

Creatis



LabCom AtysCrea



Creatis

Echographie 3D haute-fréquence (25-50MHz) pour la segmentation du derme et des tumeurs

Bruno Sciolla



Creatis

Collaboration

Creatis

- ▶ P. Delachartre
- ▶ P. Ceccato

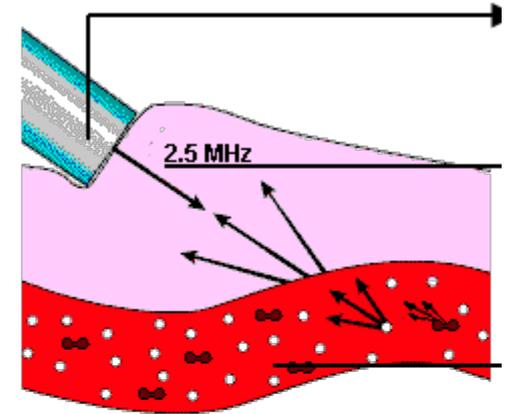
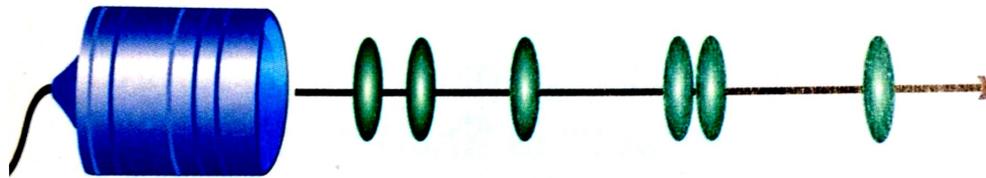


- ▶ T. Dambry
- ▶ B. Guibert

- **Ultrasons haute-fréquence**
- Segmentation
 - Basée distribution
 - Deux familles de méthodes
- Méthode multigrille

Ultrasons en imagerie médicale

▶ Principe



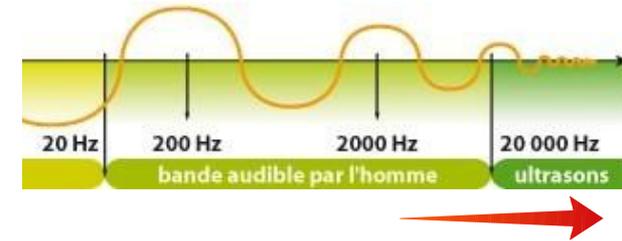
▶ Images 2D ou 3D

2D+t

3D+t

Ultrasons Hautes-fréquences

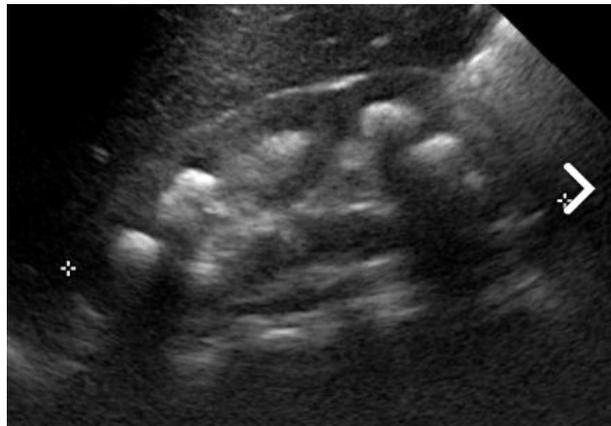
- ▶ Conventiennel: 4-20MHz
- ▶ HF : 25MHz, 50MHz
- ▶ Résolution ++
- ▶ Profondeur - -



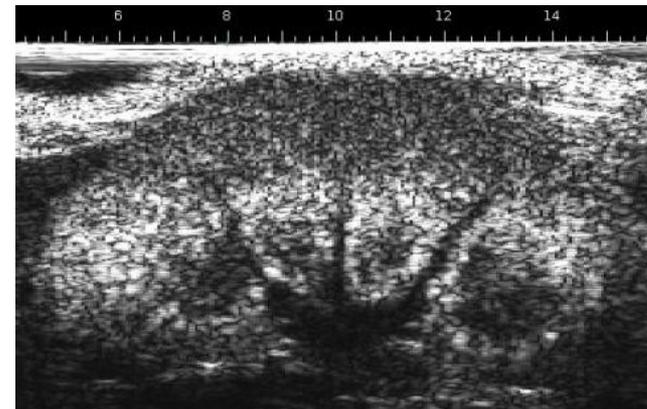
Rein chez l'homme:

chez le rat:

12 MHz



7.5cm



25 MHz

6mm

Ultrasons Hautes-fréquences

▶ Constructeurs:

▶ Dermatologie

▶ Imagerie du petit animal

▶ Cosmétiques

▶ (Ophtalmologie)

▶ Collaboration (utilisateurs):

