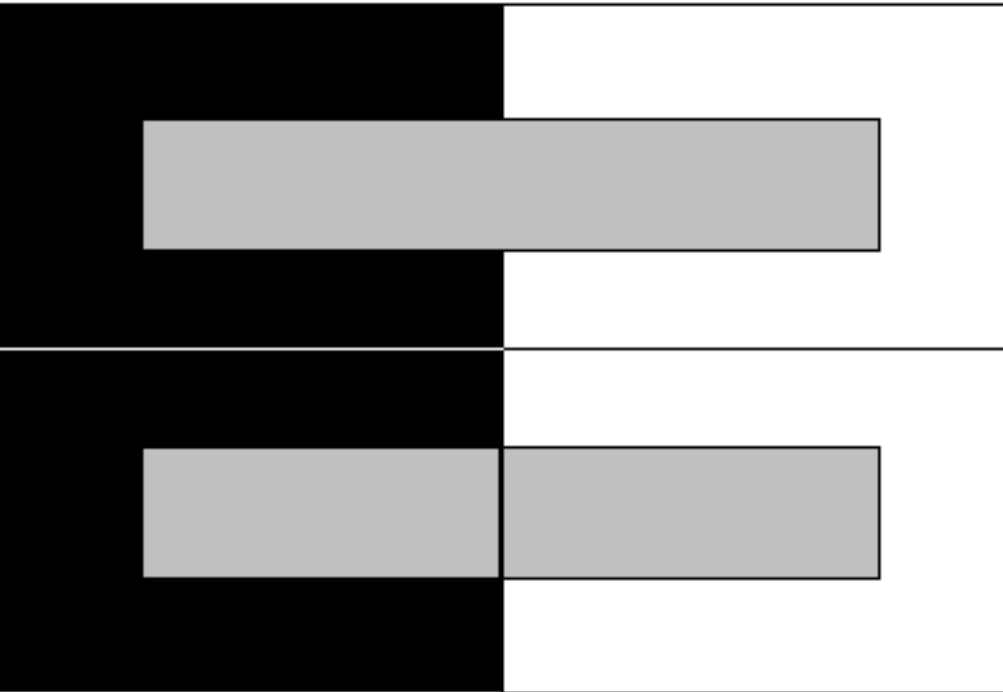
# *Systeme visuel humain et Gestalt*

Phénomènes dus aux interactions spatiales



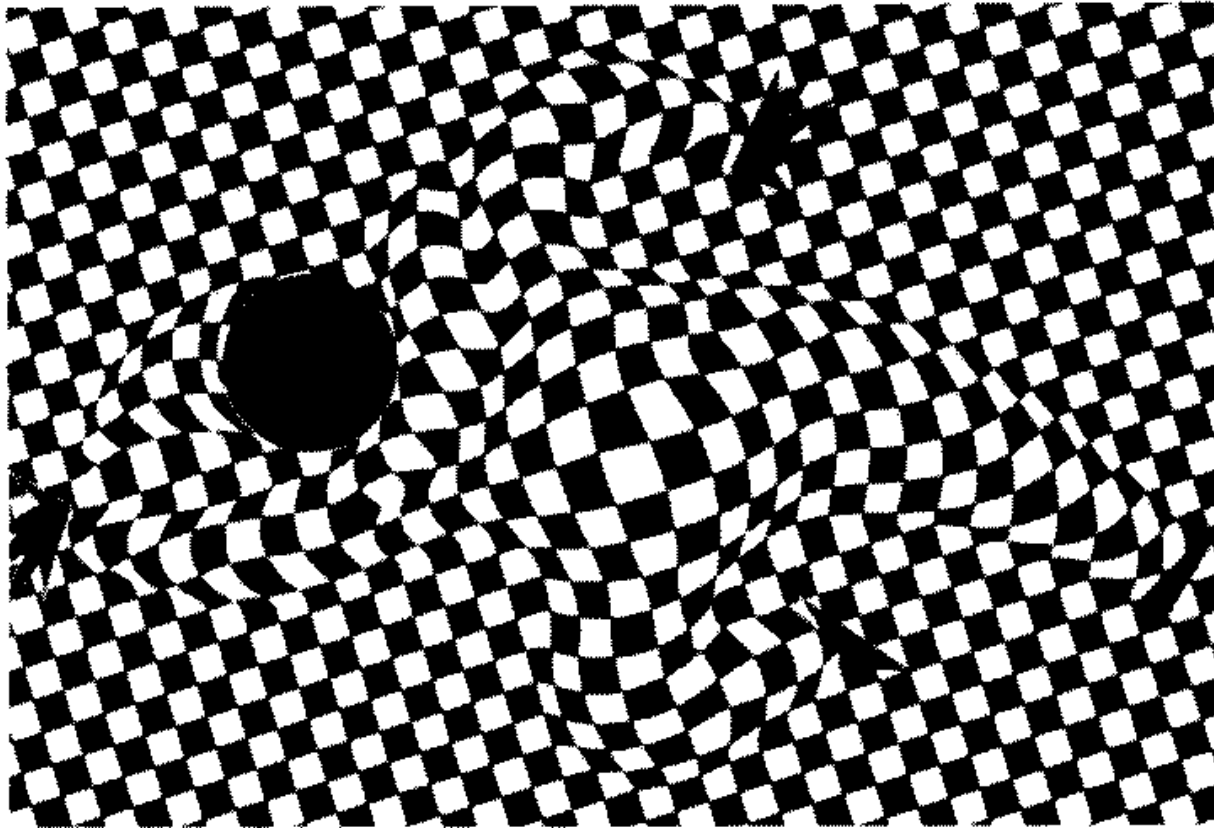
# Systeme visuel humain et Gestalt

Vrais/faux contours



# *Systeme visuel humain et Gestalt*

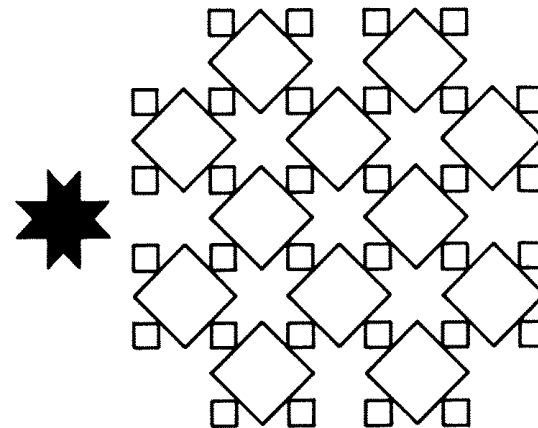
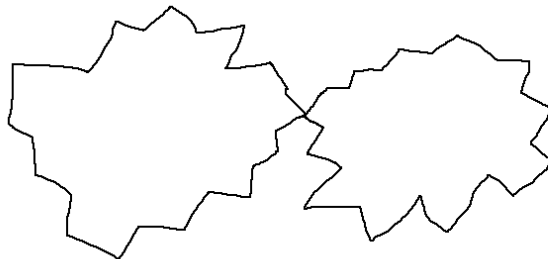
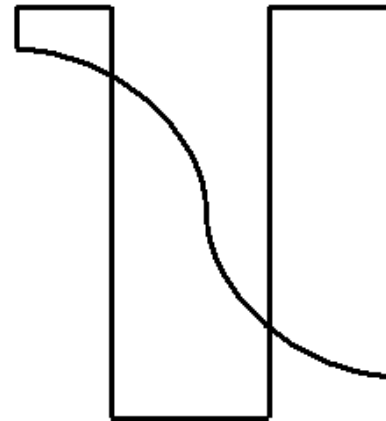
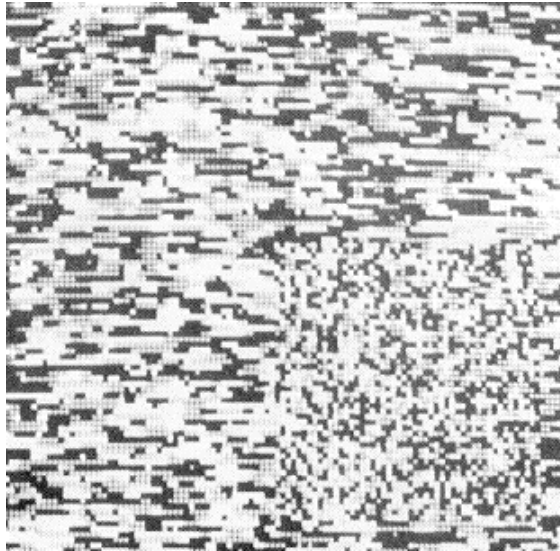
Gradient de texture



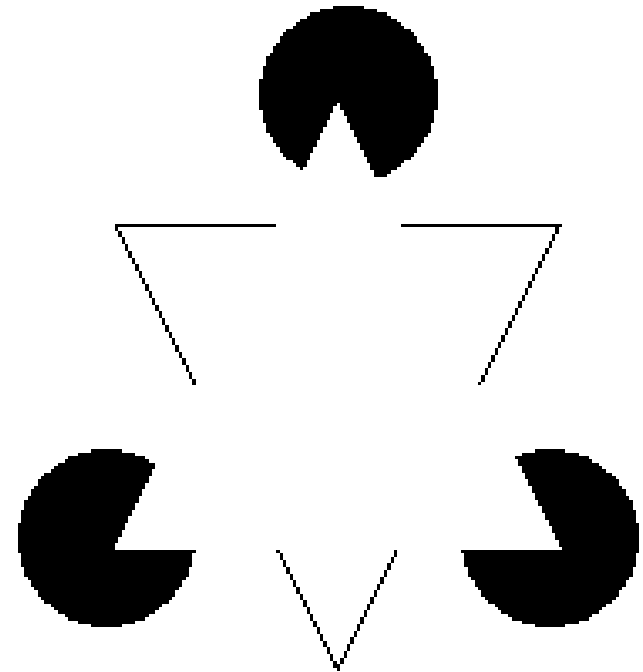
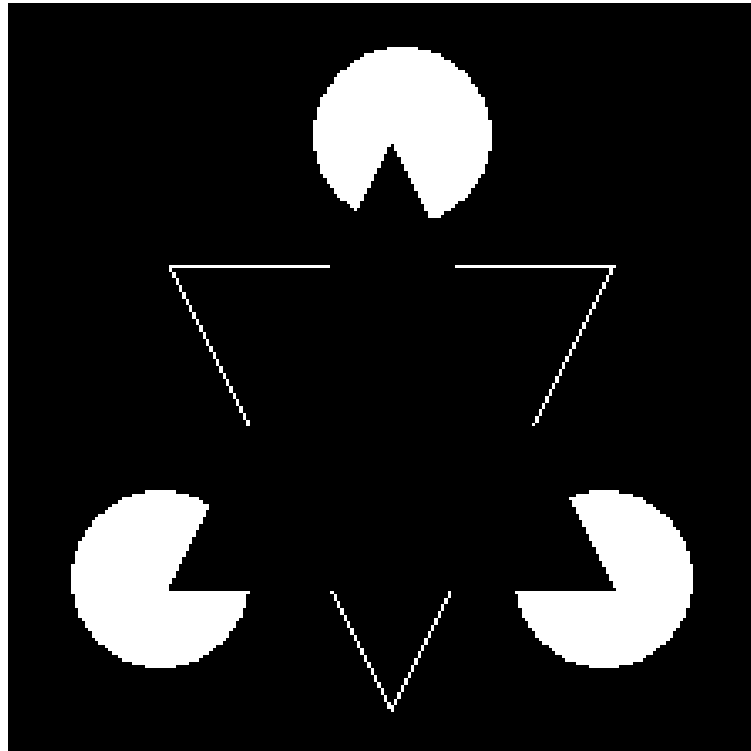


# Systeme visuel humain et Gestalt

Lois de la perception (d'après les gestaltistes) : similitude, continuité, proximité, fermeture



# *Systeme visuel humain et Gestalt*



# *Systeme visuel humain et Gestalt*

Jeune fille ou vieille femme ?



