

# Plan

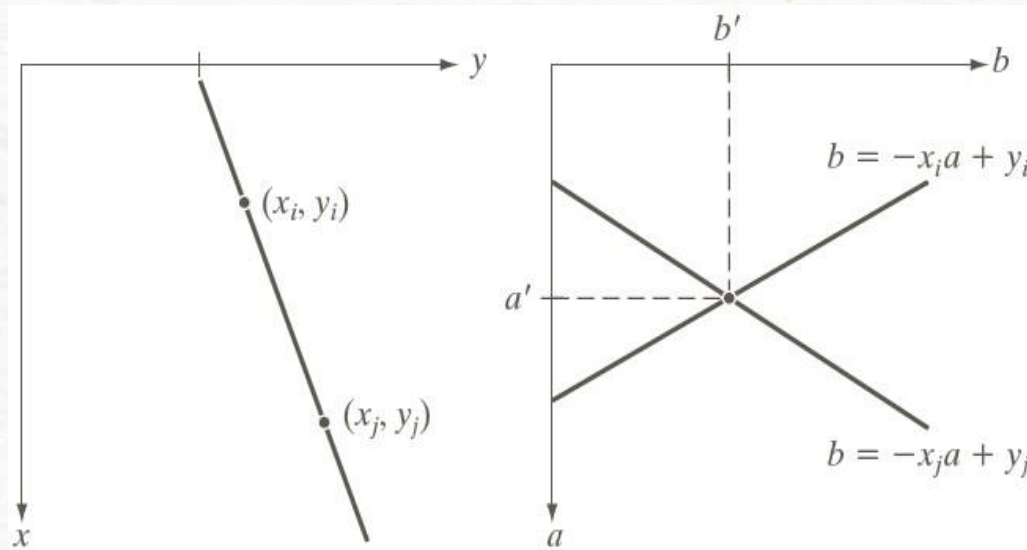
---

1. **Introduction**
2. **Détection de contours**
  - Formulation du problème
  - Méthodes élémentaires: gradient et laplacien
  - Méthode de Canny
  - Détection de frontières
3. **Segmentation de régions**
  - Position du problème
  - Techniques de seuillage global
  - Techniques de seuillage local ou adaptatif
  - Autres méthodes

# Transformée de Hough (1)

## Démarche

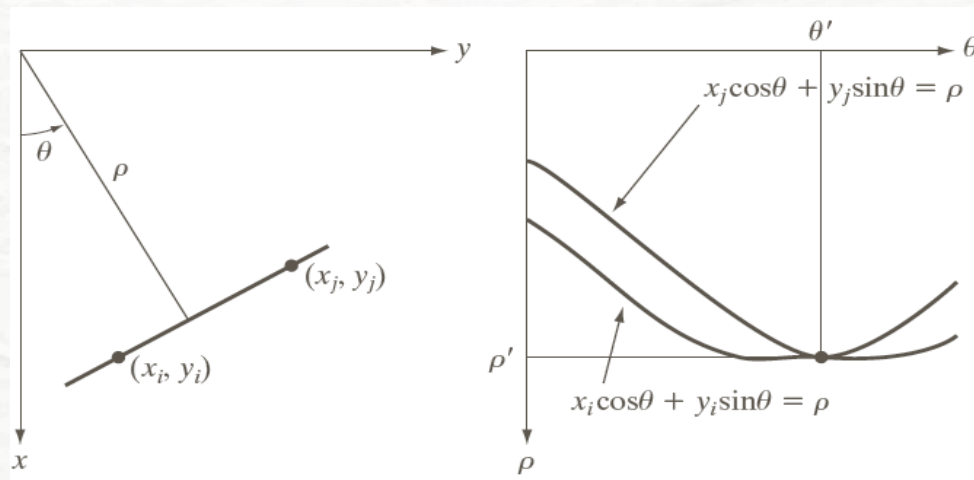
- Détection d'une *courbe paramétrée* qui passe par les points d'un contour
- Cas typique : ligne droite qui passe par les pixels d'un contour
- Illustration : droite paramétrée selon  $y = a'x + b'$



# Transformée de Hough (2)

## Mise en œuvre

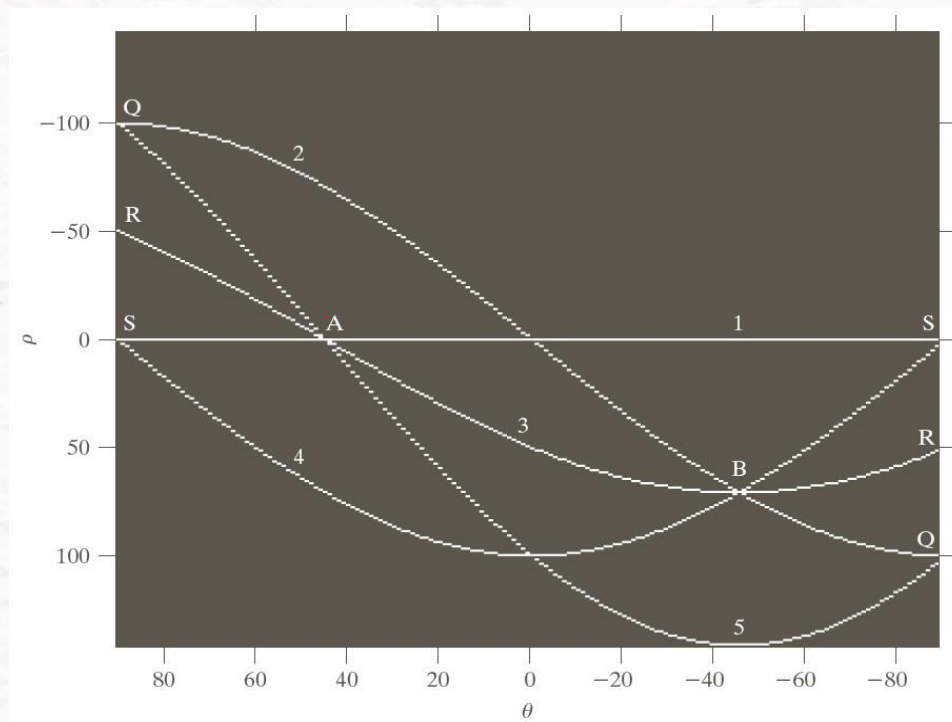
- Paramétrisation plus générale d'une droite :  $x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$
- Extension possible à d'autres types de courbes paramétrées
- Nécessité de post-traitements (connexion des éléments de frontière)



© 1992-2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

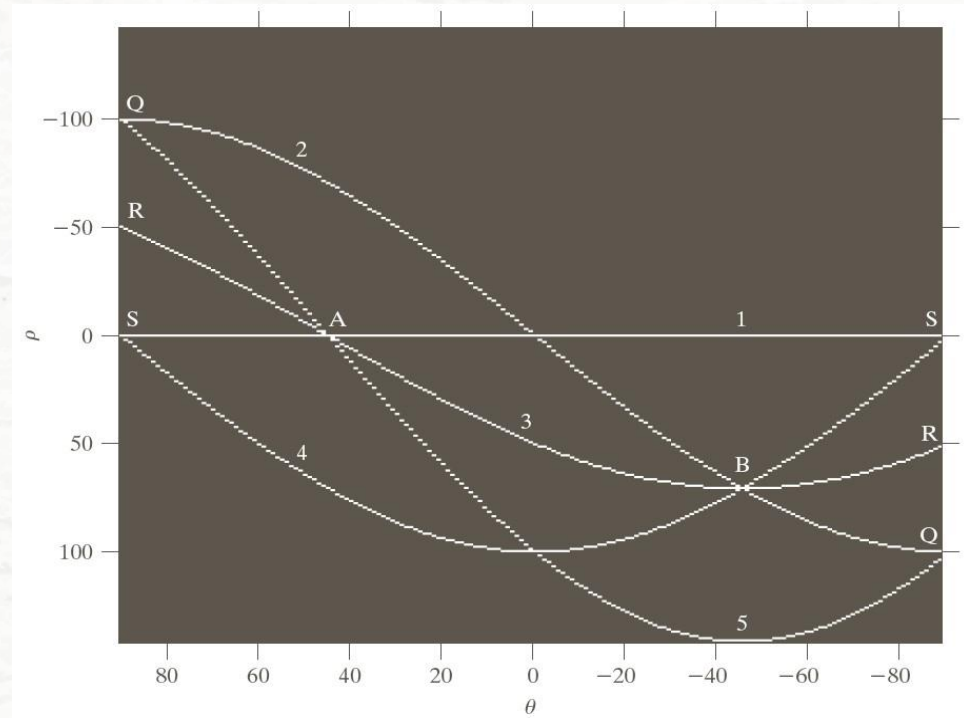
# Transformée de Hough (3)