LONGPORT 

bk
ultrasound

Atys
medical

tpm
taberna pro medicum

CORTEX TECHNOLOGY



VISUALSONICS
FUJIFILM

optos®

ACCUTOME®
A HALMA COMPANY

Level 1 Melanoma 

FACULTE de MEDECINE
Strasbourg

Pierre Fabre

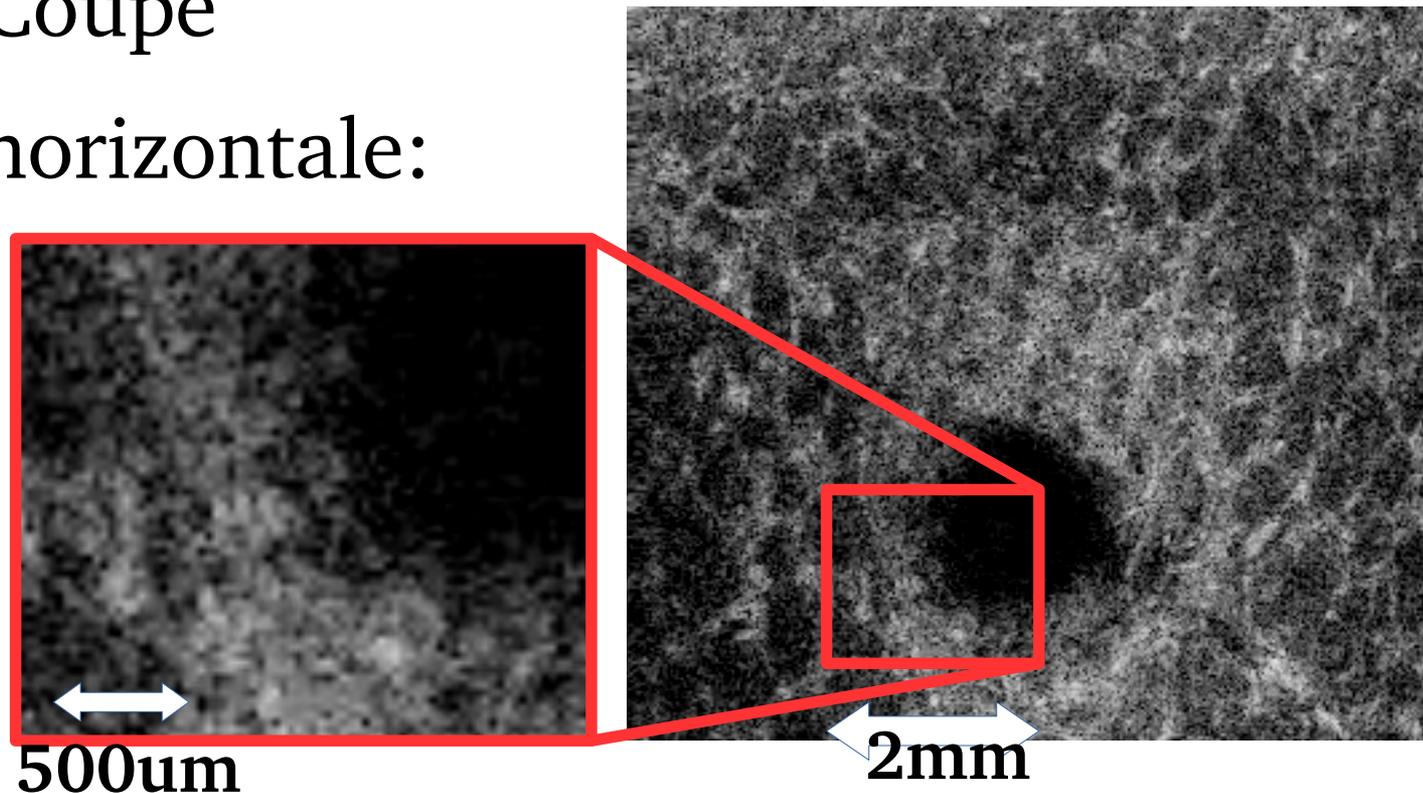


IEC
INSTITUT
d'EXPERTISE
CLINIQUE

Vers une imagerie micrométrique

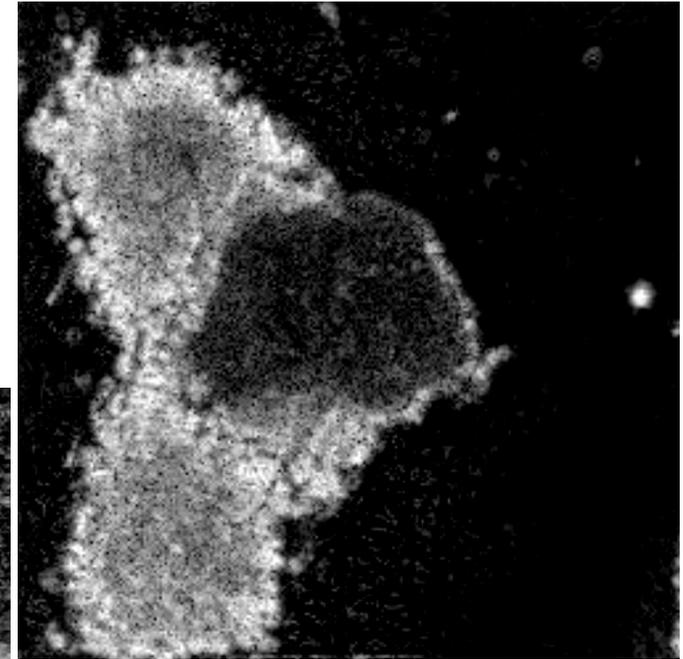
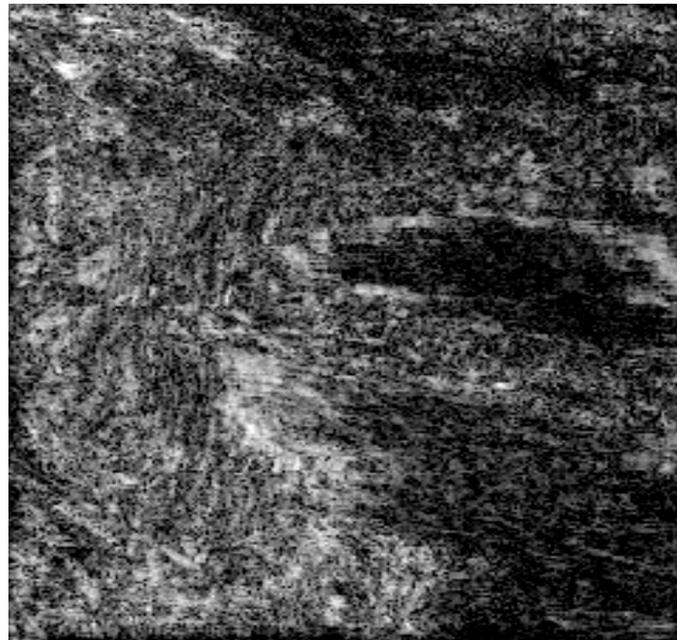
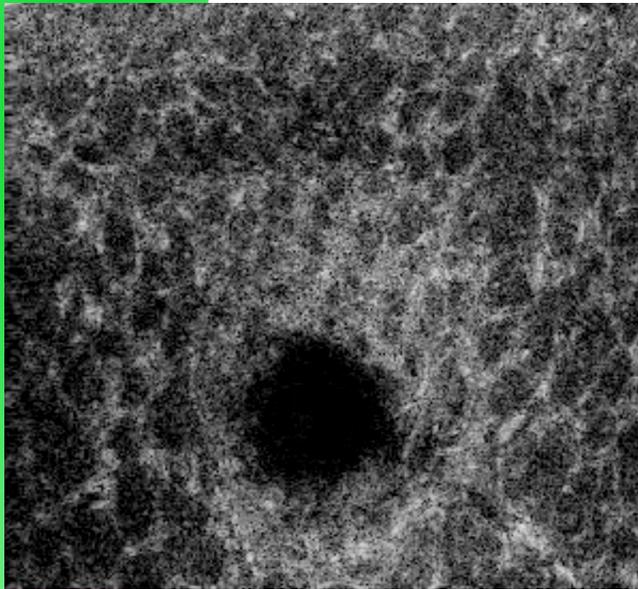
▶ <i>Performances</i>	à 25 MHz:	à 50MHz
Profondeur:	6 mm	3 mm
Résolution:	0.2 mm	0.1 mm