# *Systeme visuel humain et Gestalt*

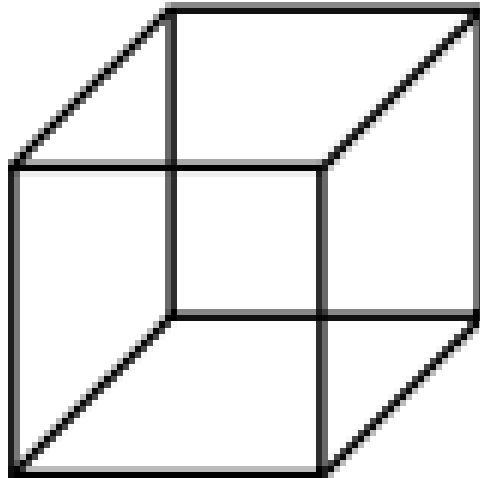
Emergence





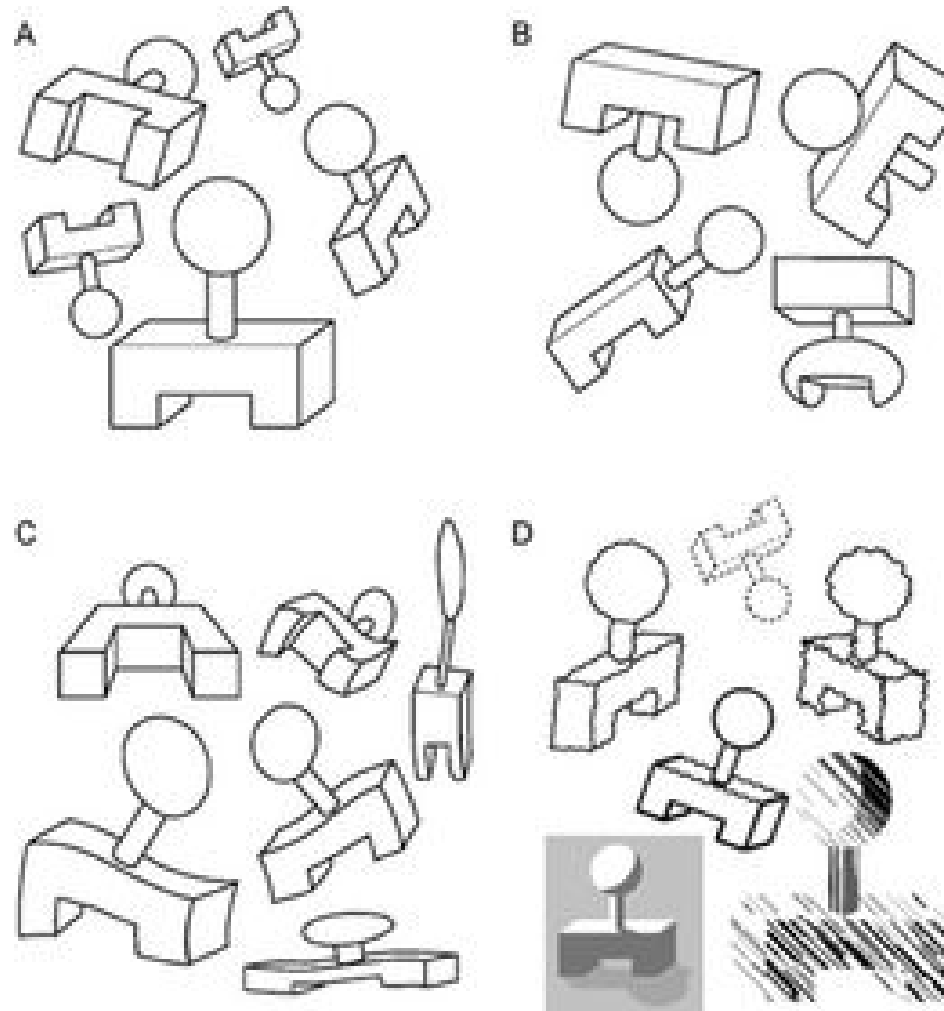
# *Systeme visuel humain et Gestalt*

Perception multi-stable

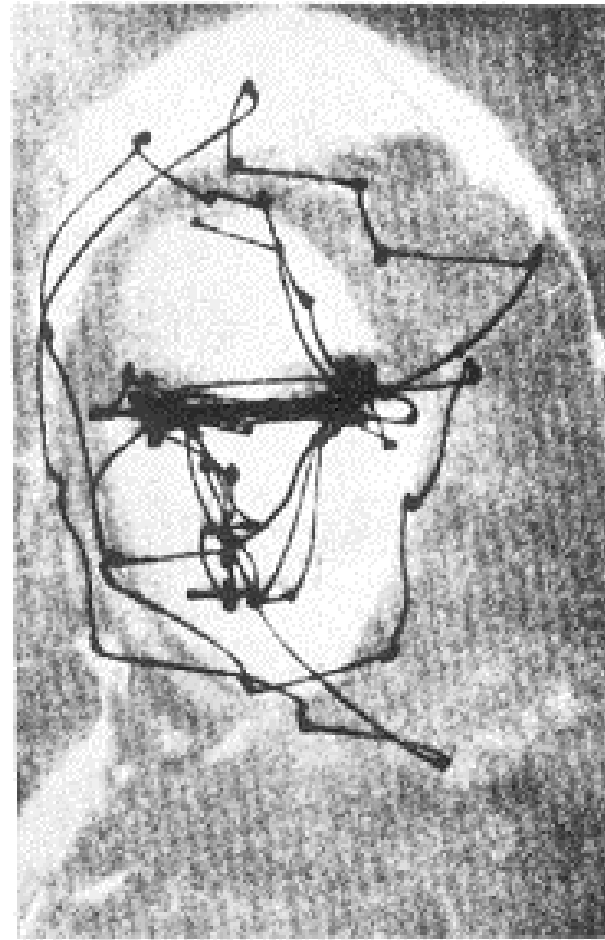


# Systeme visuel humain et Gestalt

## Invariance

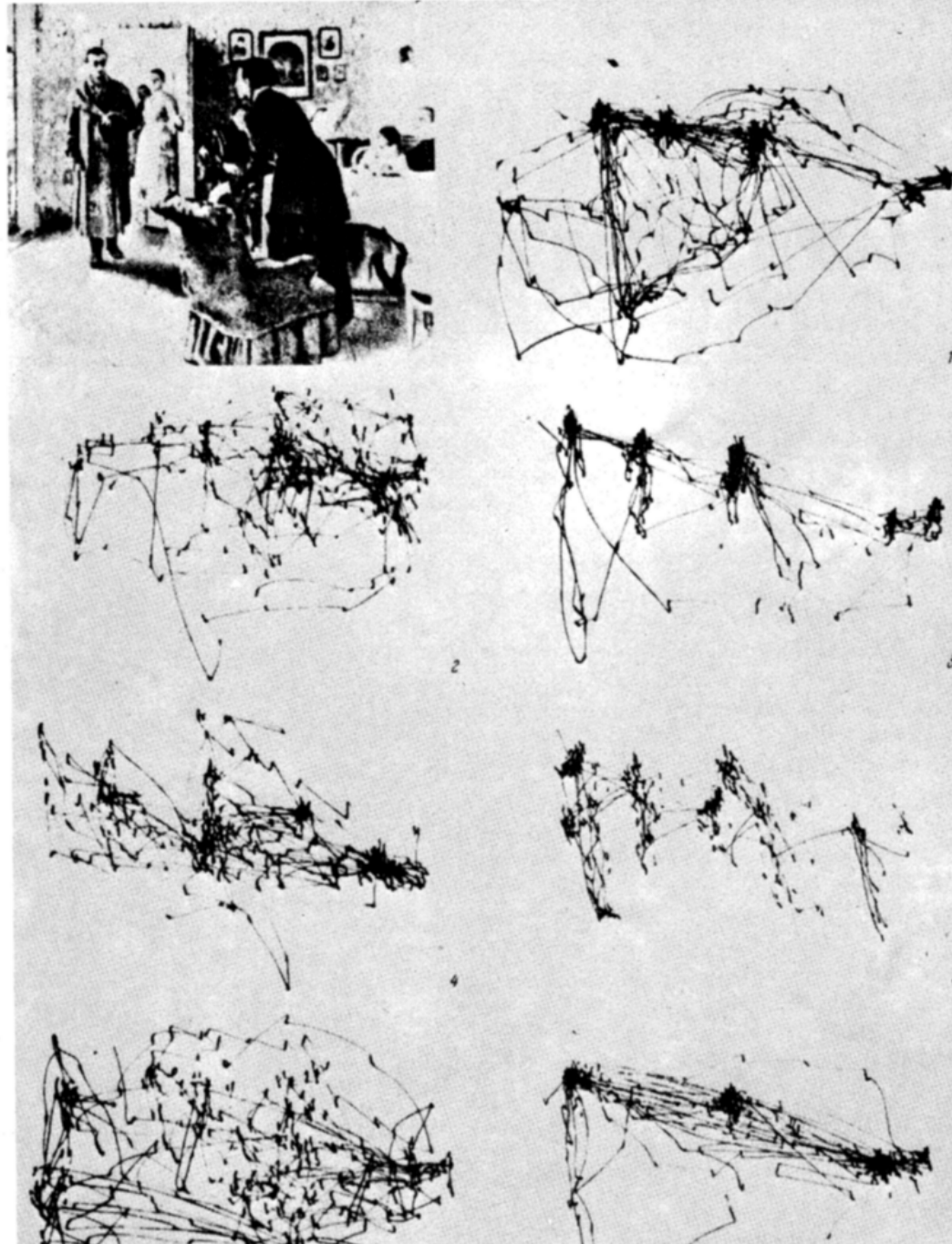


# *Systeme visuel humain et Gestalt*





# *Systeme visuel humain et Gestalt*

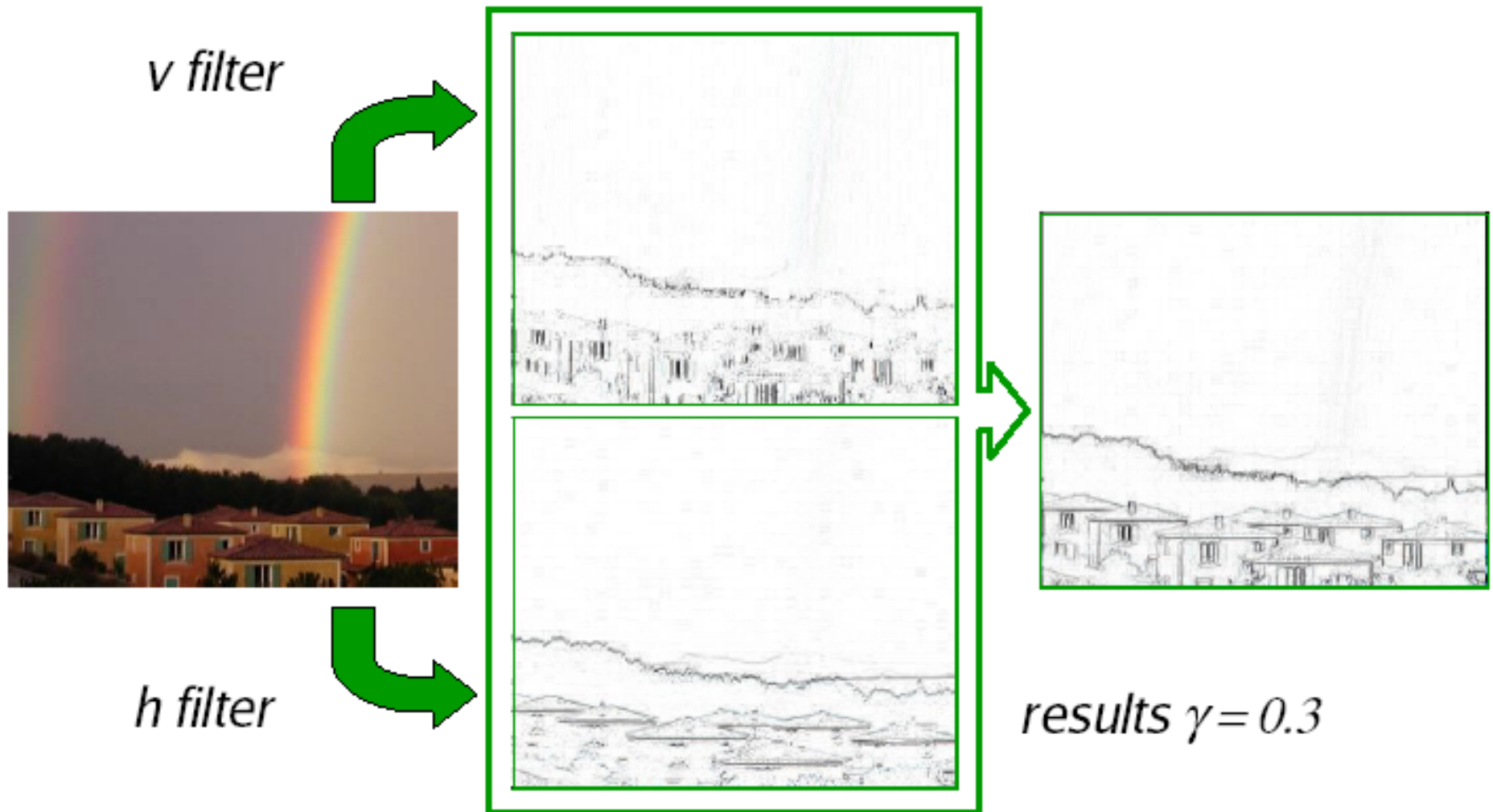


# *Les principales approches*

- contours / régions
  - local / régional ou global
  - une échelle / plusieurs échelles
  - sans a priori / introduction de contraintes ou de connaissances
  - ...
- 
- qu'est-ce qu'un contour ?
  - qu'est-ce qu'une région homogène ?
  - quelle est la bonne échelle d'observation ?
  - quelles sont les connaissances dont on dispose ?
  - ...