## Exemple



© 1992-2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

# Quiz



Pourquoi dans l'espace de Hough la courbe correspondante au point « 1 » est une ligne droite?

slido

Please download and  
install the Slido app on  
all computers you use



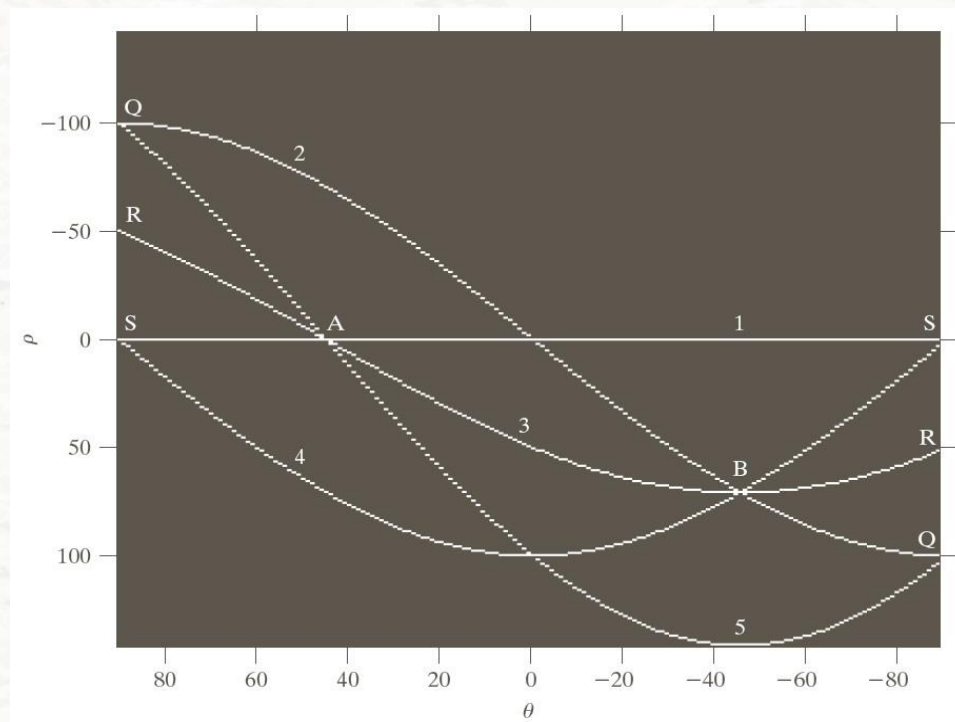
**Pourquoi dans l'espace de  
Hough la courbe  
correspondante au point  
« 1 » est une ligne droite?**

① Start presenting to display the poll results on this slide.



# Transformée de Hough (3)

## Exemple



© 1992-2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Exemple : voir demo\_Hough

# Plan

---

## 1. Introduction

## 2. Détection de contours

- Formulation du problème
- Méthodes élémentaires: gradient et laplacien
- Méthode de Canny
- Détection de frontières

## 3. Segmentation de régions

- Position du problème
- Techniques de seuillage global
- Techniques de seuillage local ou adaptatif
- Autres méthodes



# Segmentation de régions (1)

---

## Position du problème

- Objectif: partitionnement de l'image
- Cas courant : chaque région caractérisée par
  - son intensité moyenne
  - certaines variations

### Importance de l'histogramme

- Types de variations
  - « bruit »
  - Variations lentes
- Autres effets (exemple : taille des régions)

### Effet significatif sur les propriétés de l'histogramme

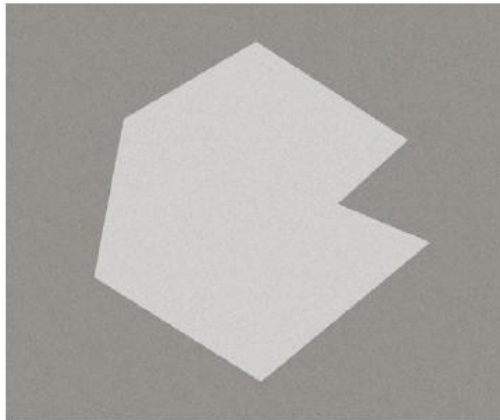
# Segmentation de régions (2)

## Exemple: effet du bruit

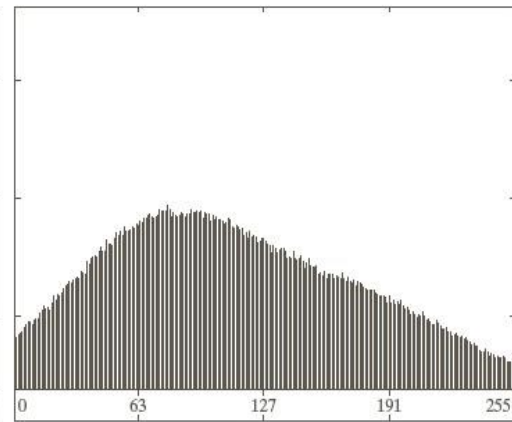
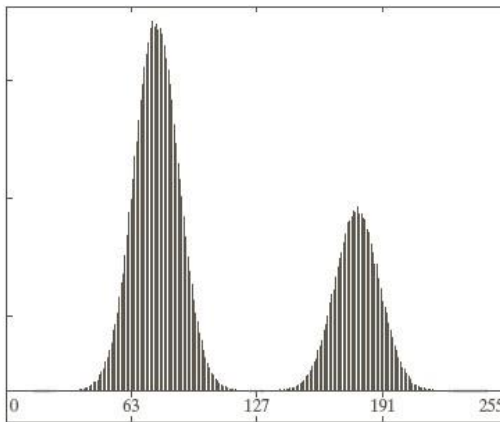
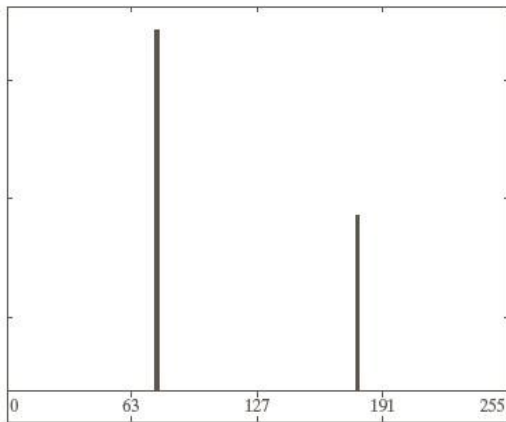
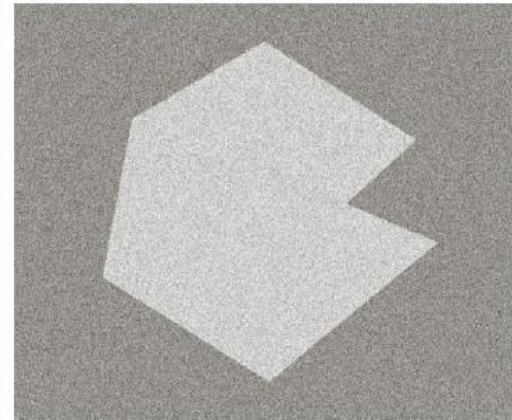
bruit gaussien,  $\sigma_\eta = 0$