▶ Coupe
horizontale:



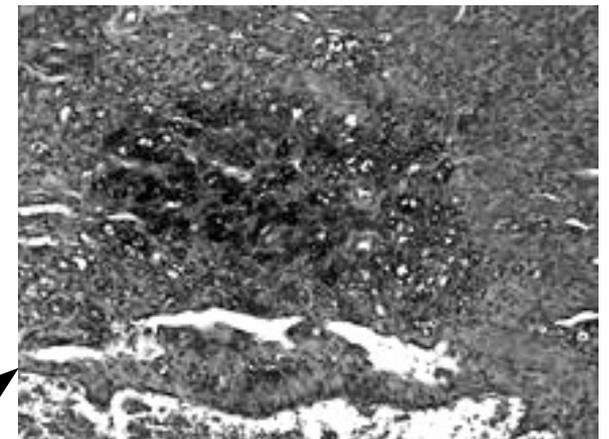
Vers une imagerie micrométrique

- ▶ Tumeurs
- ▶ Tissu derme



Images: *DERMCUP*, Atys Medical

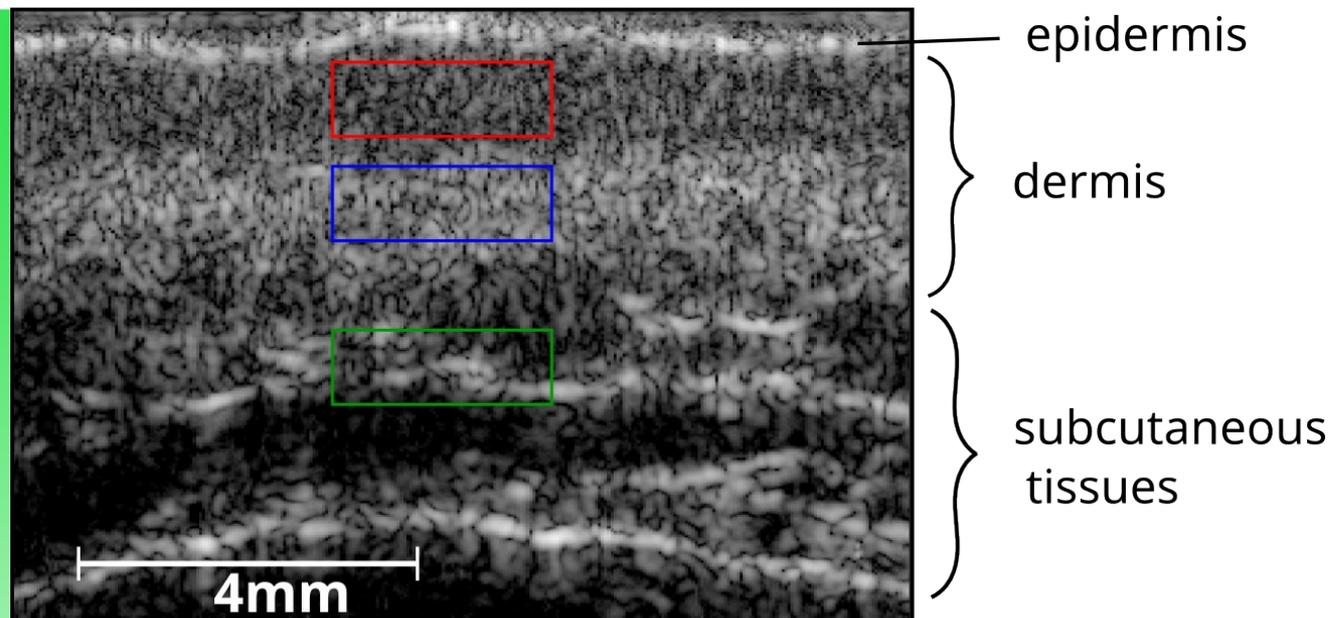
Histologie



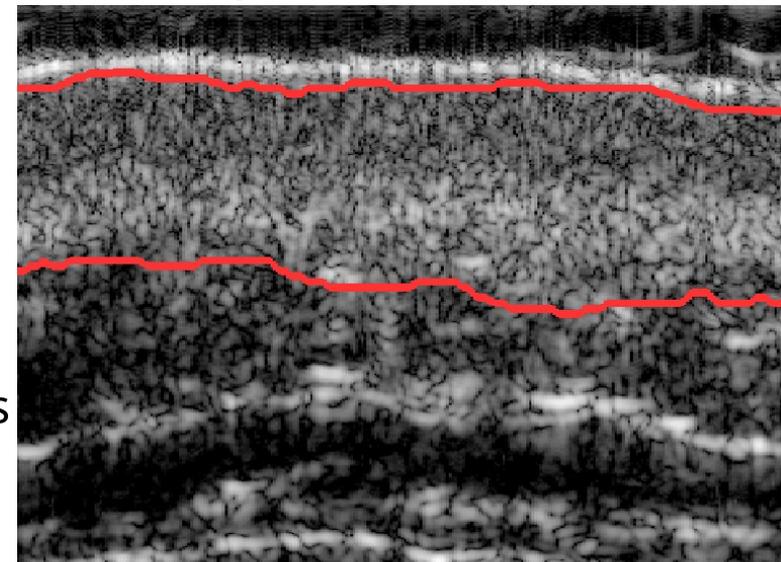
- Ultrasons haute-fréquence
- **Segmentation**
 - **Basée distribution**
 - Deux familles de méthodes
- Méthode multigrille