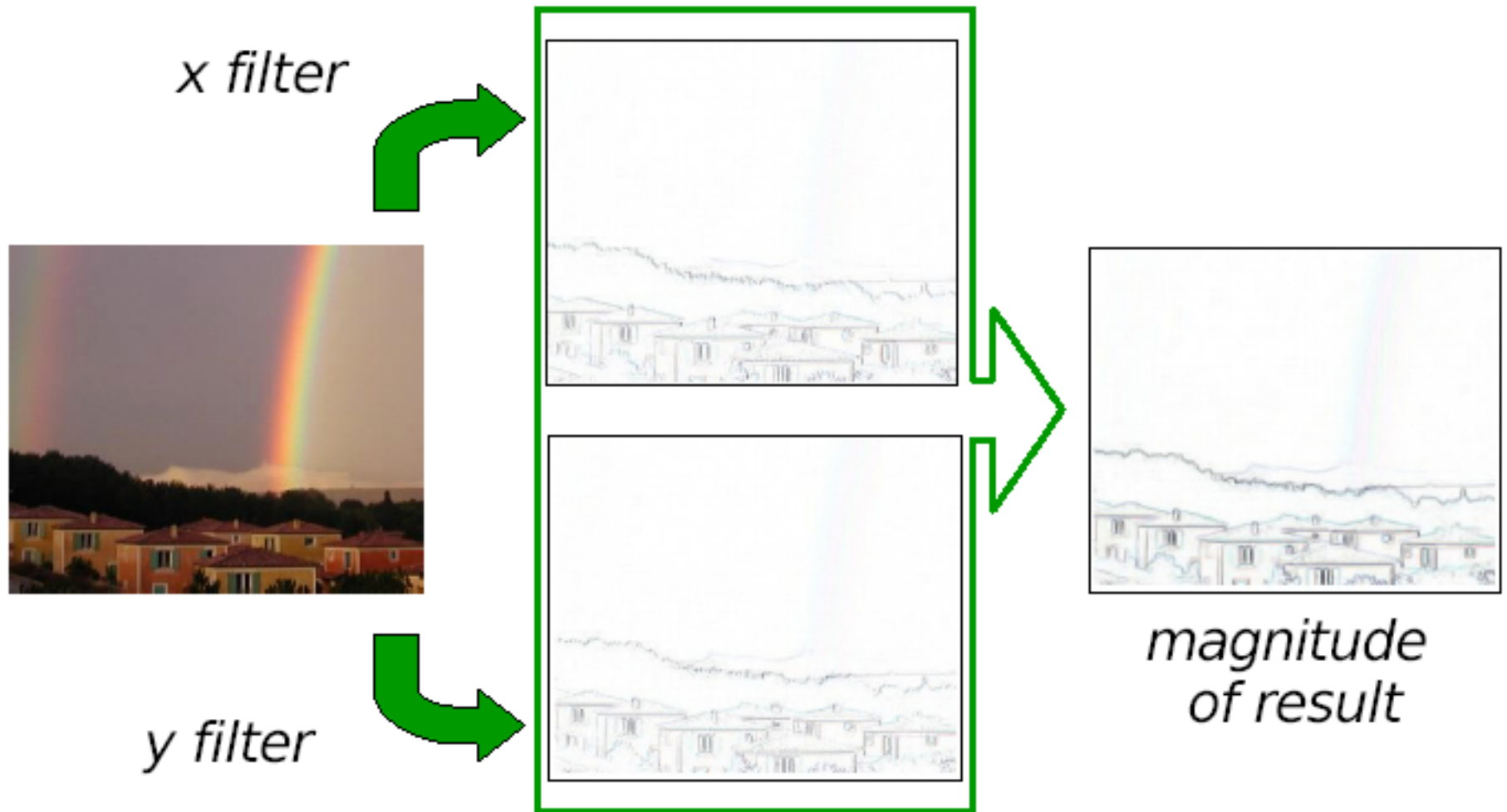
# Contours horizontaux et verticaux

Simple différence entre voisins



# Contours horizontaux et verticaux

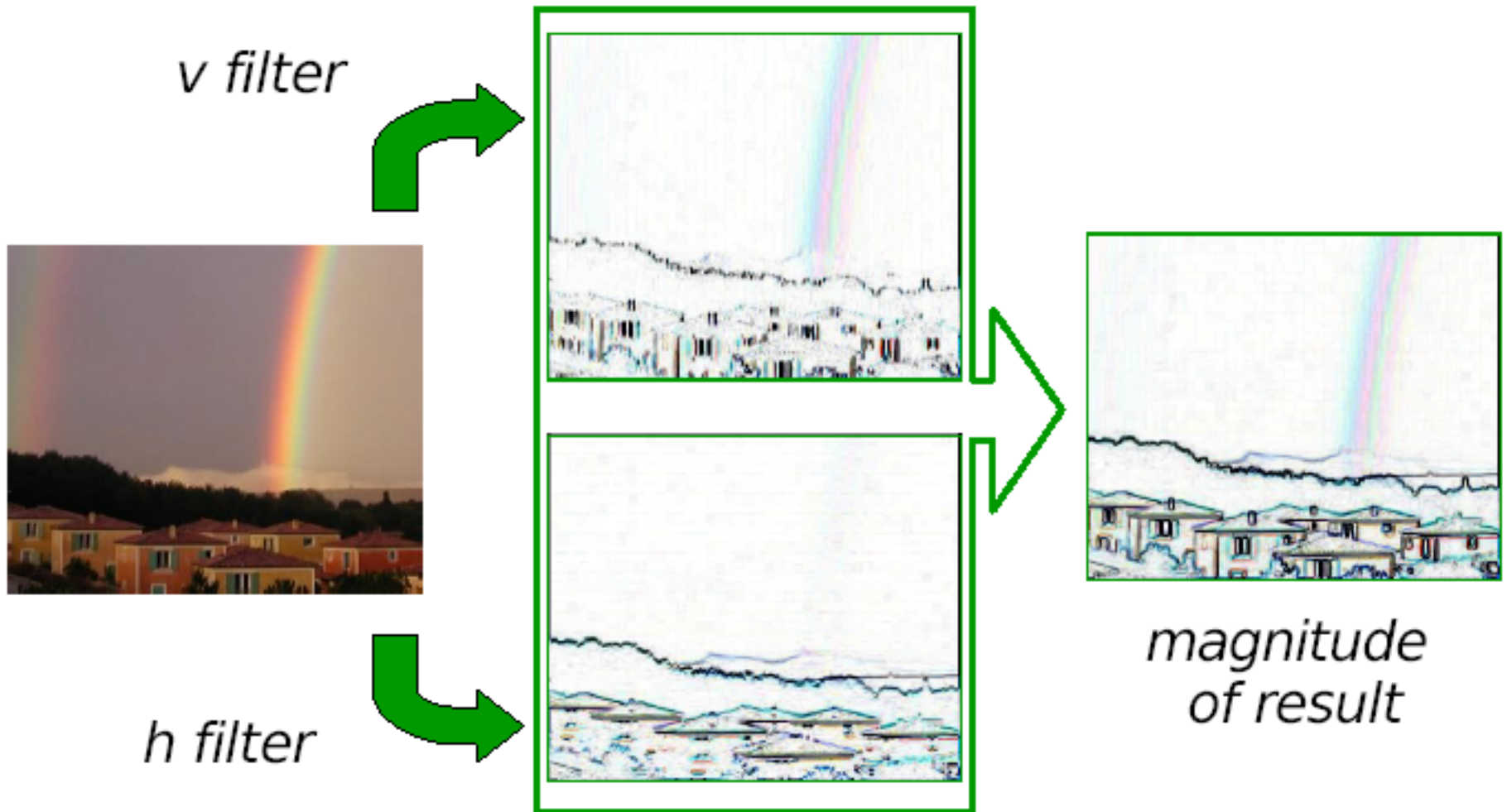
Simple différence entre voisins + filtre





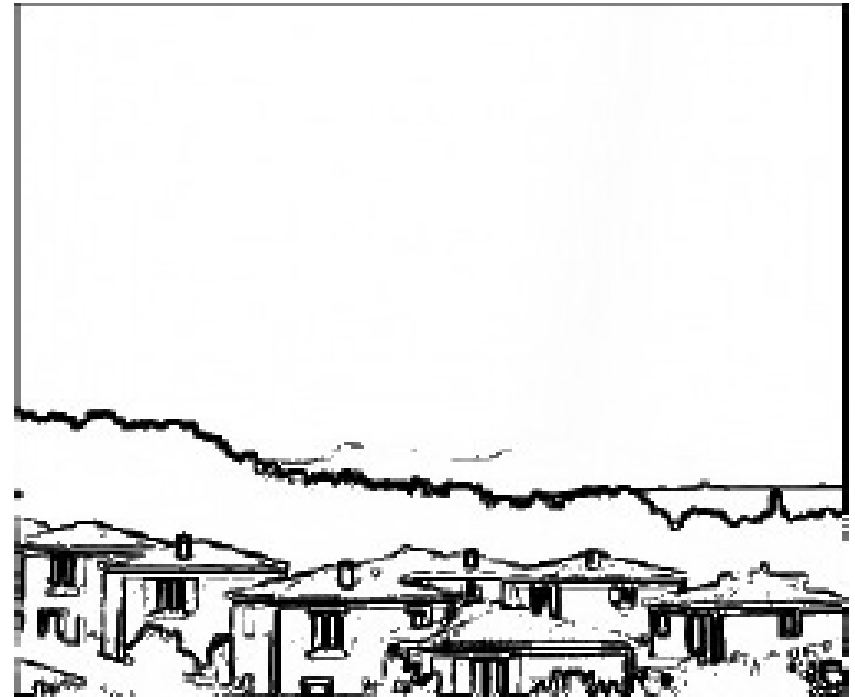
# Contours horizontaux et verticaux

Sobel

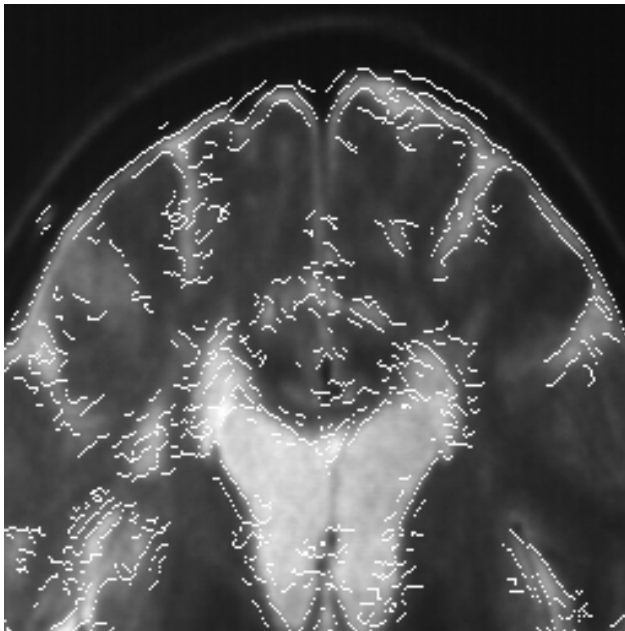
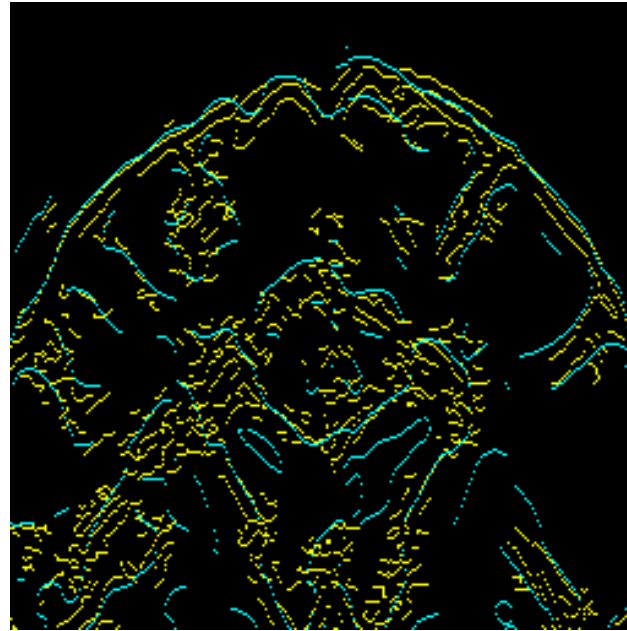
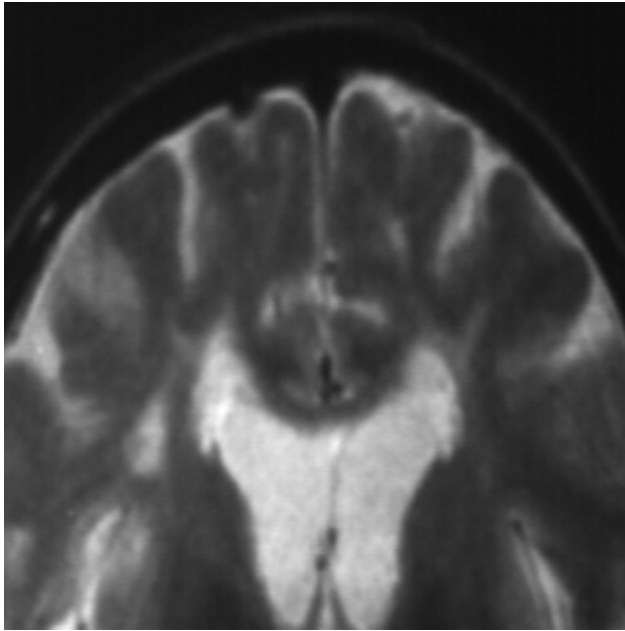


# *Contours horizontaux et verticaux*

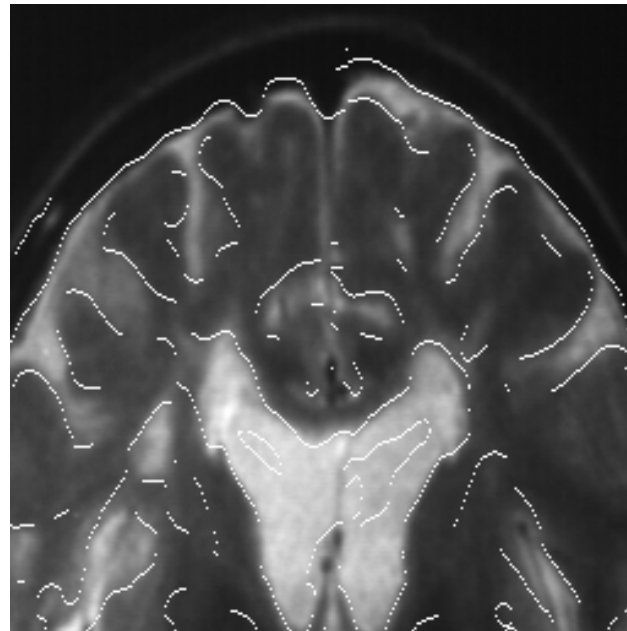
Sobel + seuillage



# Laplacien



$\alpha = 0.6$



$\alpha = 0.15$

# *Filtre de Deriche*



0.25



0.5



0.75



1



2



3



# *Dérivée première par Deriche*



0.5

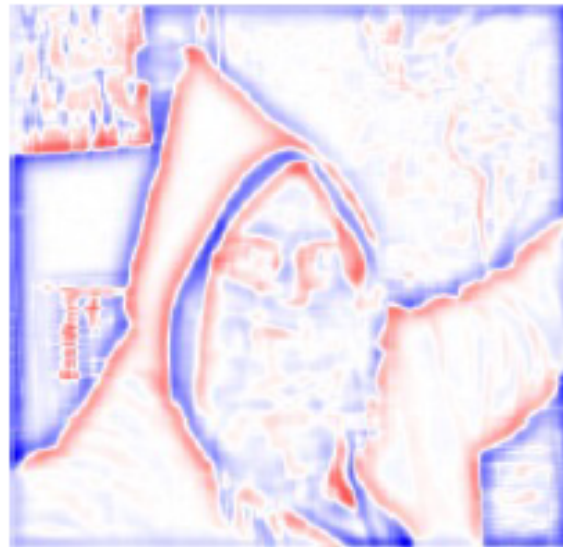
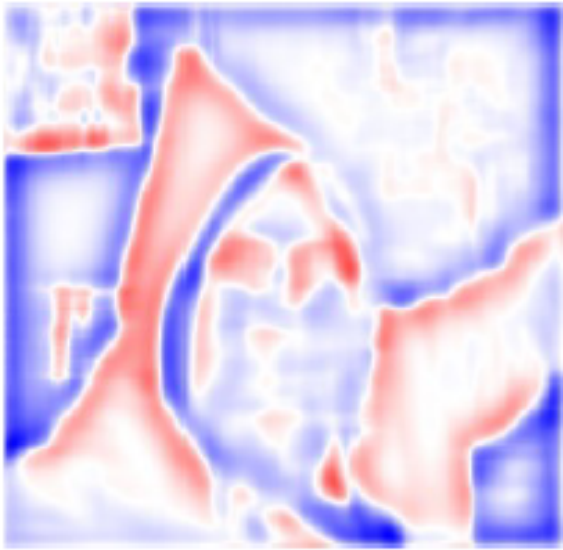