$\sigma_\eta = 10$



$\sigma_\eta = 50$

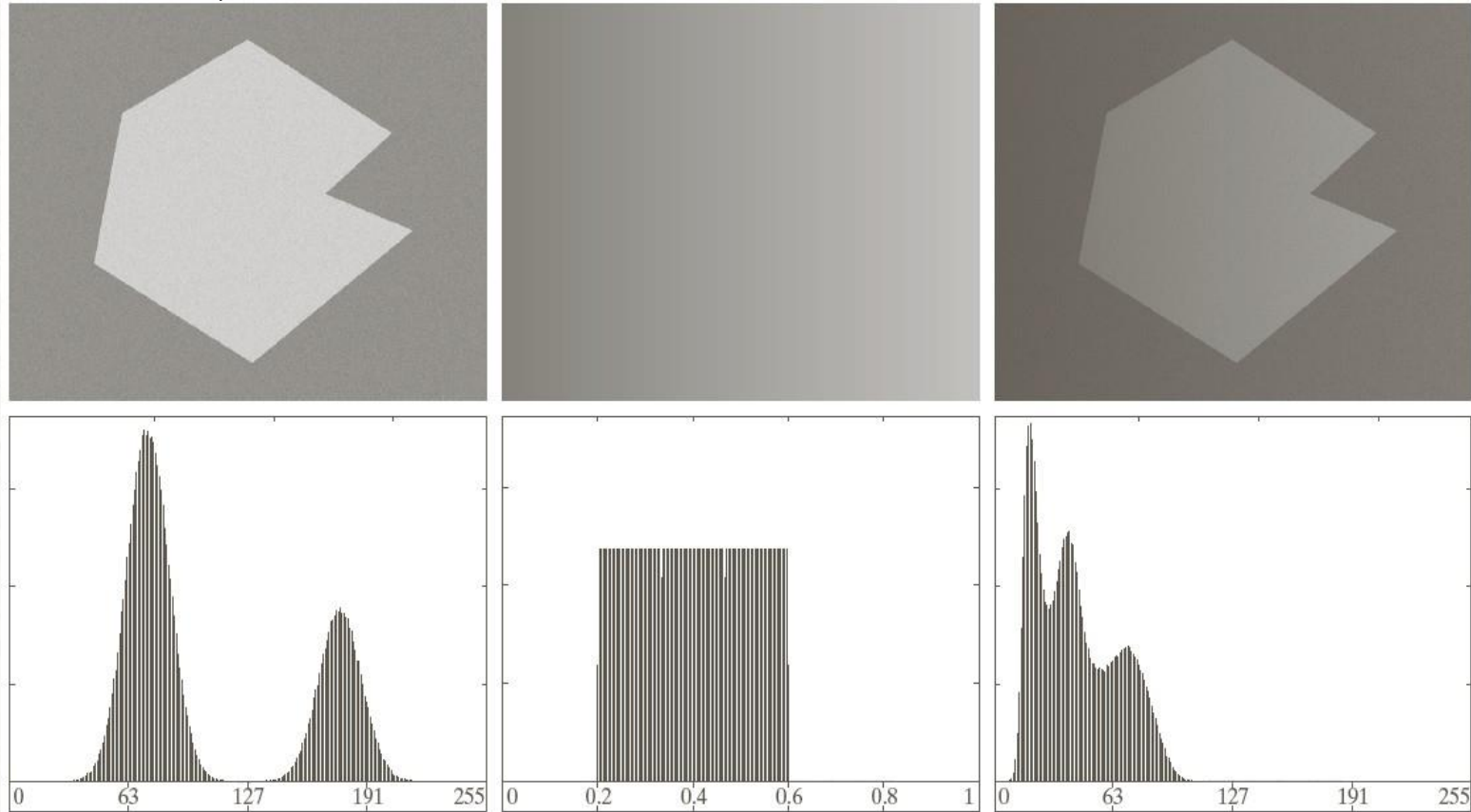


© 1992-2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

# Segmentation de régions (3)

## Exemple: effet de variations lentes de l'intensité

$$\sigma_{\eta} = 10$$

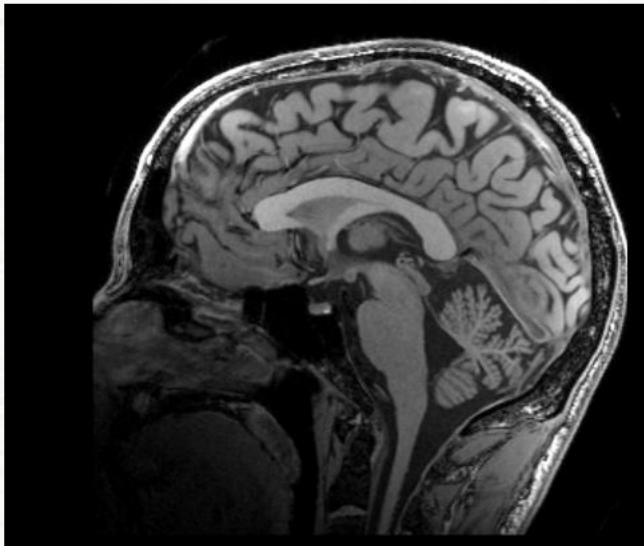


© 1992-2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

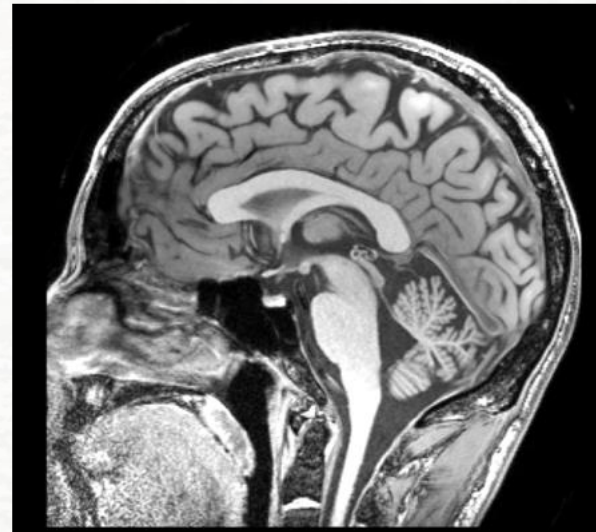
# Segmentation de régions (3)