Problématique: segmentation

- ▶ Derme/Epiderme/couches sous-cutanées
- ▶ Tumeurs – Carcinomes/Mélanomes
- ▶ Organes petit animal

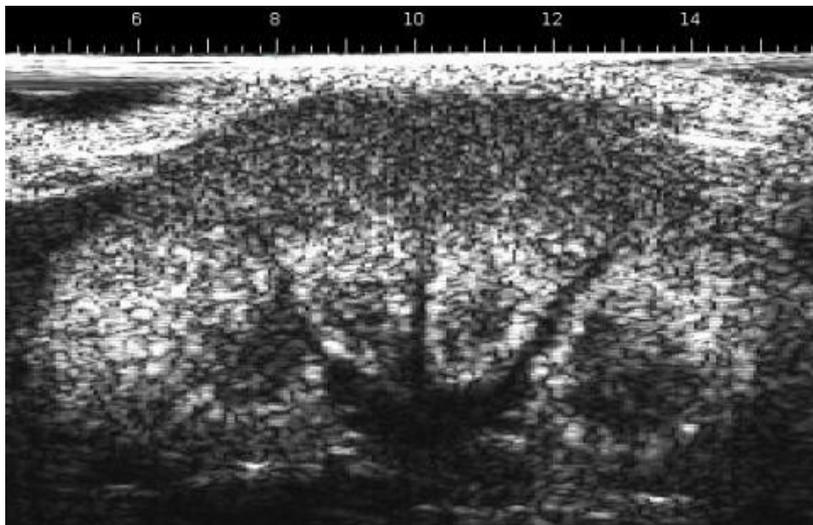


Objectif:



Difficultés

- ▶ Peu de contraste
- ▶ Bruit de type speckle (tavelures)
- ▶ Inhomogénéité



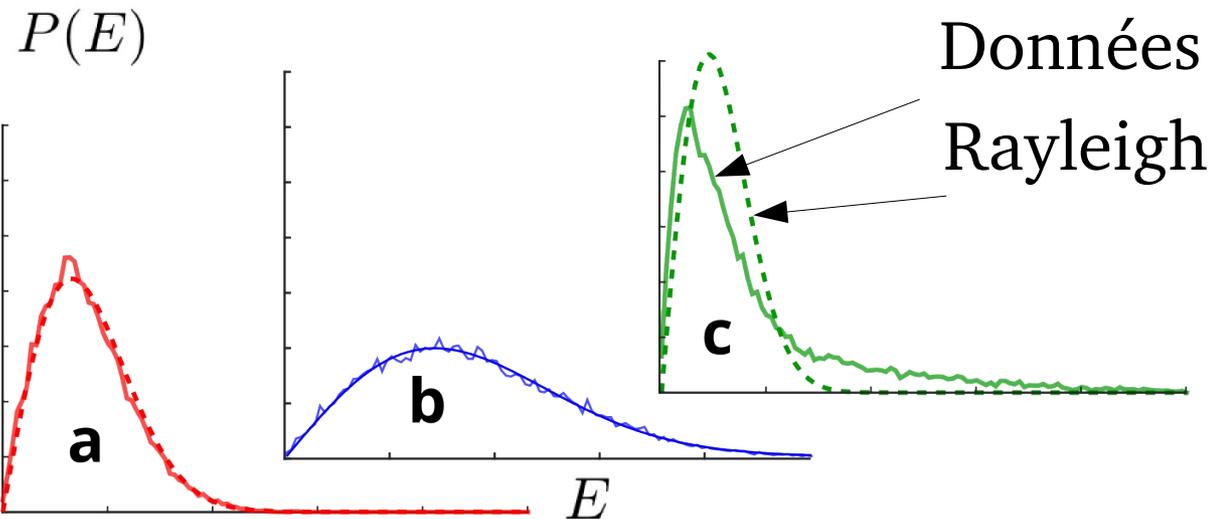
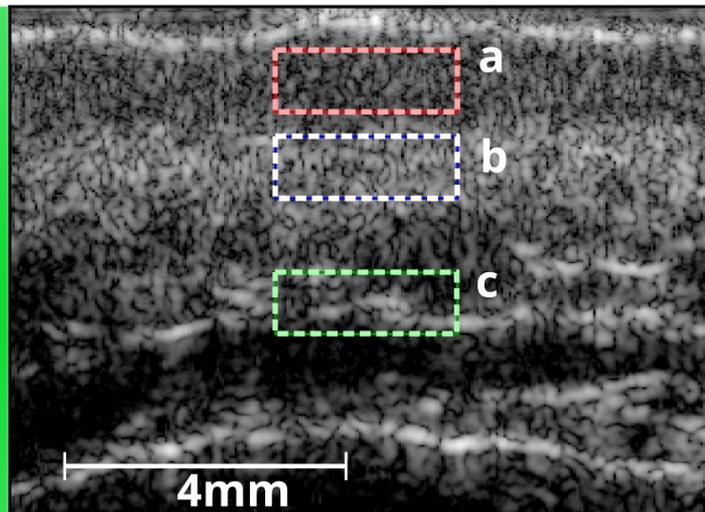
Ultrasons