1



3

# Laplacien par Deriche



# *Filtres de Shen et de Deriche*



# *Filtres de Shen et de Deriche*





# *Filtres de Shen et de Deriche*



# *Filtres de Shen et de Deriche*



# *Filtres de Shen et de Deriche*



# Détecteur de coin de Harris

$$D(\Delta x, \Delta y) = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \mathbf{M} \begin{bmatrix} \Delta x & \Delta y \end{bmatrix} \text{ with } \mathbf{M} = \int \int_W \begin{bmatrix} \frac{\partial I}{\partial x} \\ \frac{\partial I}{\partial y} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial I}{\partial x} & \frac{\partial I}{\partial y} \end{bmatrix} w(x, y) dx dy$$

$$R = \det \mathbf{M} - k(\text{trace } \mathbf{M})^2$$



# *Détecteur de coin de Harris*



# *Détecteur de coin de Harris*



# *Détecteur de coin de Harris*

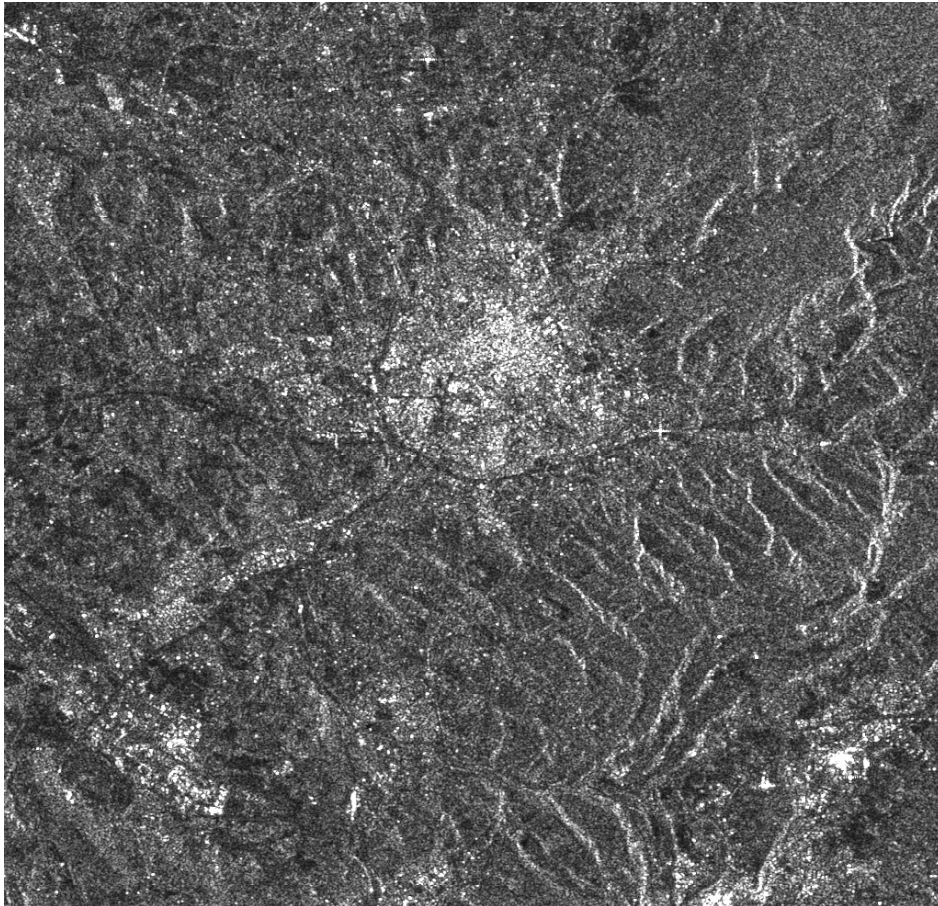


# *Autres détecteurs de structures spécifiques*

- Ajustement de modèles (ellipses, modèle d'objet...)
- Détecteurs de routes
- Axes / plans de symétrie
- Lignes de crête
- Caractéristiques topologiques locales
- ...

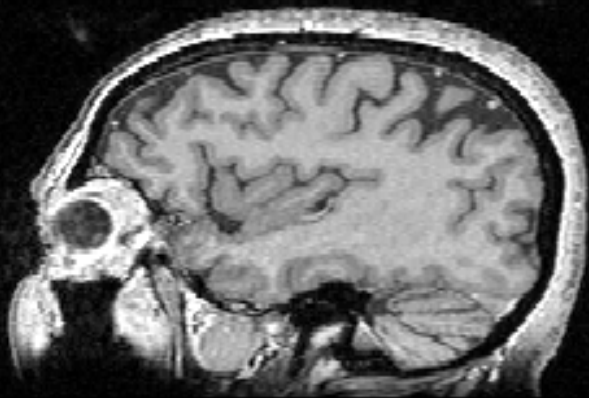


# *Détection de routes sur des images radar*

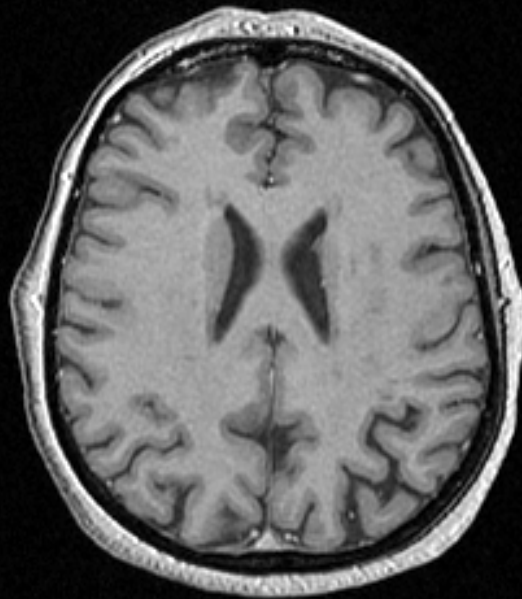


# *Segmentation topologique d'une surface*

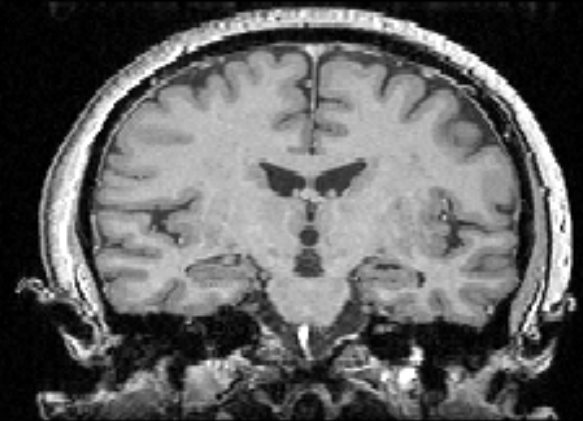
Initial 3-D MR image



**SAGITTAL**



**AXIAL**

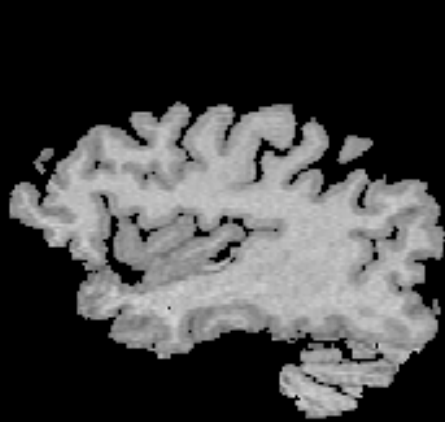


**CORONAL**

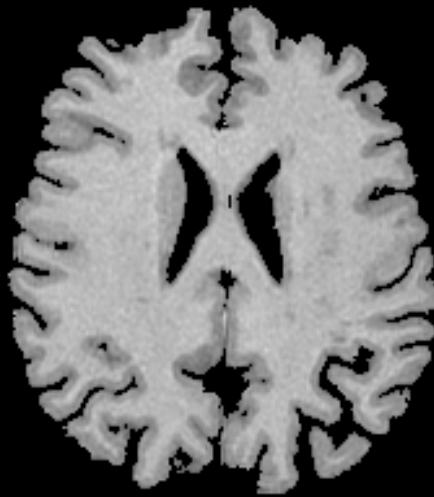
CEA SHFI ORSAY / TELECOM PARIS

# *Segmentation topologique d'une surface*

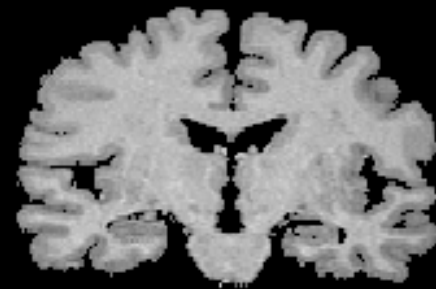
**Brain Segmentation using 3-D Mathematical Morphology**



**SAGITTAL**



**AXIAL**



**CORONAL**

CEA SHFJ ORSAY / TELECOM PARIS

# *Segmentation topologique d'une surface*

Detection of the "Gray / White" Interface.