## Exemple: effet de variations lentes de l'intensité

avant correction



après correction

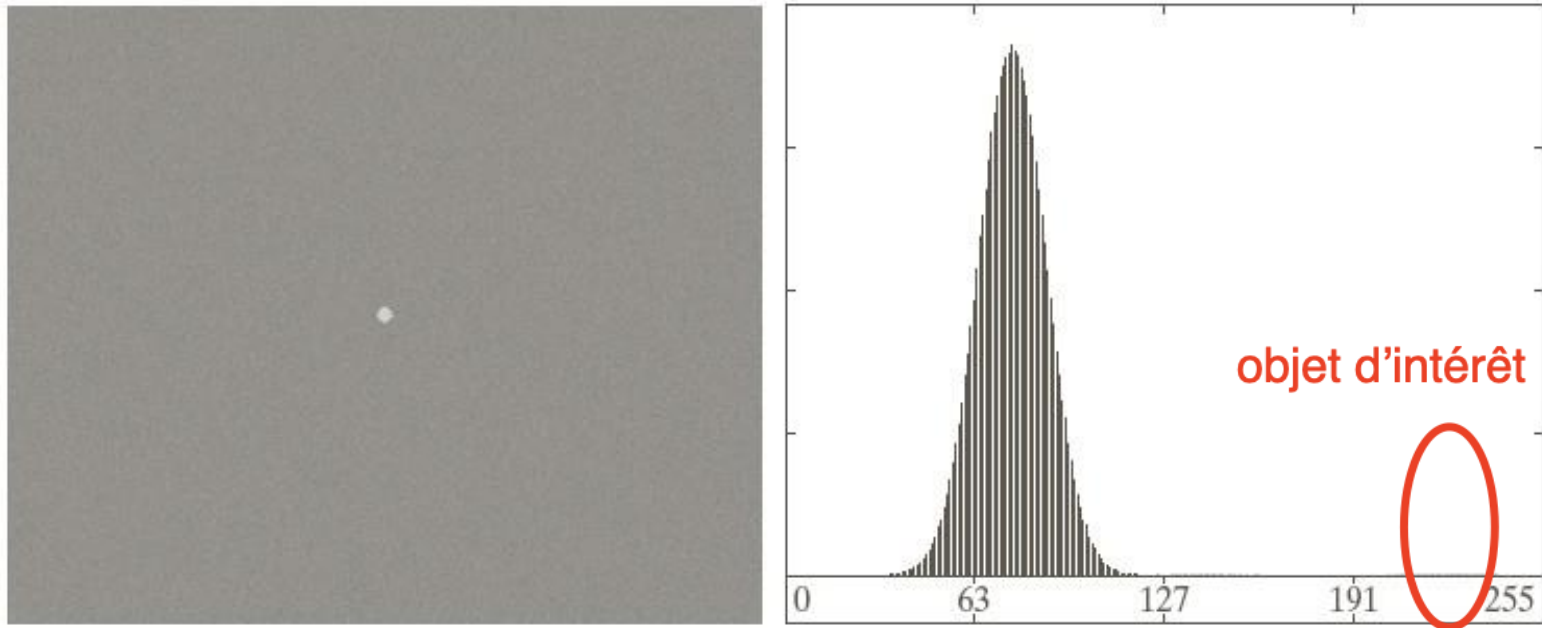


[https://www.slicer.org/w/images/7/77/MRI\\_Bias\\_Field\\_Correction\\_Slicer3\\_close\\_up.png](https://www.slicer.org/w/images/7/77/MRI_Bias_Field_Correction_Slicer3_close_up.png)



# Segmentation de régions (4)

## Exemple: effet de la taille des régions



© 1992-2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

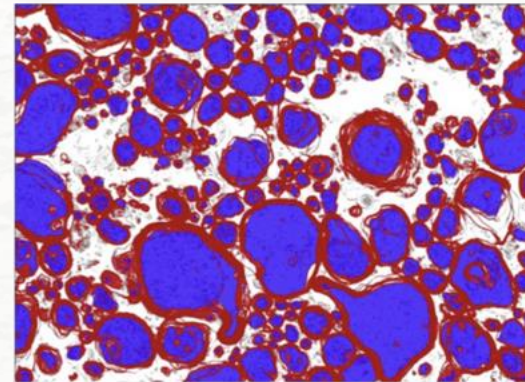
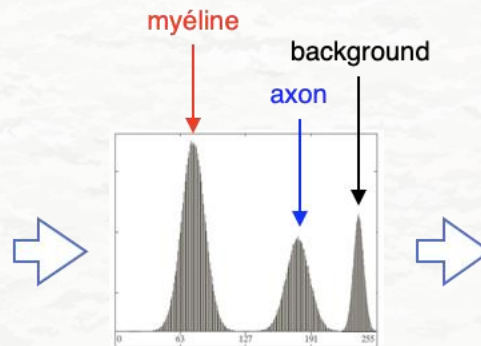
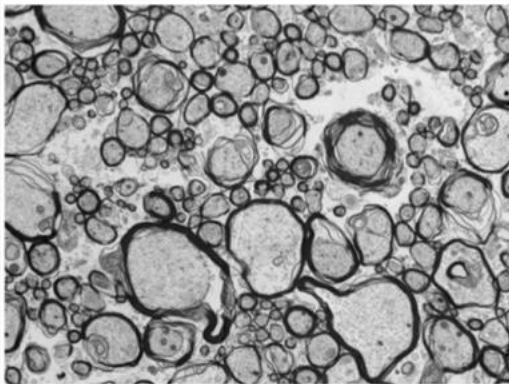
## Limitation de l'approche par histogramme

Perte des caractéristiques propres aux images (2D, voisinage,...)

# Exemple : microscopie électronique

## Approche empirique

- Choix des seuils par inspection de l'histogramme
- Exemple : Segmentation de neurones à partir d'image histologique





# Techniques de seuillage global

## Méthode de Otsu: estimation **automatique** d'un seuil pour séparer 2 régions

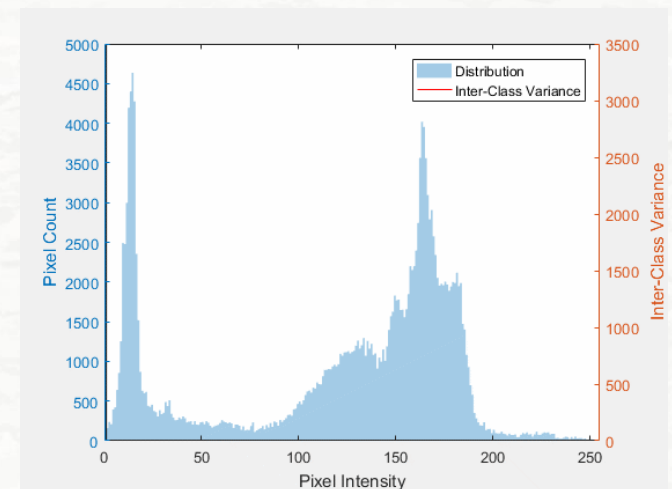
- maximisation de la *dispersion* entre classes

- Inter-classe variance:  $\sigma_B^2 = P_1(m_1 - m_G)^2 + P_2(m_2 - m_G)^2$

$P_1, P_2$ : probabilité pour classes 1, 2 pour un certain seuil

$m_1, m_2, m_G$ : moyenne pour classes 1, 2, global

- maximisation de la variance inter-classe pour toutes les valeurs de seuil possibles
- Possibilité d'extension pour plusieurs niveaux