IRM

Méthodes dédiées

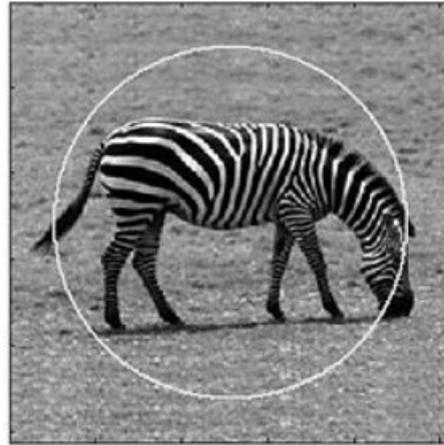
- ▶ Utiliser la distribution des intensités



- ▶ Estimation *non-paramétrique*:
 - ▶ Pas d'hypothèse (Gaussienne, etc.)
 - ▶ Aucun paramètre (sauf automatique)
 - ▶ Estimateurs de Parzen (histogrammes)

Rendre les distributions d'intensités différentes

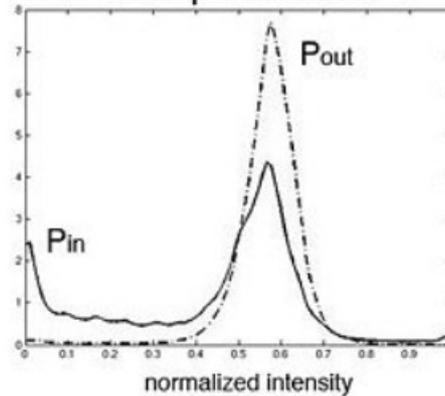
A1: Initial



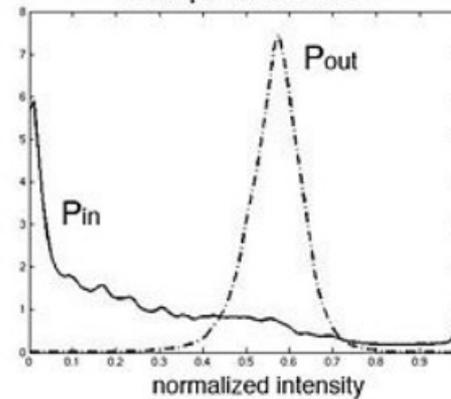
A4: Final



Sample densities



Sample densities



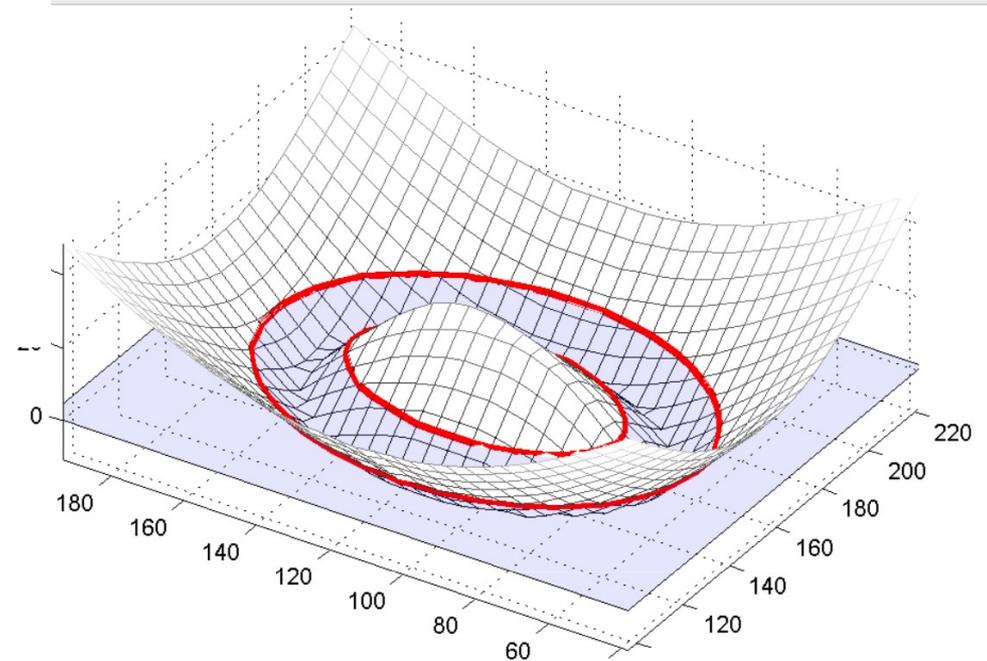
Résumé. Solution proposée:

- ▶ Segmentation qui tend à rendre deux régions aussi différentes que possibles en terme de distribution d'intensités.
- ▶ Estimation non-paramétrique des distributions
- ▶ + Méthode d'ensemble de niveaux

Ensemble de niveaux

- ▶ Contour défini par:

$$\begin{cases} \phi(\mathbf{x}) < 0, & \forall \mathbf{x} \in \Omega_{\text{in}} \\ \phi(\mathbf{x}) > 0, & \forall \mathbf{x} \in \Omega_{\text{out}} \\ \phi(\mathbf{x}) = 0, & \forall \mathbf{x} \in \Gamma, \end{cases}$$



M. Alessandrini, D. Friboulet, O. Basset, J. D'hooge and O. Bernard 2009 IEEE International Ultrasonics

Fonctionnelle d'énergie

- ▶ Minimiser:

$$E[\phi] = \alpha \text{Surface}(\phi = 0) + E^D[\phi]$$

↓
Terme de régularisation

↓
Minimal lorsque les intensités de la région A et de la région B dérivent de deux lois distinctes

- ▶ Descente de gradient:

$$\partial_t \phi(x) = -\partial E[\phi] / \partial \phi_x$$

- Ultrasons haute-fréquence
- **Segmentation**
 - Basée distribution
 - **Deux familles de méthodes**
- Méthode multigrille

Terme d'attache aux données

- ▶ Quelle forme donner à E^D ?
- ▶ (i) Comparer $P_A(I)$, $P_B(I)$
- ▶ (ii) Estimer la vraisemblance du contour