**SAGITTAL**



**AXIAL**



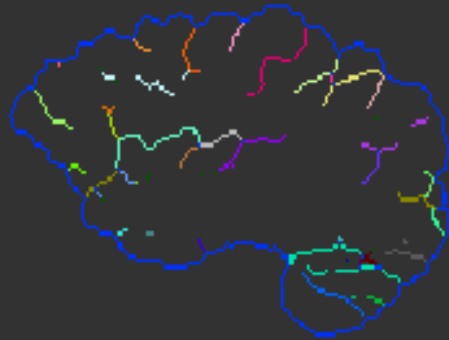
**CORONAL**

CEA SHFJ ORSAY / TELECOM PARIS

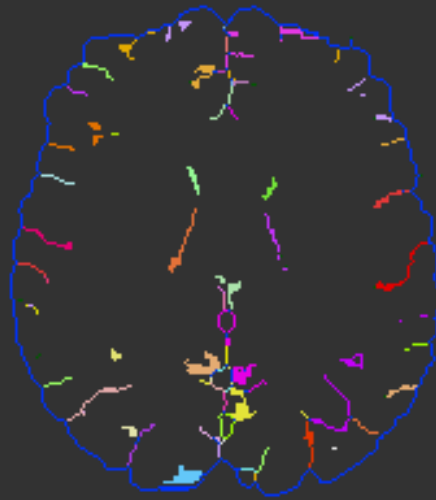


# *Segmentation topologique d'une surface*

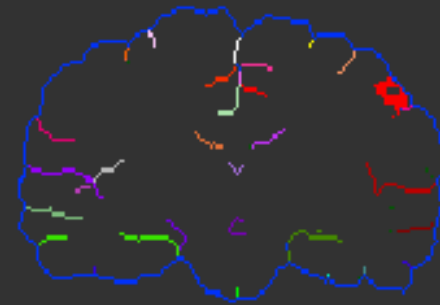
## Simple Surfaces of the 3-D Skeleton



**SAGITTAL**



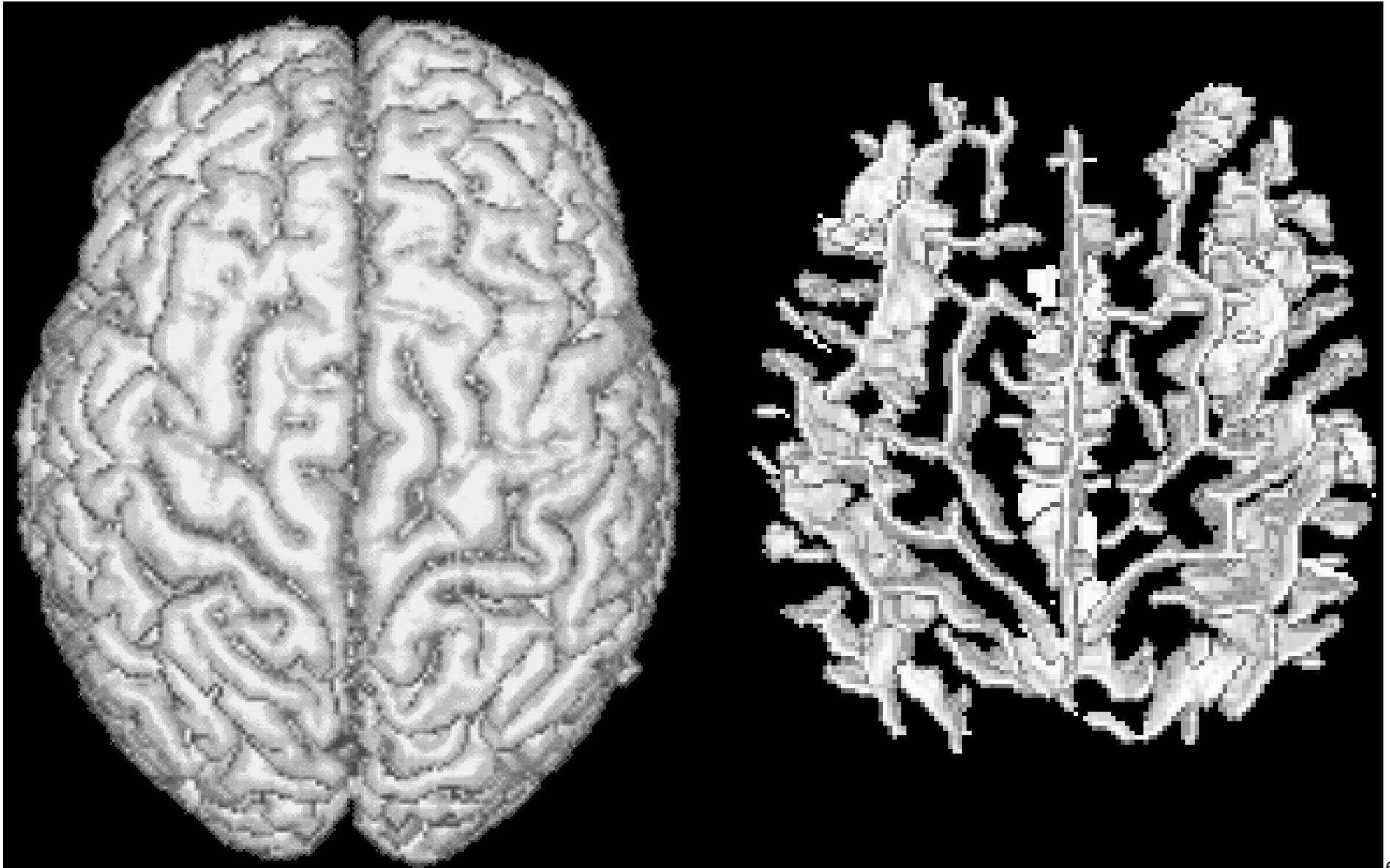
**AXIAL**



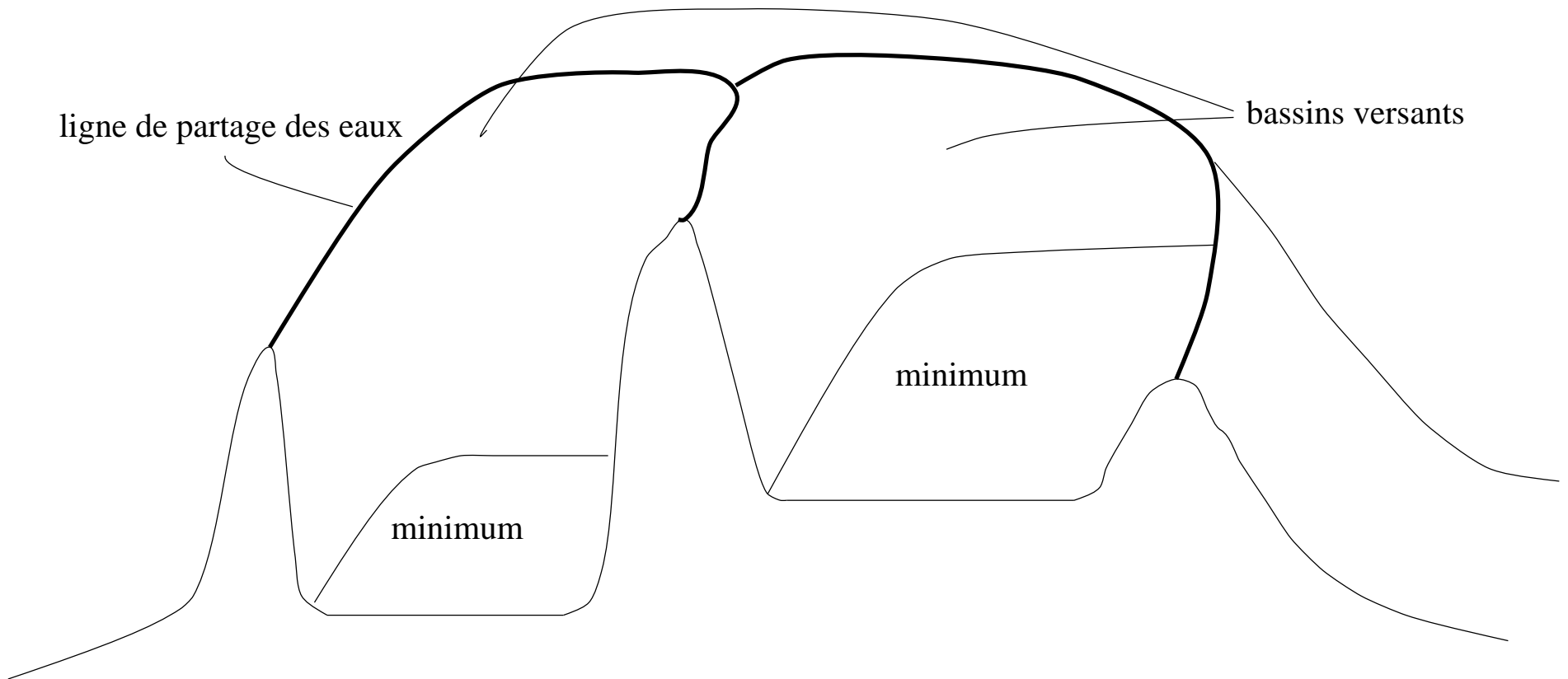
**CORONAL**

CEA SHFJ ORSAY / TELECOM PARIS

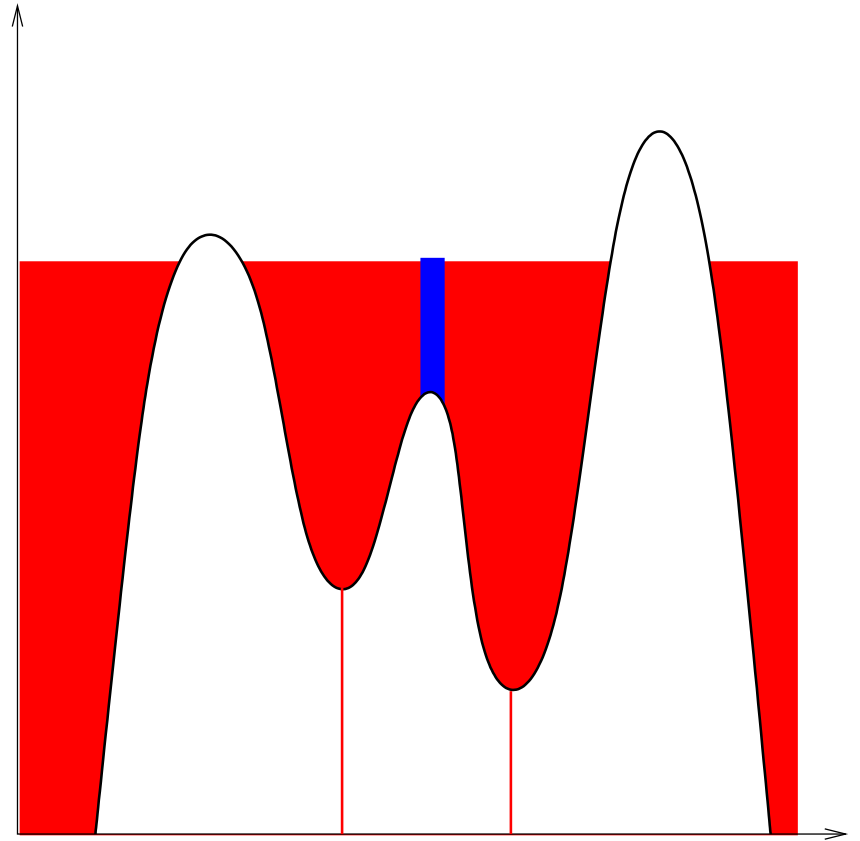
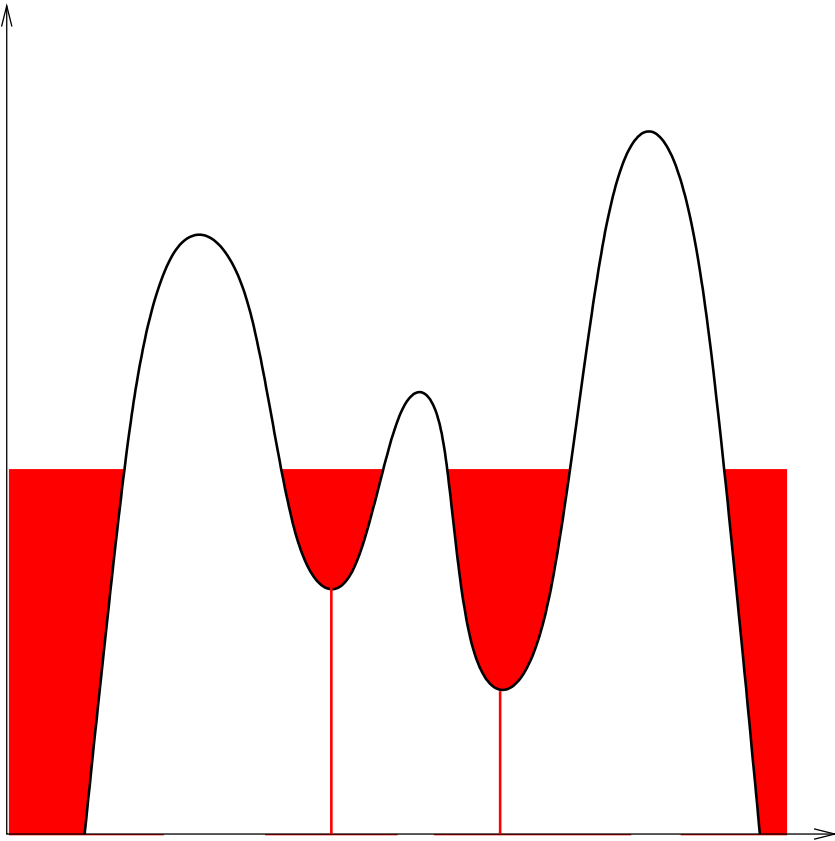
# *Segmentation topologique d'une surface*



# Approche morphologique : ligne de partage des eaux

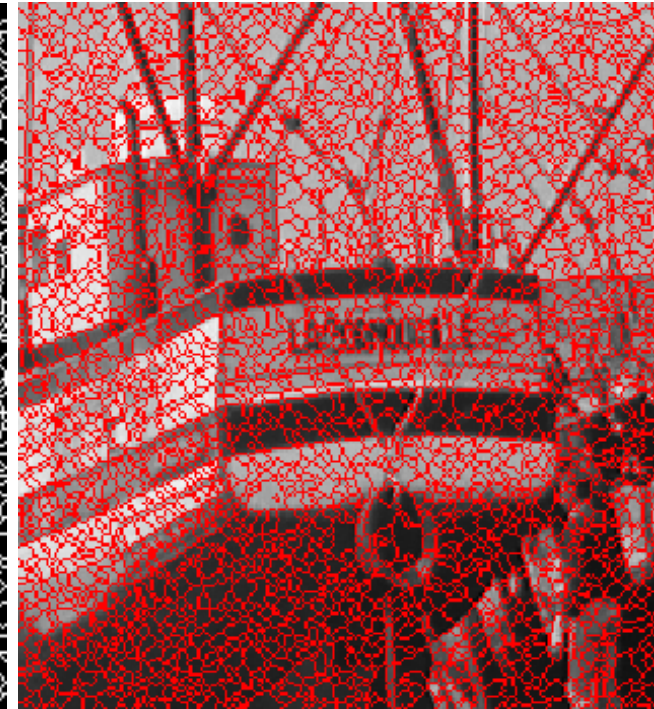
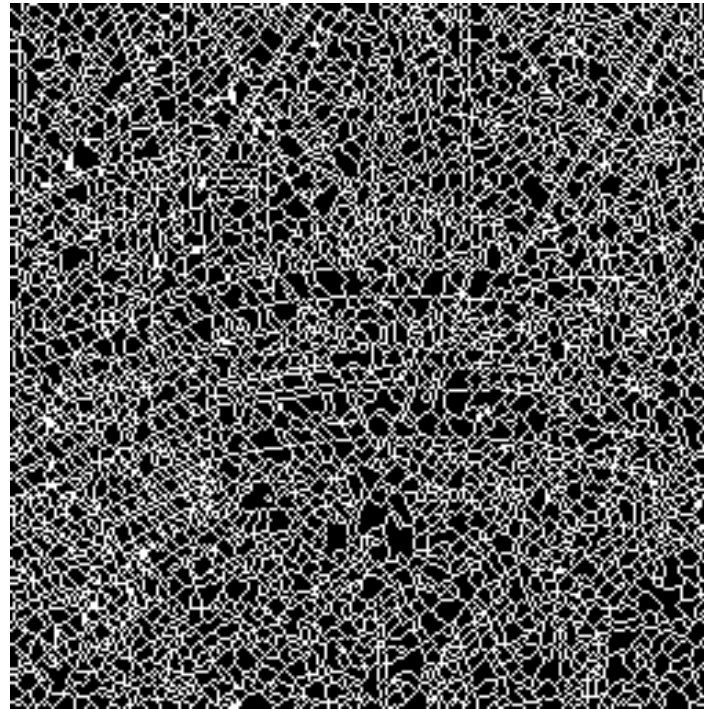


# *Approche par immersion*

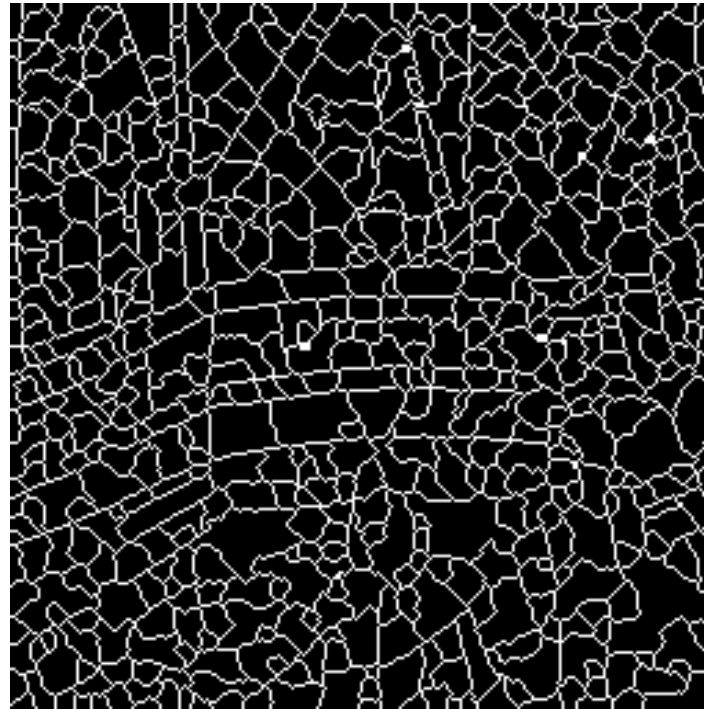




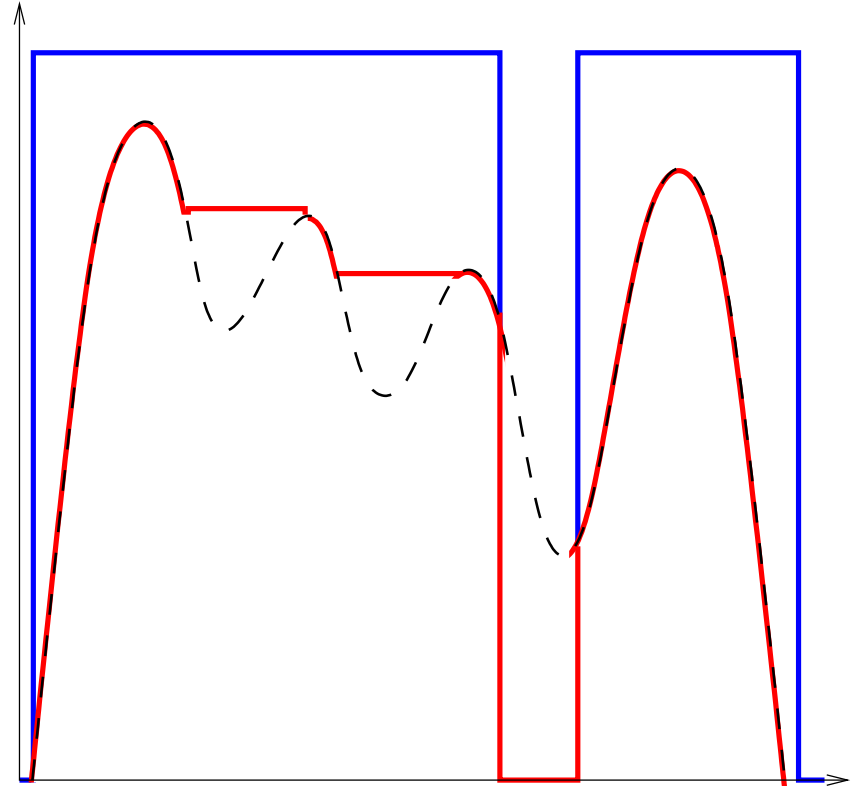
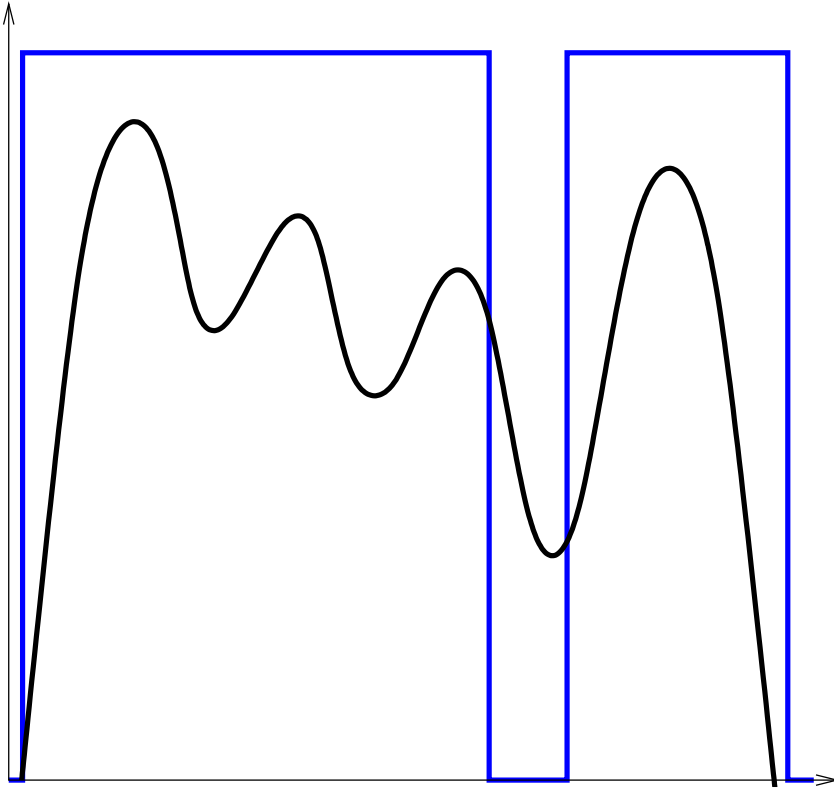
# *Ligne de partage des eaux et sur-segmentation*