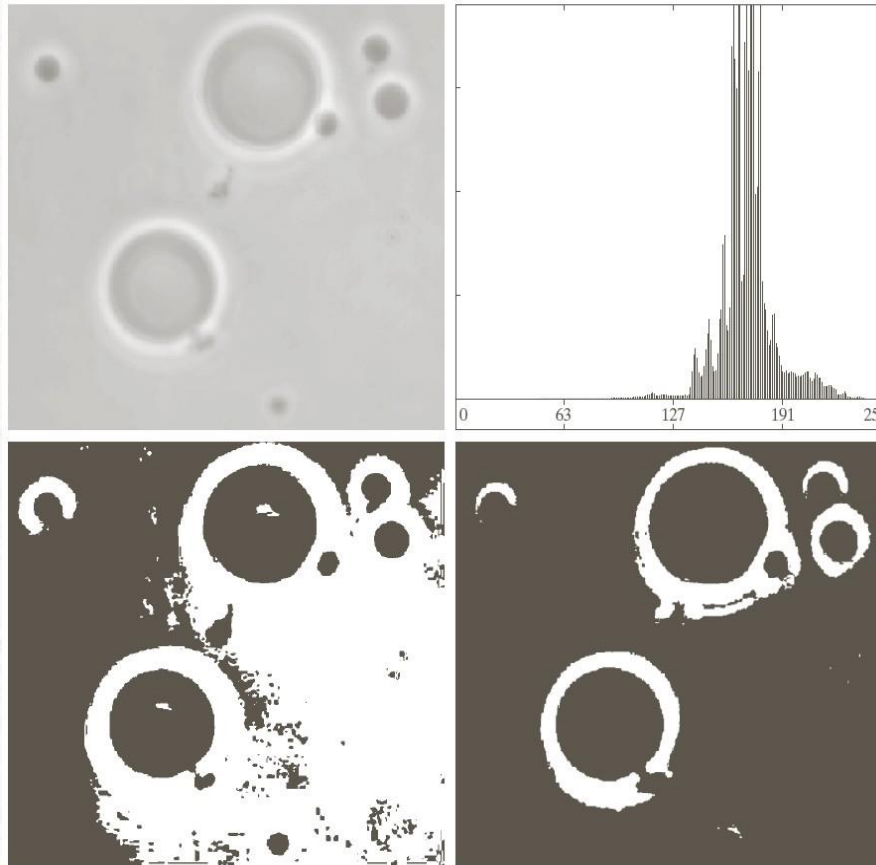


By Lucas(CA) - Own work, CC BY-SA 4.0

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=67144384>

# Méthode de Otsu

## Exemple de résultat



seuillage manuel

seuillage a base de  
méthode d'Otsu

© 1992-2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

# Méthode de Otsu

Effet du bruit et de la taille des régions

---

## Approche

- Calcul de l'histogramme dans une partie de l'image rétablissant l'équilibre entre taille des régions

### Frontière et son voisinage

- Étapes du traitement
  - Détection des contours et seuillage par une méthode vue précédemment
  - Calcul de l'histogramme sur les pixels des contours et un voisinage de ceux-ci
  - Méthode de Otsu sur l'histogramme ainsi obtenu

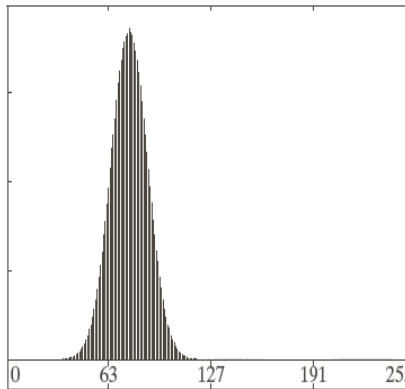
# Méthode de Otsu

## Exemple: histogramme sur les pixels des contours

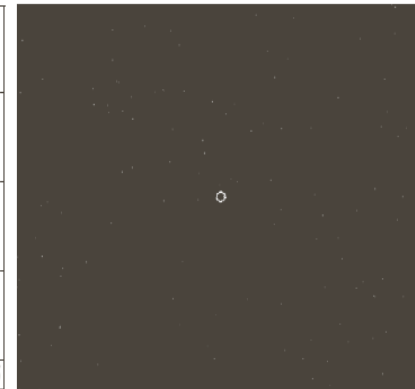
(a) Image avec objet à segmenter



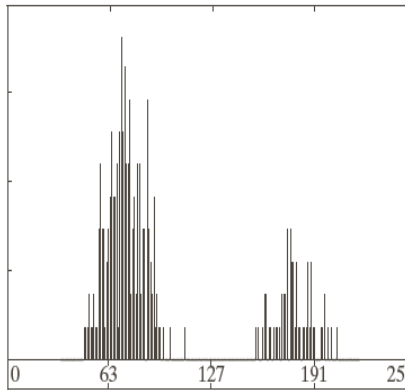
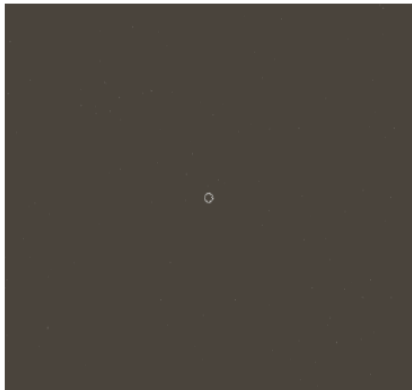
(b) Histogramme



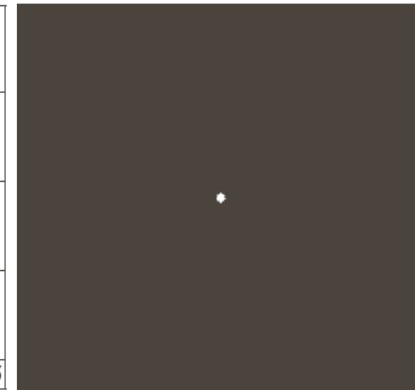
(c) Masque formé par l'image de la magnitude du gradient seuillée au percentile 99,7.



(d)  $a \cdot c$



(f) Méthode d'Otsu à partir de l'histogramme dans (e)



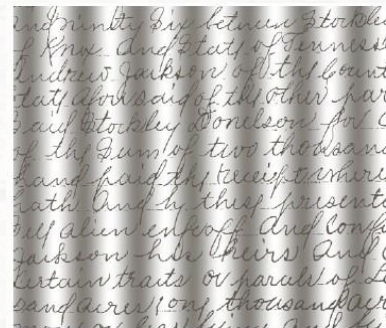
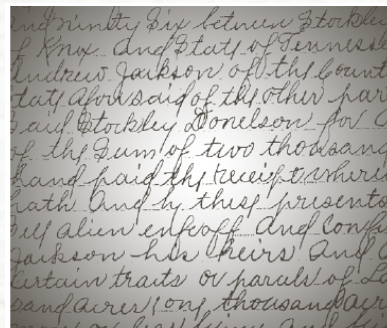
(e) Histogramme de pixels non-zéro de (d)



# Seuillage adaptatif

## Limitations des techniques de seuillage global

Dans certains cas, il est impossible de trouver un seuil global pour segmenter un objet d'intérêt (ici: le texte manuscrit)



© 1992-2008  
R. C. Gonzalez  
& R. E. Woods

—> On a recourt aux techniques de seuillage local ou adaptatif

# Techniques de seuillage local ou adaptatif

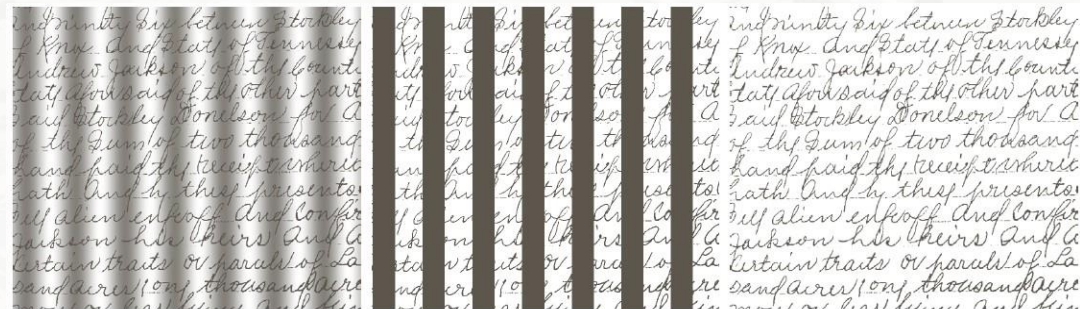
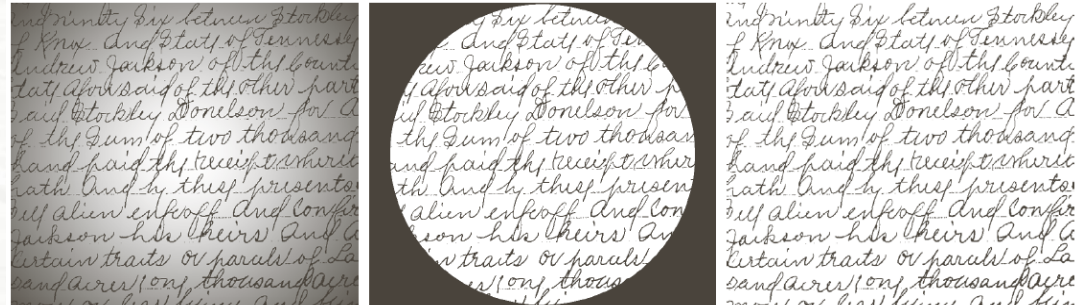
## Seuillage local

- Division en sous-images (vignette)
- Traitement indépendant des vignettes avec les techniques précédentes
- Efficace pour des variations lentes de l'intensité
- Taille des vignettes ?