(i) Comparer $P_A(I)$, $P_B(I)$

- ▶ Maximiser la différence entre deux distributions

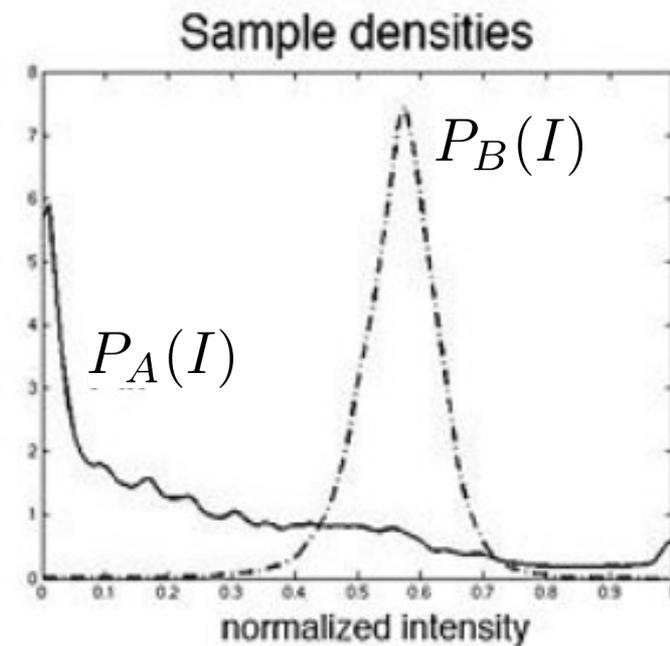
$$L_2 = \sum_I (P_B(I) - P_A(I))^2$$

- ▶ Autres mesures:

Coef de Bhattacharyya:

$$B = \sum_I \sqrt{P_B(I)P_A(I)}$$

Michailovich, Rathi, Tannenbaum, 2007



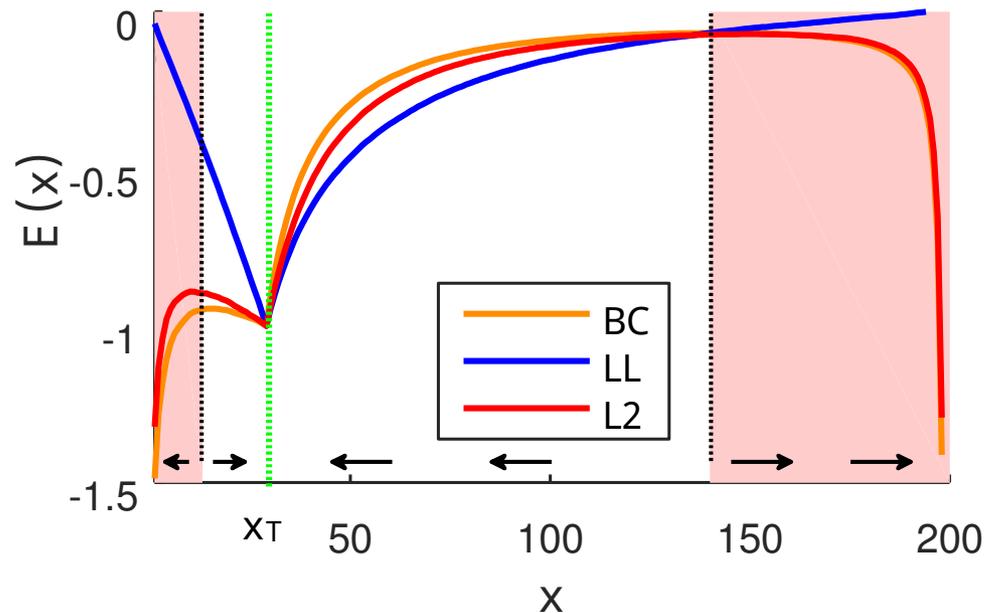
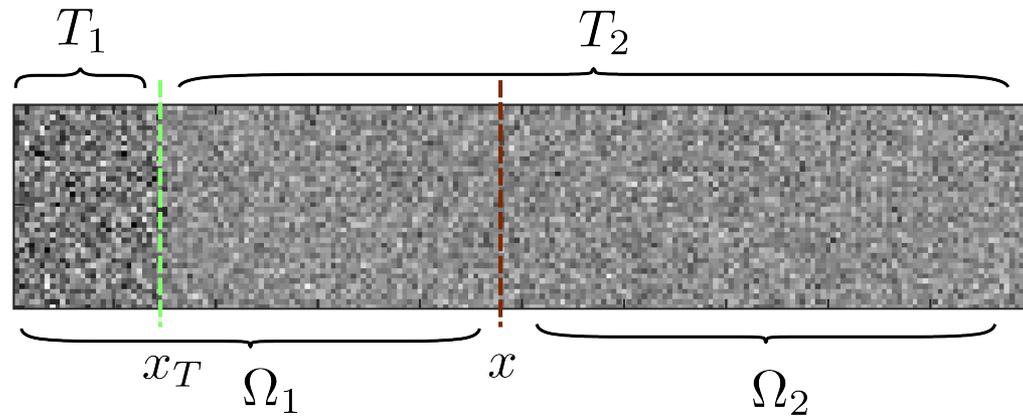
(ii) Quantifier la vraisemblance

- ▶ Vraisemblance de deux hypothèses:
 - ▶ La distribution d'intensité dans la région A dérive d'une loi, d'une autre loi dans B
 - ▶ La distribution d'intensité est la même dans toute l'image

$$LL = \log \left(\frac{\prod_{x \in A} P_A(I_x) \prod_{x \in B} P_B(I_x)}{\prod_{x \in A \cup B} P_{A \cup B}(I_x)} \right)$$
$$= \sum_{x \in A} \log P_A(I_x) + \sum_{x \in B} \log P_B(I_x) + \text{cste}$$

Méthode à privilégier ?