# *Ligne de partage des eaux et sur-segmentation*



# *Erosion géodésique pour imposer des marqueurs*

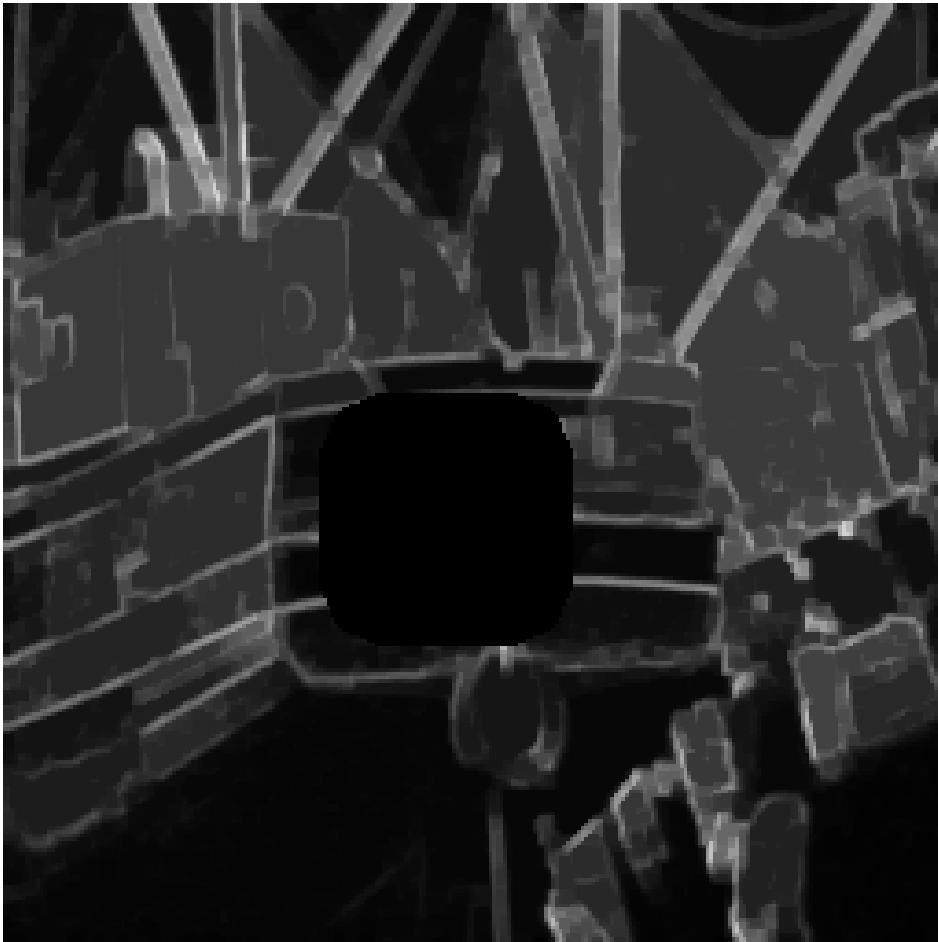


# *Ligne de partage des eaux contrainte par des marqueurs*

$f$  : fonction sur laquelle on veut appliquer la ligne de partage des eaux

$g$  : fonction de marquage (sélectionne des minima régionaux)

Reconstruction :  $E_{f \wedge g}(g, B_\infty)$  (seulement les minima sélectionnés)

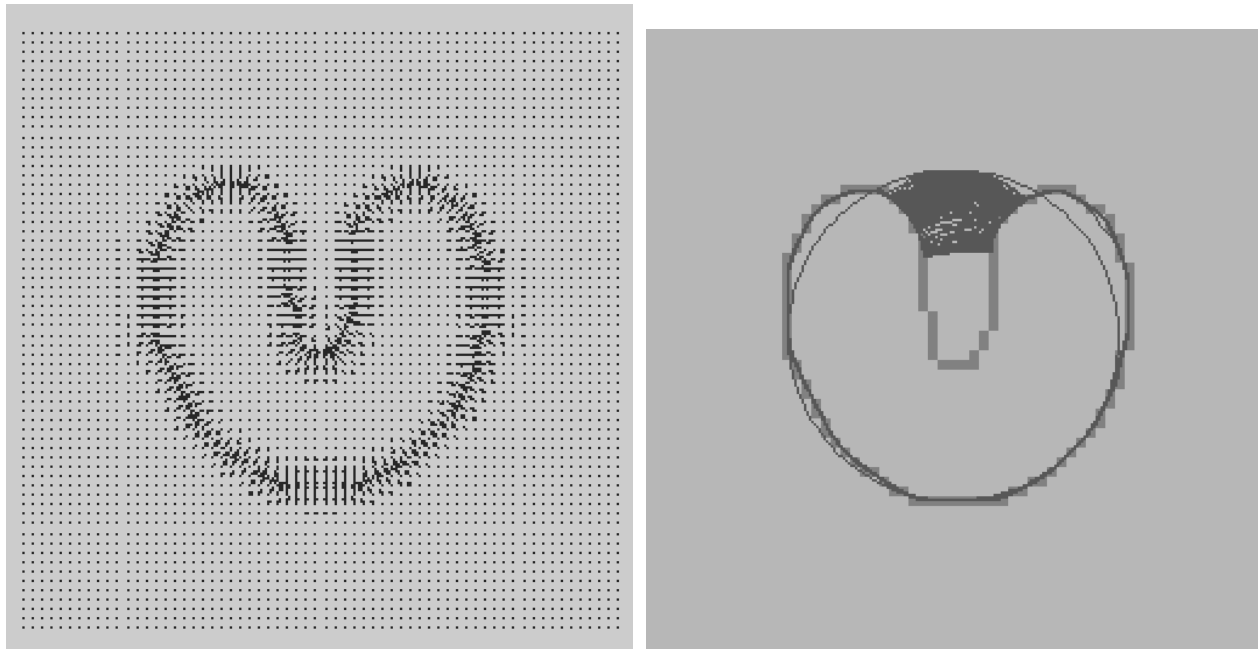


# *Modèles déformables*

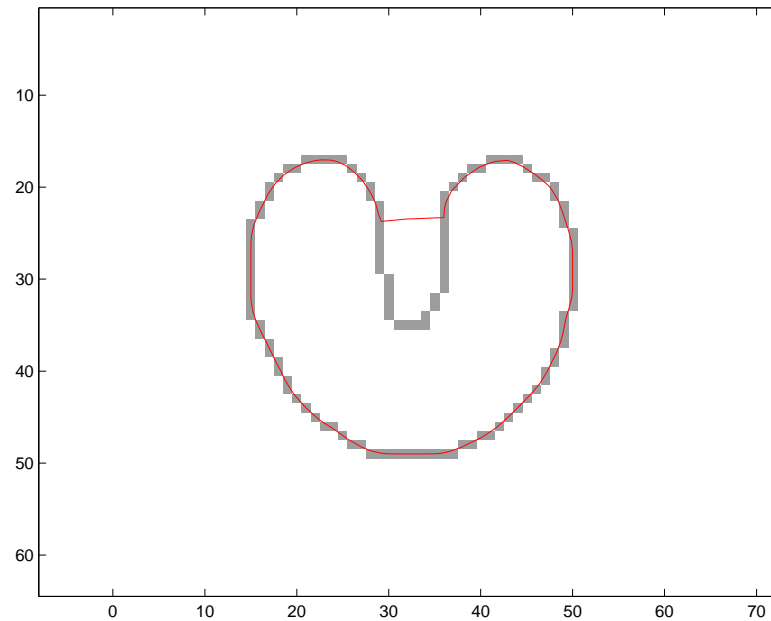
Evolution



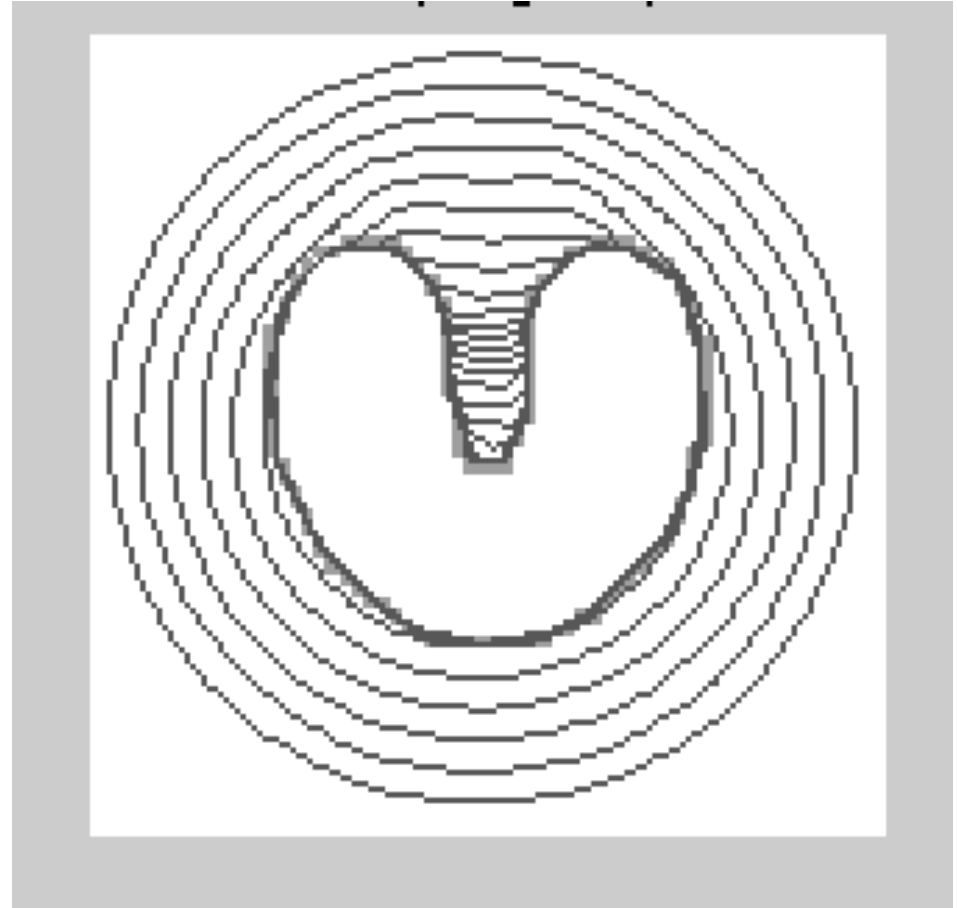
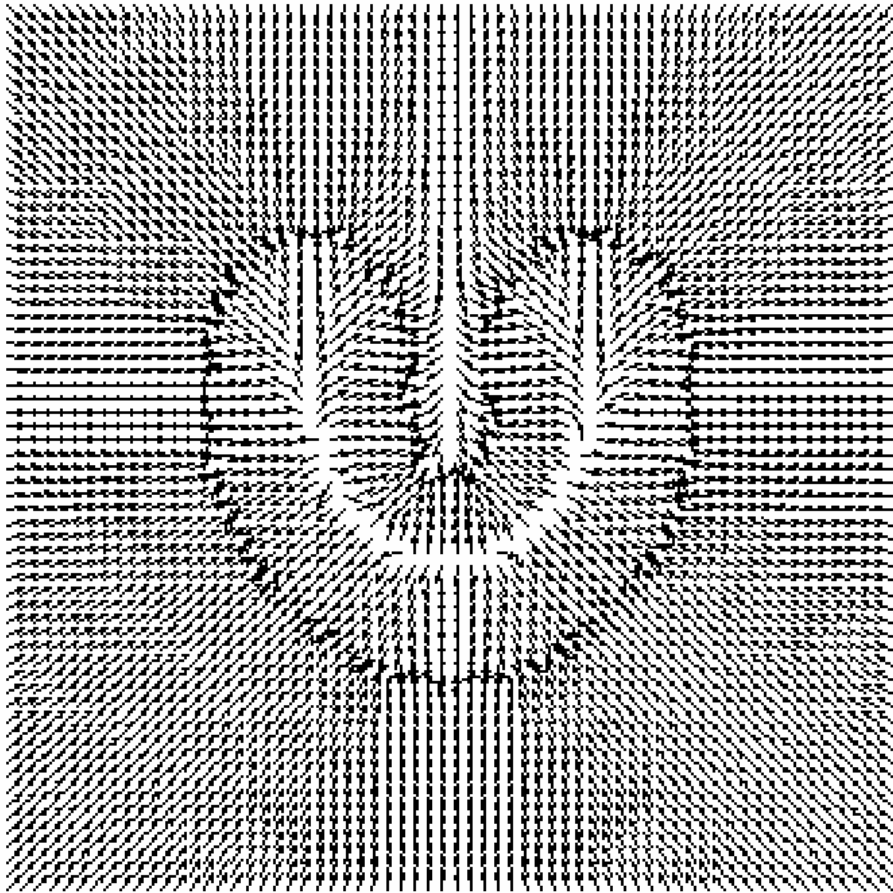
# Contour actif classique