© 1992-2008  
R. C. Gonzalez  
& R. E. Woods

Seuil global

Seuil local





# Autres méthodes (1)

---

## Approches précédentes

- Simplicité
- Forte composante empirique
- Prise en compte très partielle des caractéristiques propres aux images

## Approches par régions

- Croissance de region, division et aggrégation, morphologie mathématique
- Meilleure prise en compte des caractéristiques propres aux images
- Composante empirique significative

# Autres méthodes (2)

---

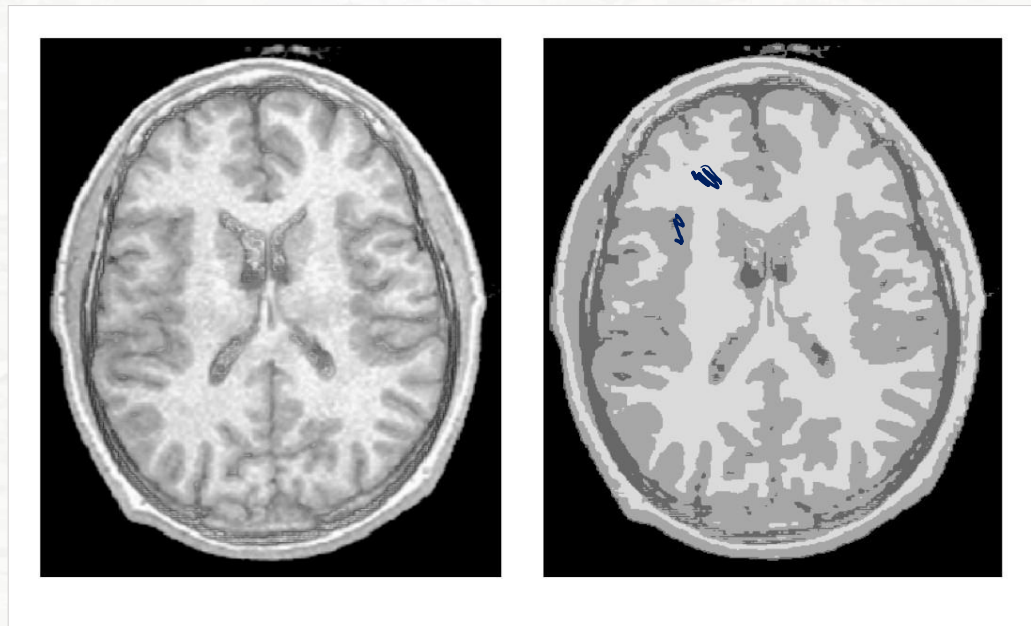
## Autres algorithms:

- modèles déformables (*snakes*/contours actifs)
- modèle markovien
- modèle non-local
- segmentation supervisée; entraînement manuel
- segmentation avec information *a priori* : atlas
- « Level Sets »
- « extended minima »
- k-means
- autres méthodes spécifiques...

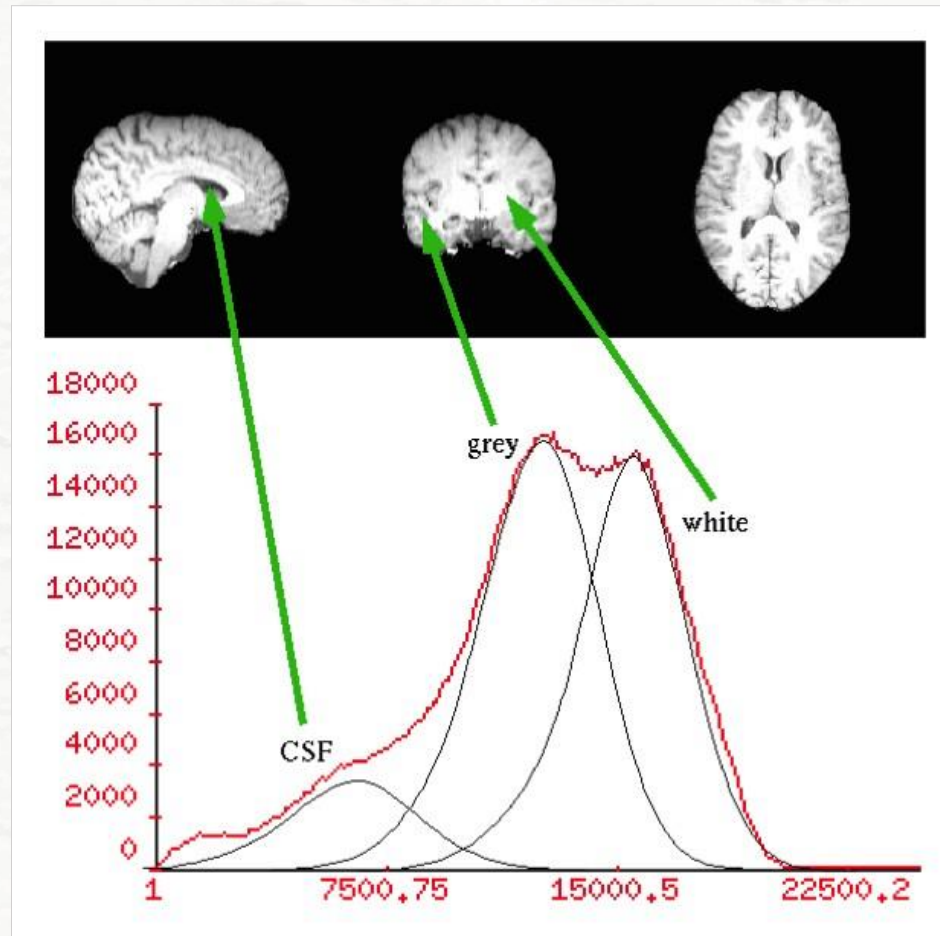
# Exemple : segmentation par modèle markovien

## Modèles utilisés

- Modèle de regions : champ de Markov à valeurs discrètes
- *Estimation* du modèle non observé (MAP)