- ▶ Test dans des conditions “idéales”



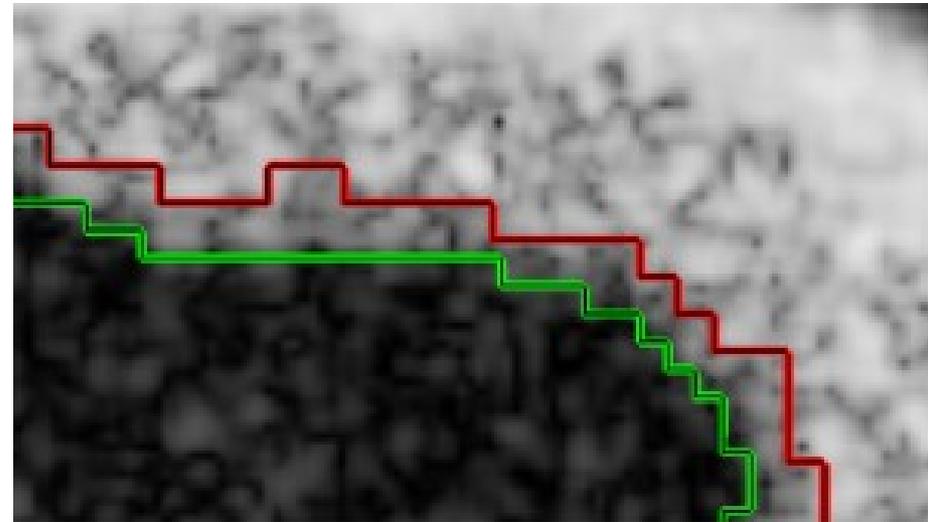
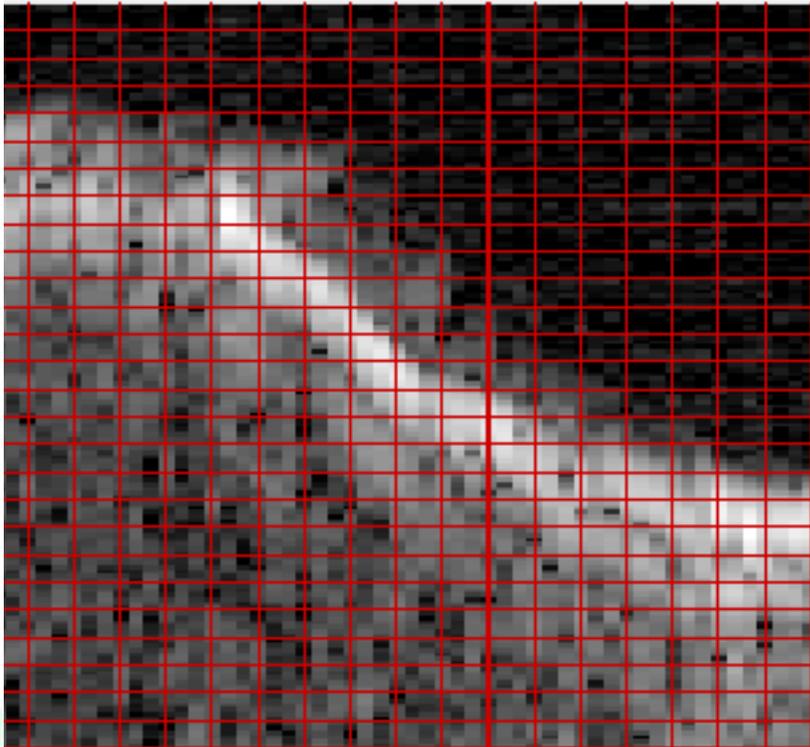
Méthode à privilégier:

- ▶ *Log-vraisemblance*
 - ▶ Tient compte des *tailles relatives* des régions
 - ▶ *Robuste* même si $P_B(I)$ est mal estimée

- Ultrasons haute-fréquence
- Segmentation
 - Basée distribution
 - Deux familles de méthodes
- **Méthode multigrille**