Final result, iter = 500



# ***GVF***

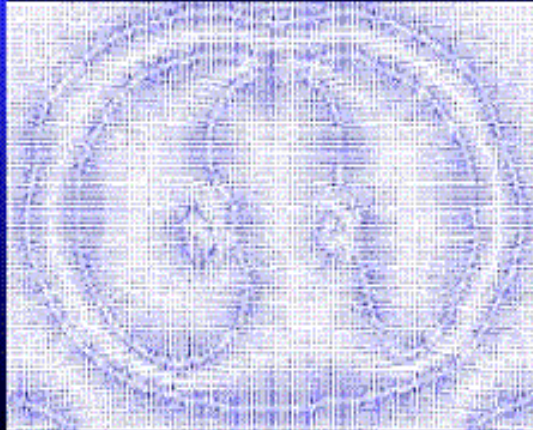


# ***GVF : exemple d'évolution***

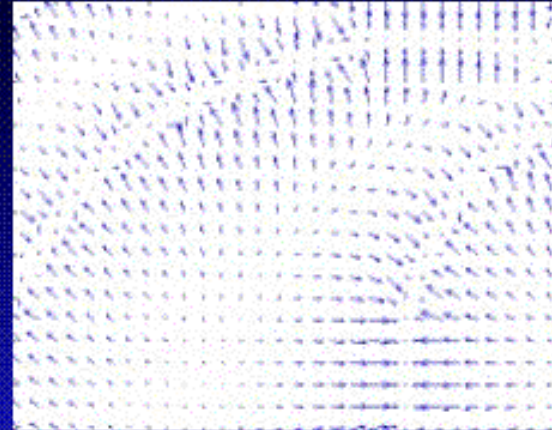
Evolution

# ***GVF : exemple en imagerie médicale***

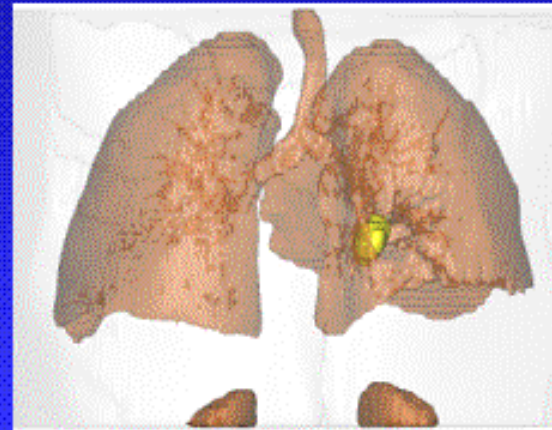
## **Initialization procedure. Segmentation. Examples**



GVF field



GVF field. Detail.



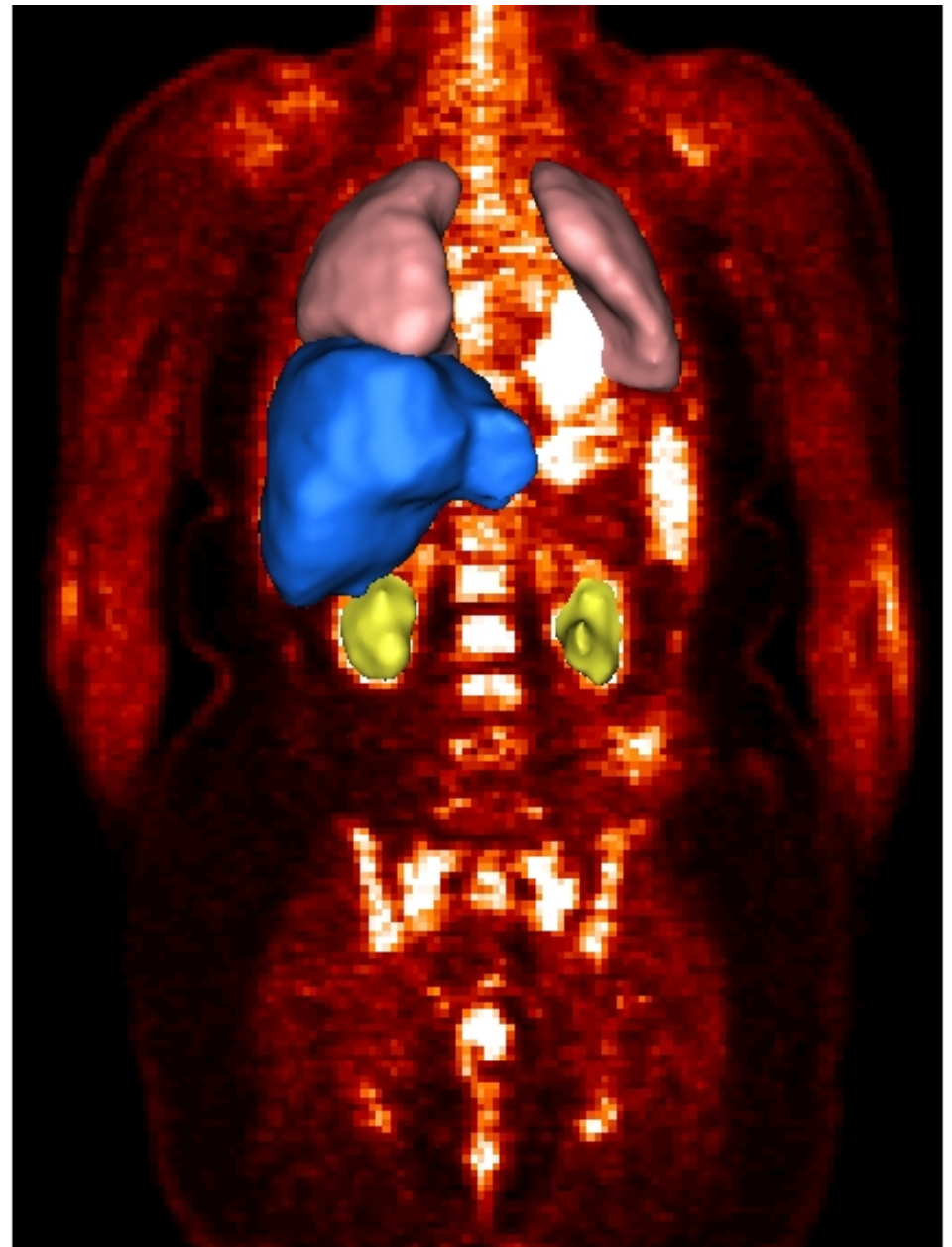
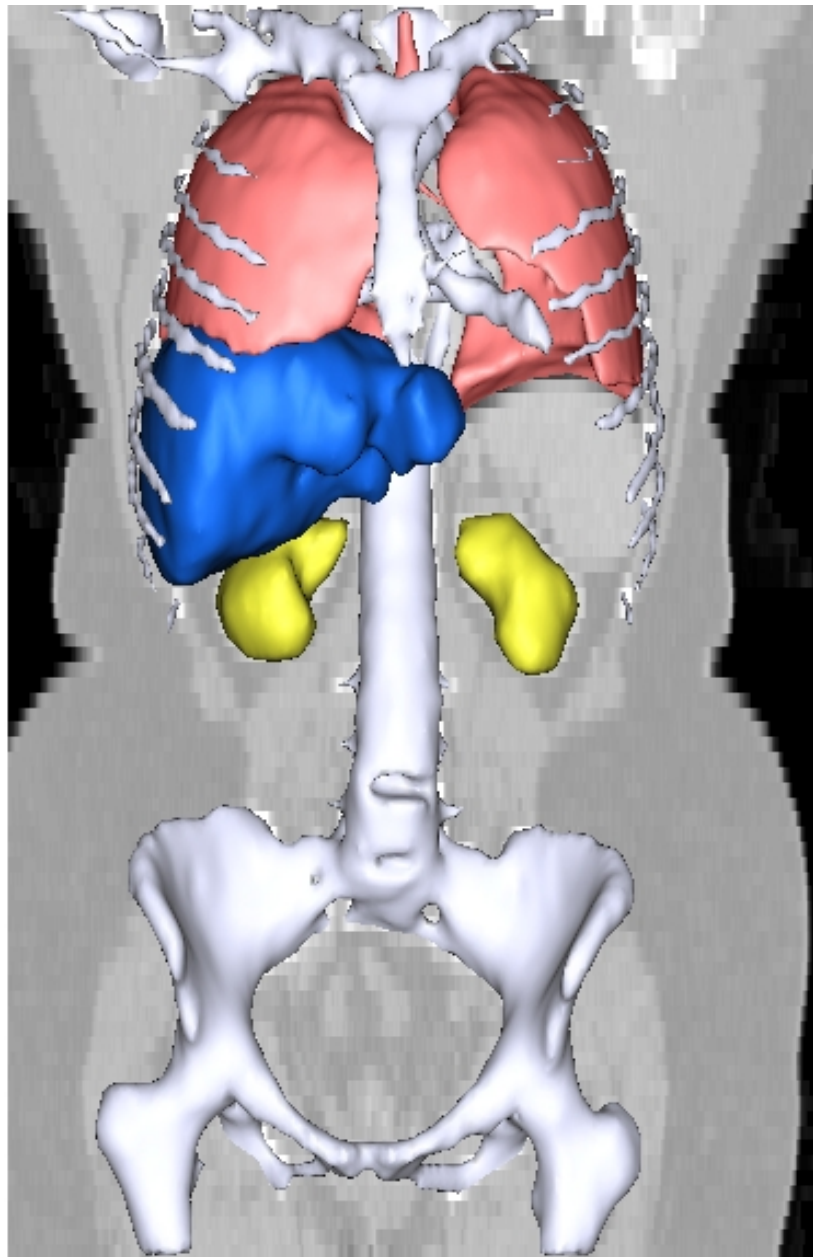
Rendering of segmented structures



Clip vidéo



## *GVF : exemple en imagerie médicale*





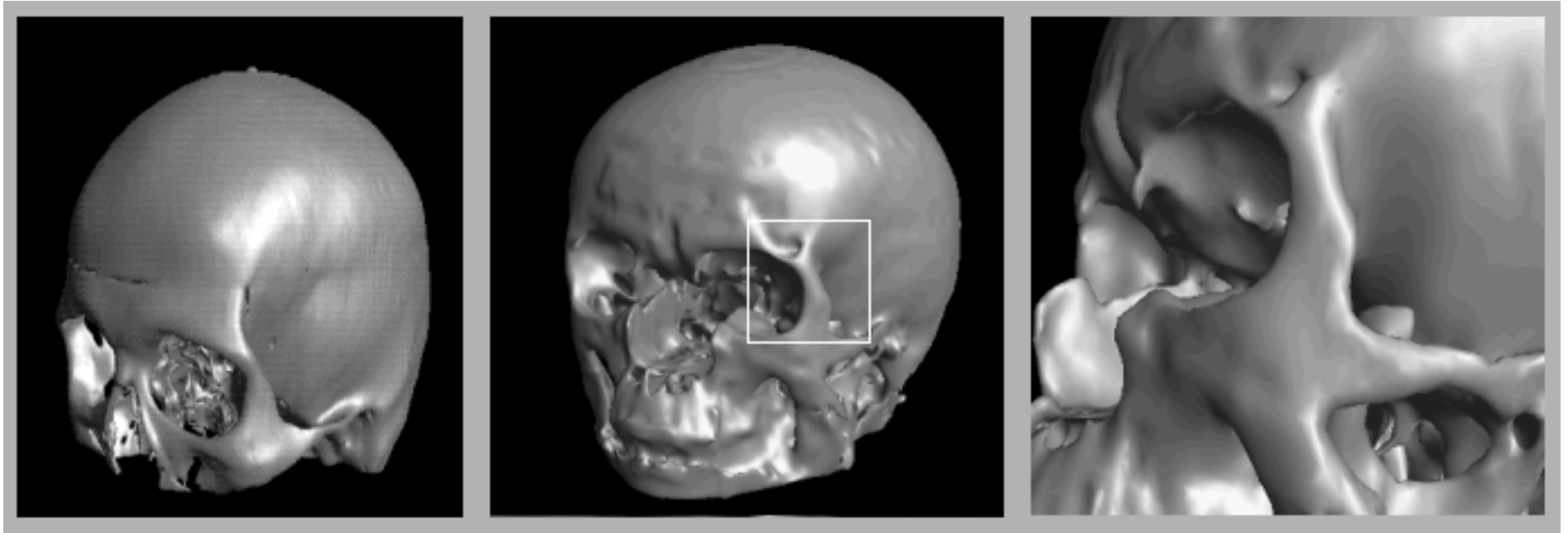
***Dimension supplémentaire :***  
***exemple de la distance***