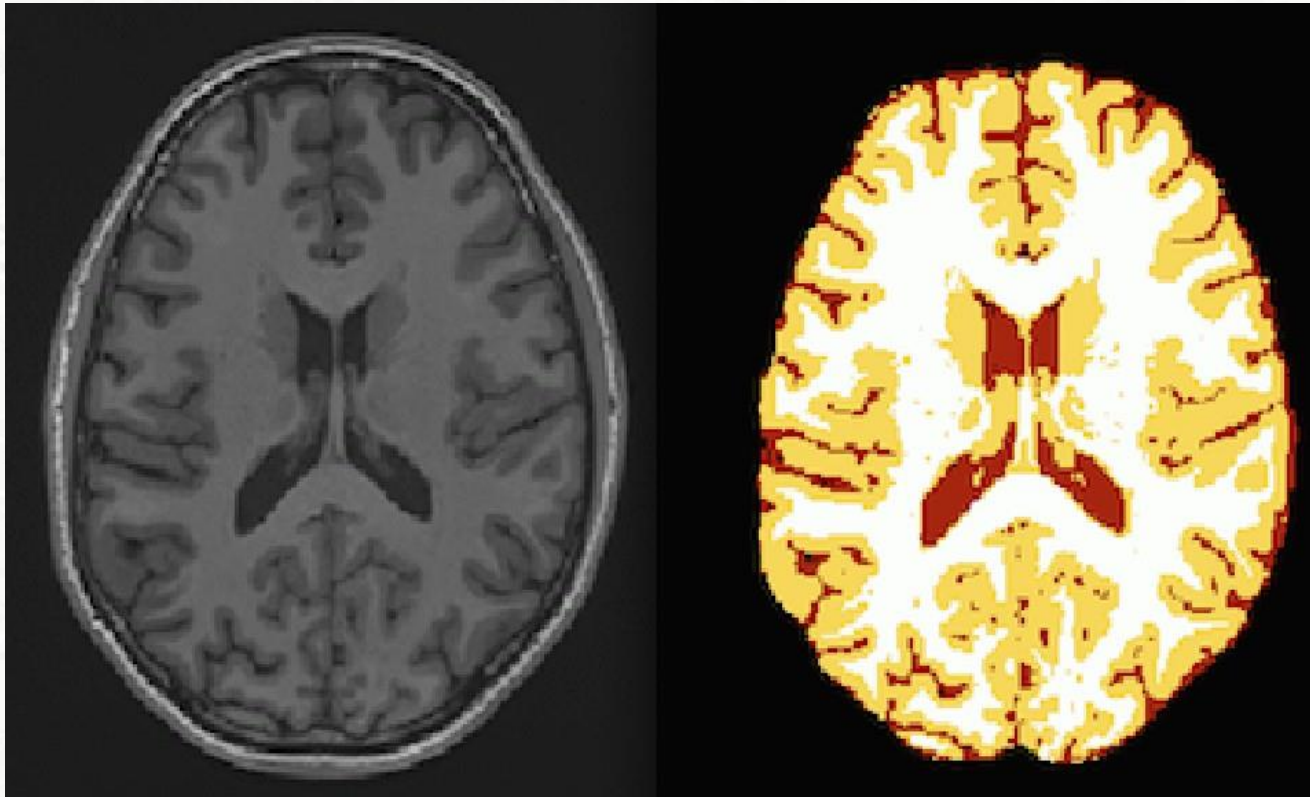
# Exemple : segmentation du cerveau avec information *a priori* et modèle non-locale