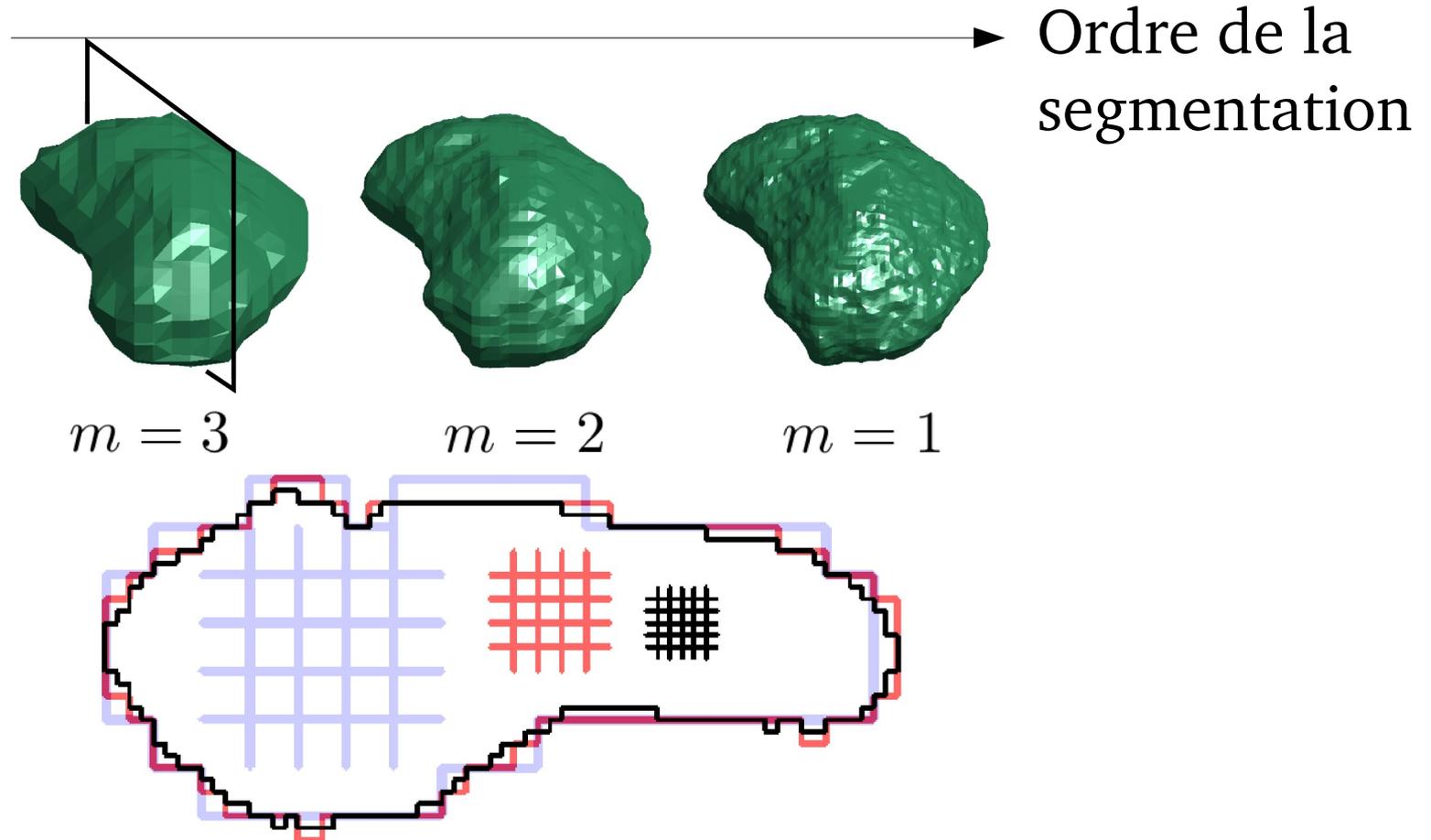
Accélérer la segmentation

- ▶ Segmenter sur de larges cellules
 - ▶ Pas de perte d'informations: concerne juste la paramétrisation du contour



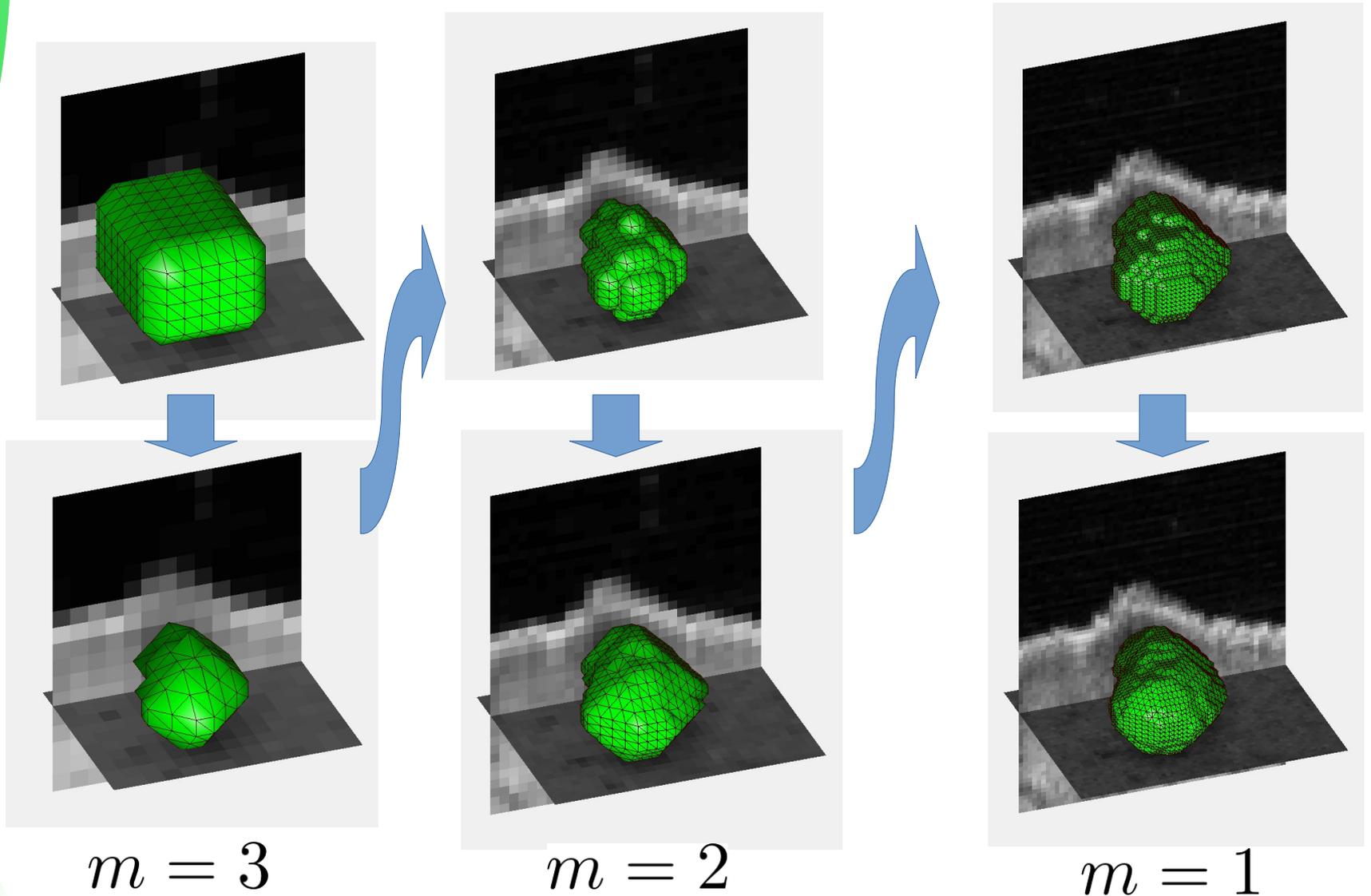
Segmentation multi-grille

- ▶ Cellules de plus en plus fines



Démonstration

- ▶ Image: 450x150x150. Durée: 15s



Conclusions

- ▶ Imagerie ultrasons haute-résolution

Segmentation

- ▶ Approche non-paramétrique
- ▶ Préférer le log-vraisemblance
- ▶ Un seul paramètre: α
(cas multi-grille: taille cellules, nbe d'échelles...)
- ▶ Méthodes multi-grilles