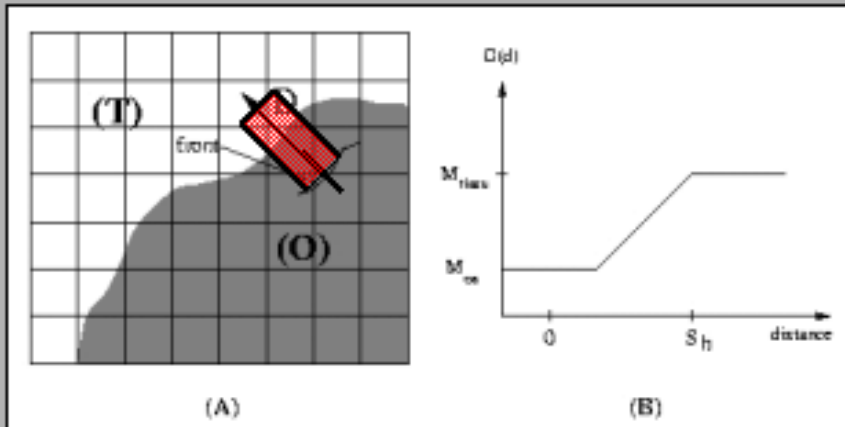
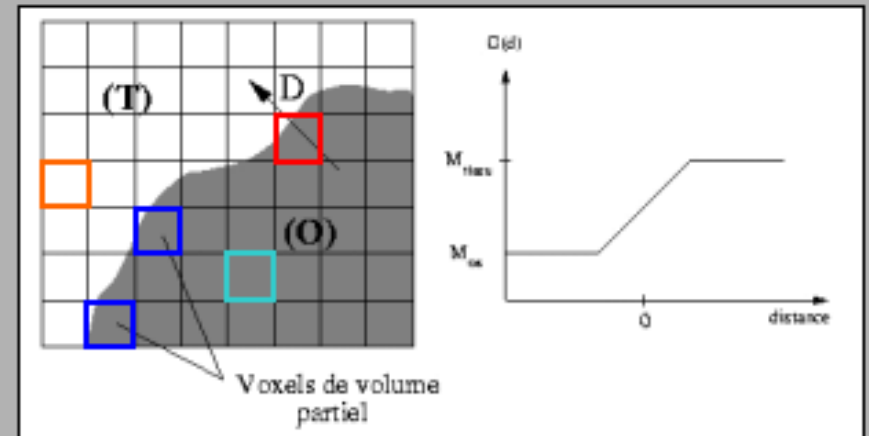
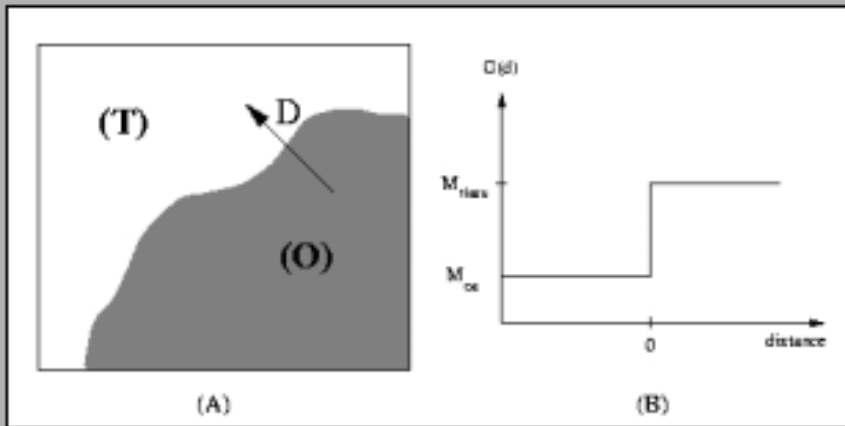
# *Ensembles de niveau et changement de topologie*

Exemple

## *Exemple : segmentation de l'os en IRM*

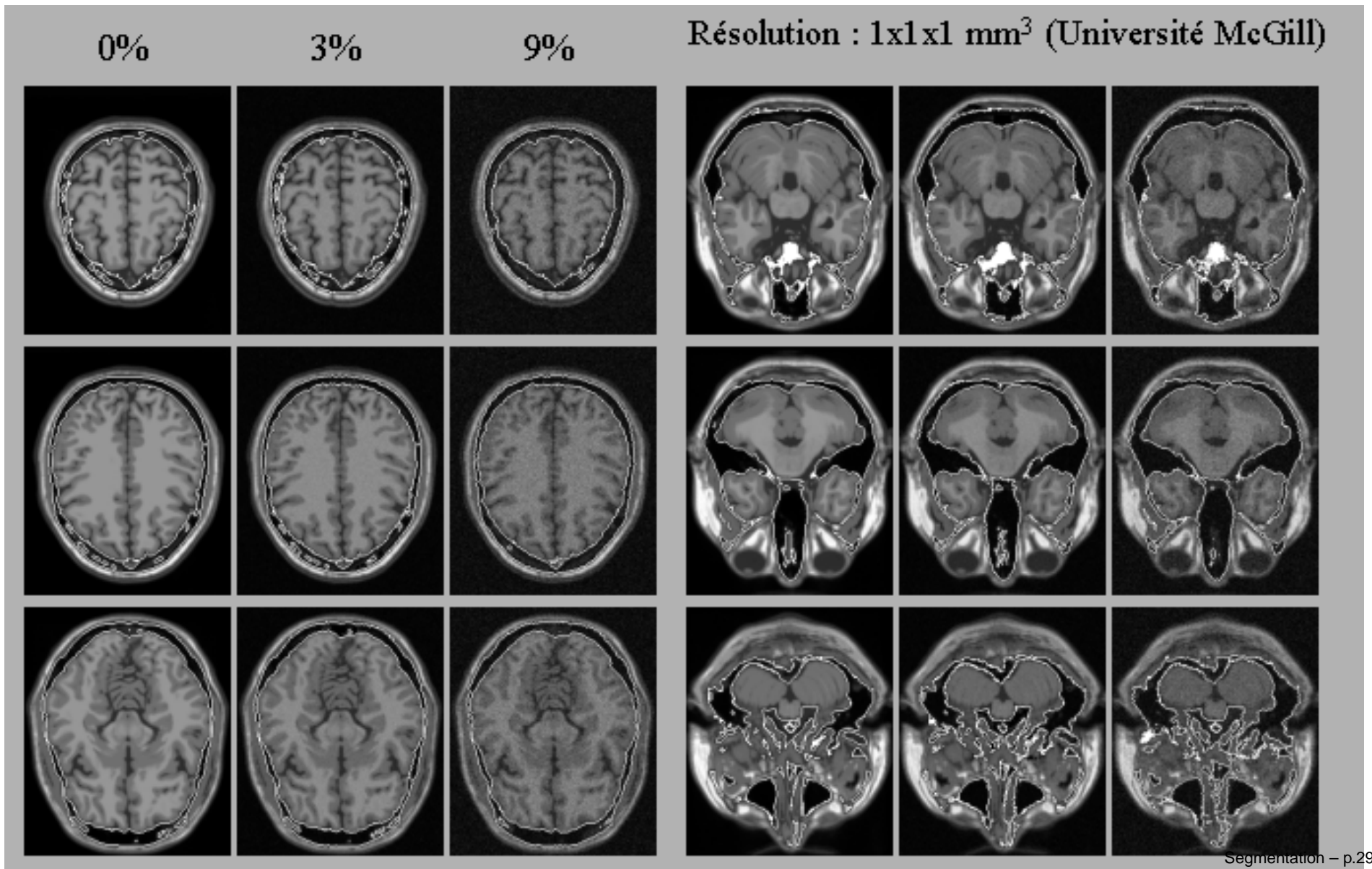


# Exemple : segmentation de l'os en IRM



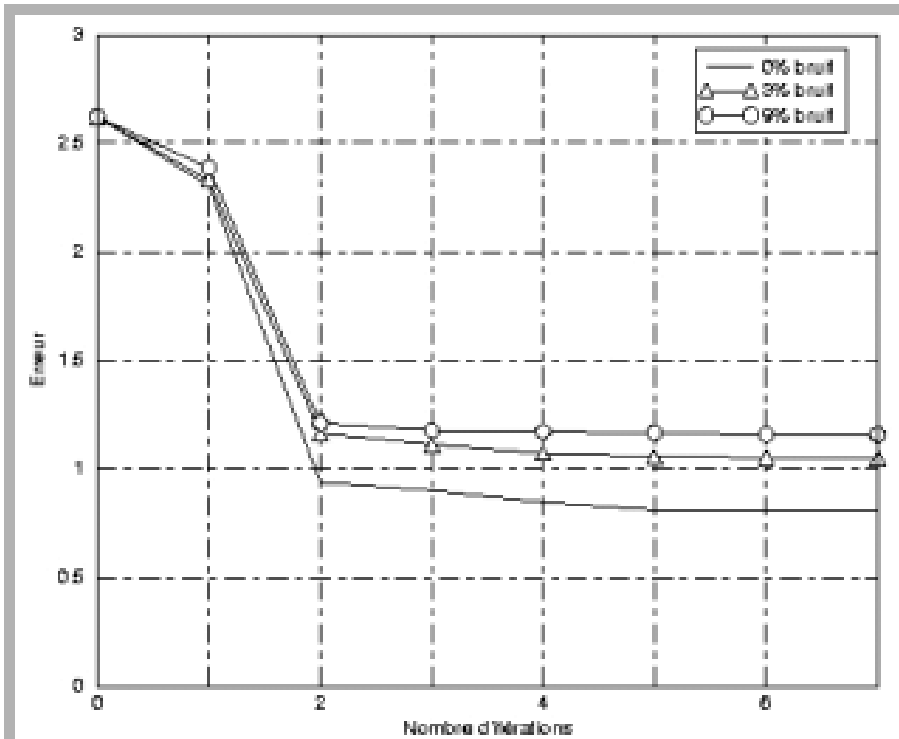
$$\alpha_{os}(V) = \frac{M_{tissu} - g(V)}{M_{tissu} - M_{os}}$$

# Exemple : segmentation de l'os en IRM

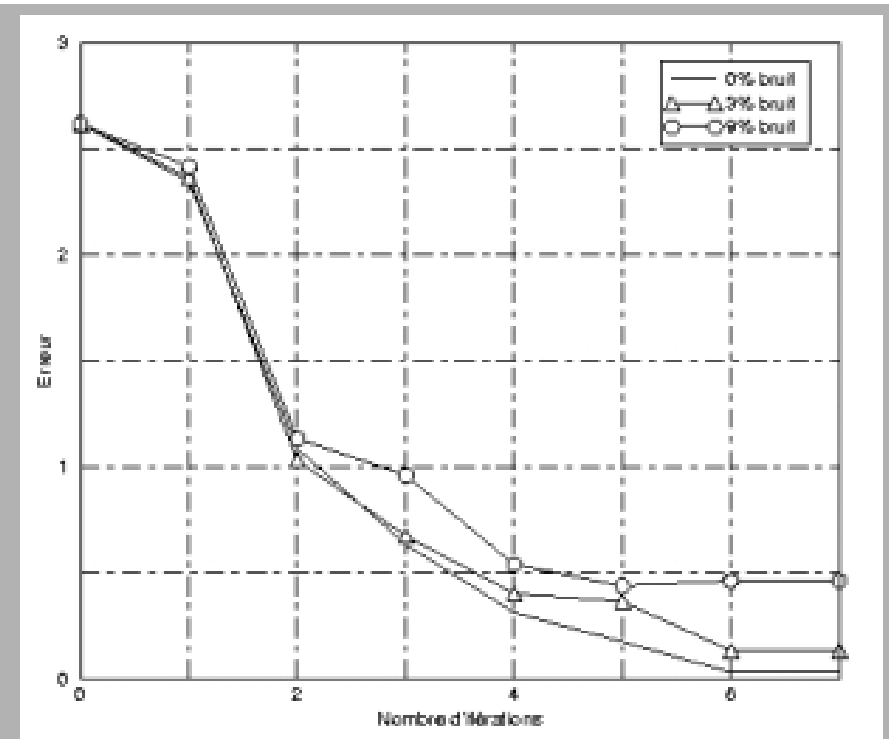




# Exemple : segmentation de l'os en IRM

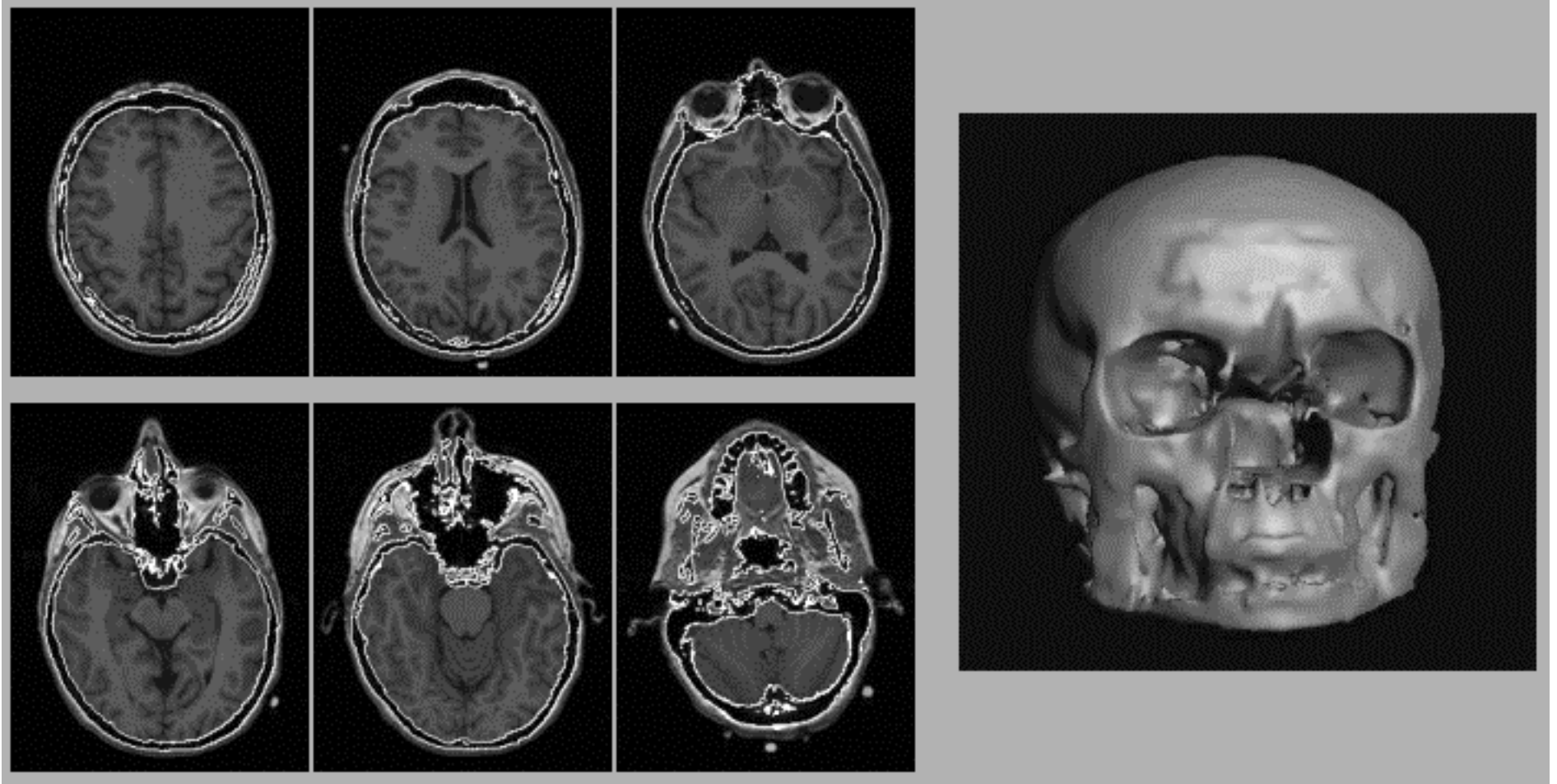


Sans estimation du volume partiel.



Avec estimation du volume partiel.

## *Exemple : segmentation de l'os en IRM*



# *Exemple : segmentation de l'os en IRM*

Evolution

Résultat

# *Contours actifs géodésiques*

Evolution