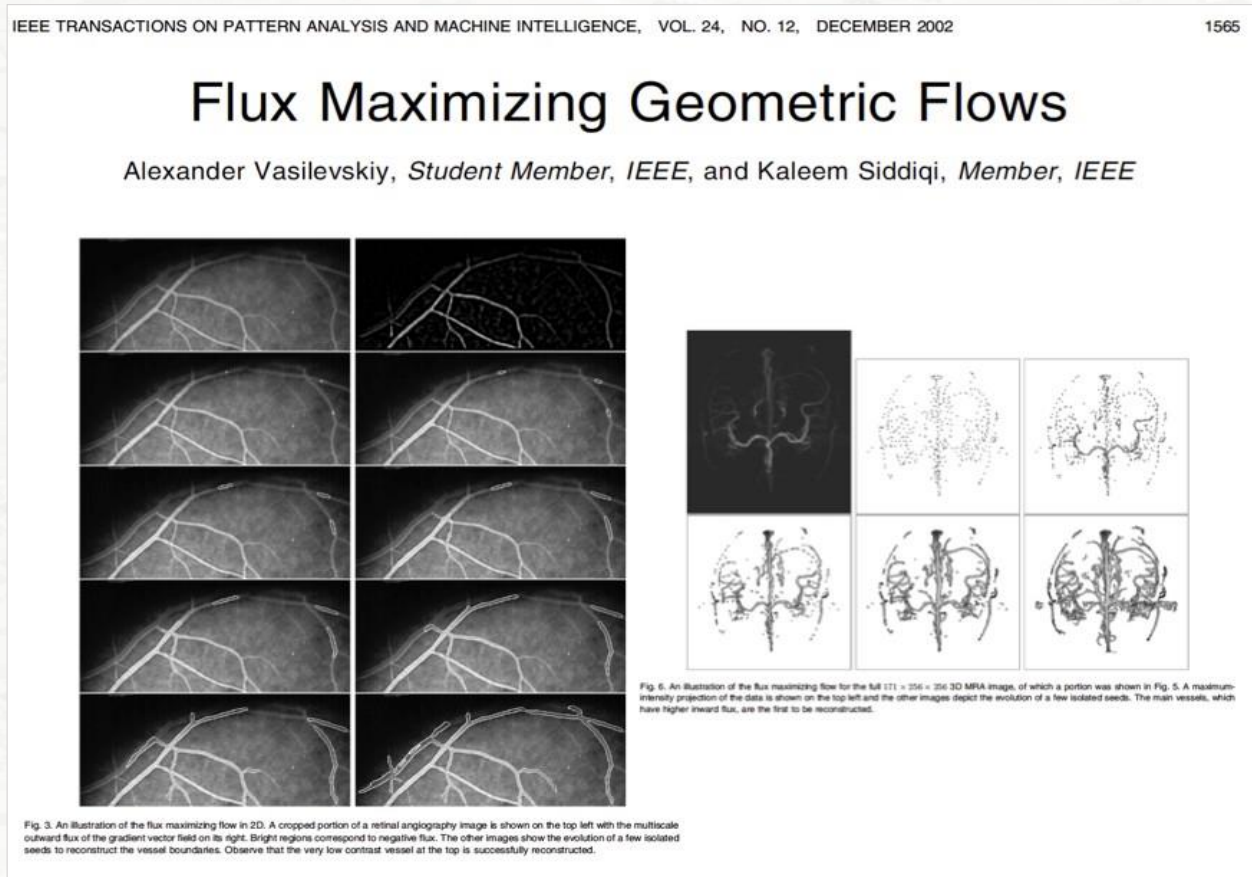


# Exemple : segmentation du cerveau avec information *a priori* et modèle non-locale

---

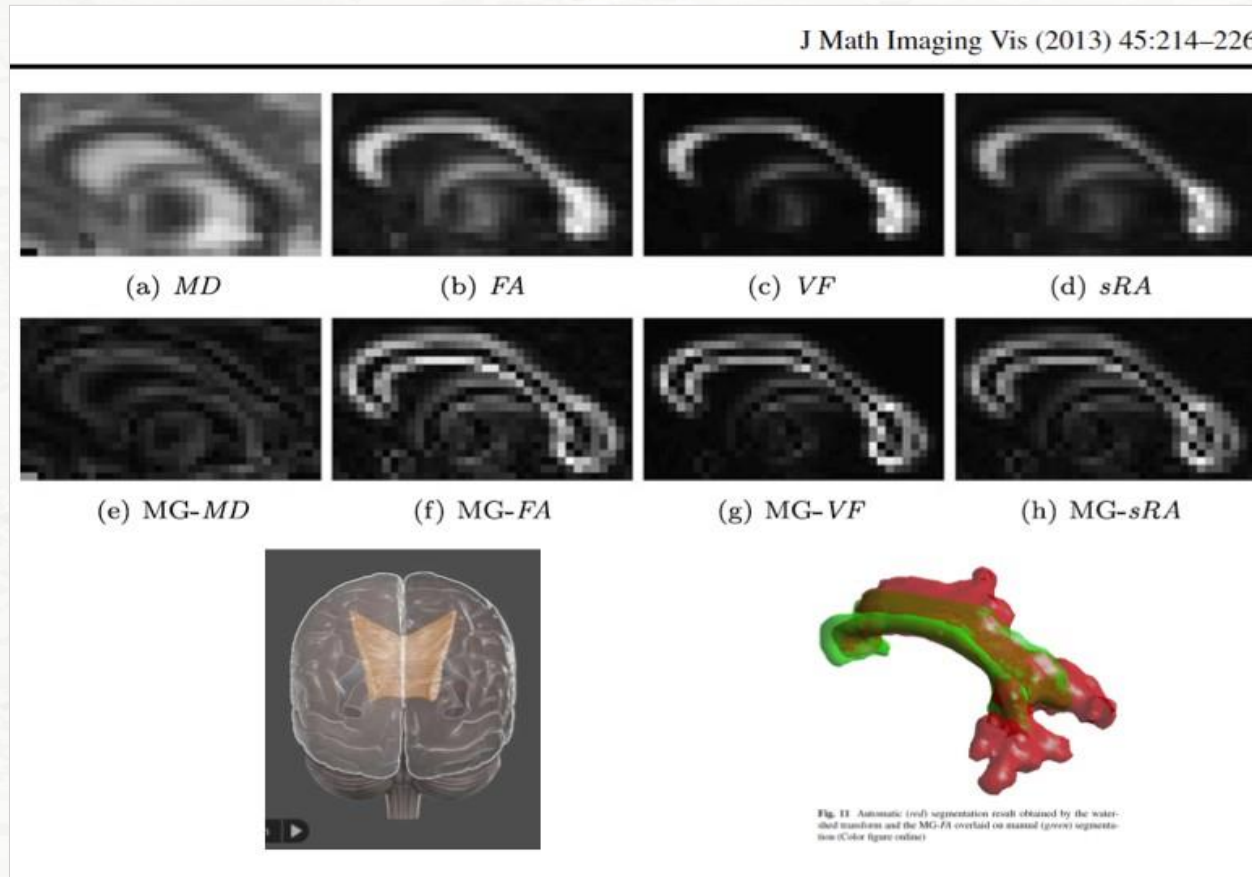


# Exemple : segmentation des vaisseaux sanguins avec gradient et « Level Sets »

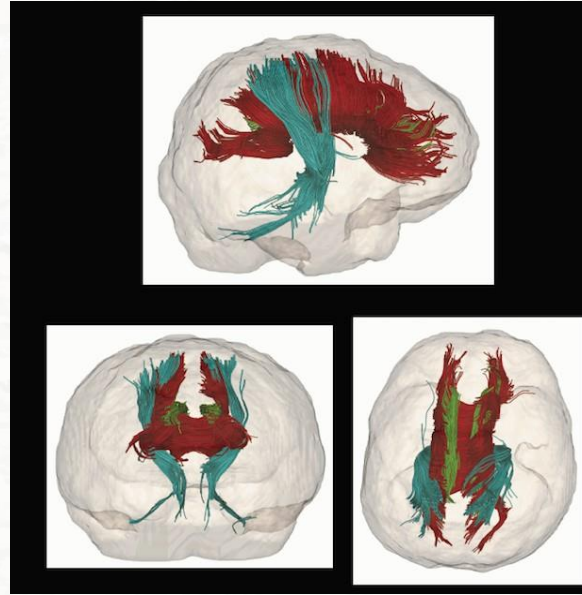
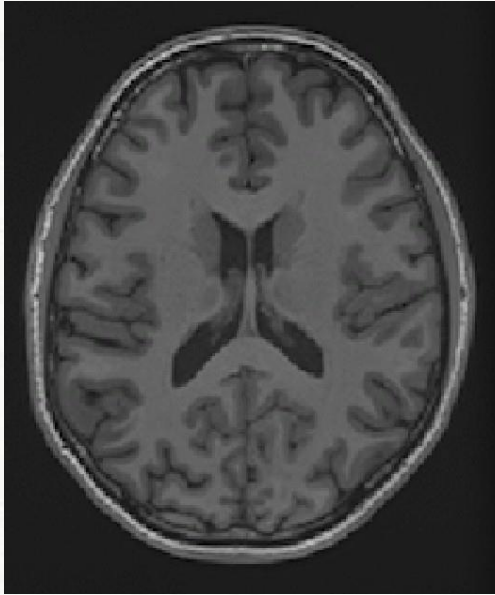




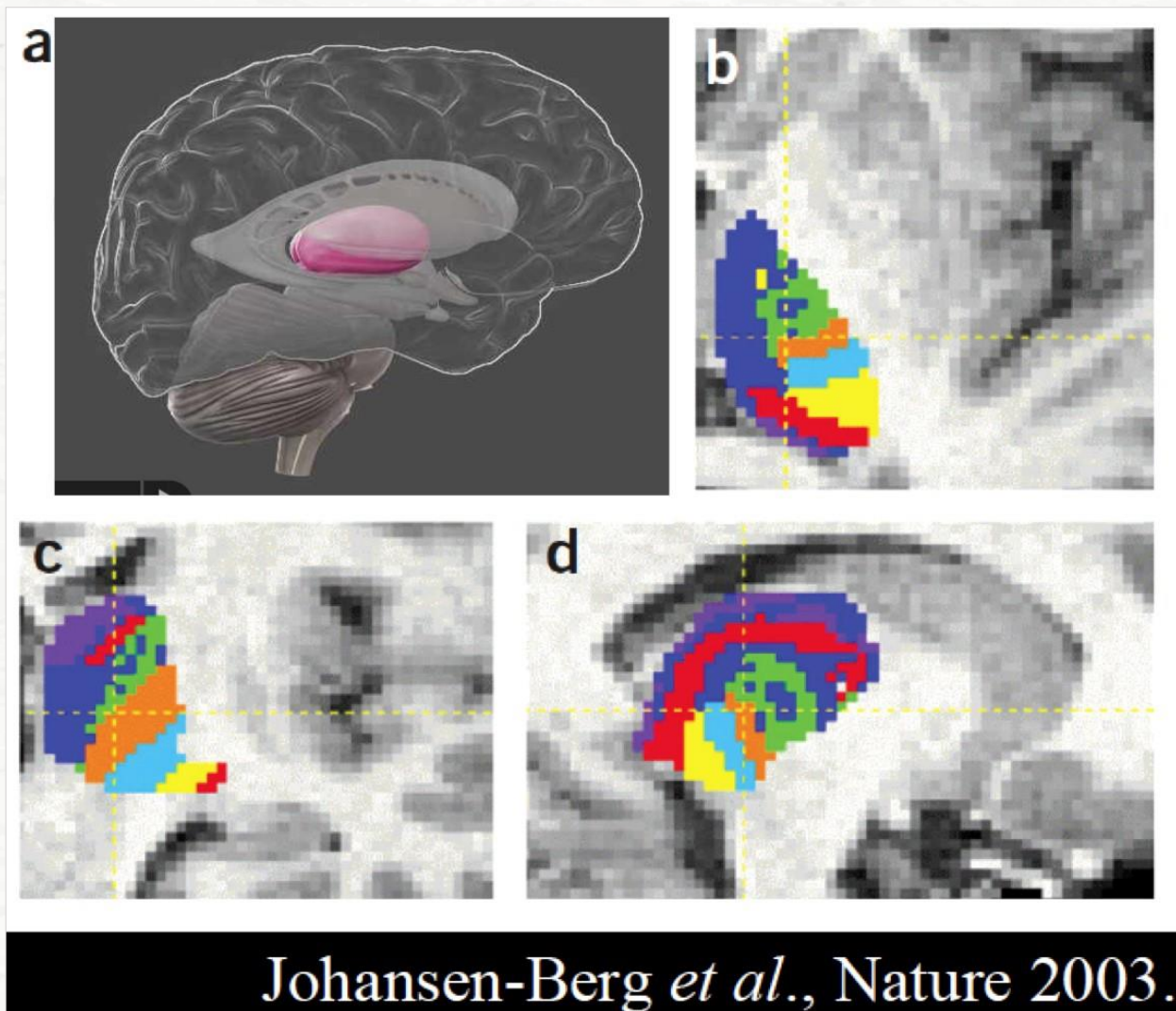
# Exemple : segmentation du corpus callosum avec gradient et « Watershed »



# Exemple : segmentation avec *tractography*



# Exemple : segmentation avec *tractography*





# Exemple : segmentation avec *tractography*

