

Image 3D

1h30 - documents autorisés (notes de cours et de td)

Exercice 1 *Partie Pascal*

Exercice 2 *Segmentation et mesures géométriques*

On dispose d'une image 3D des neurones locomoteurs du xénope obtenue par microscopie confocale à fluorescence. Les intensités des points de l'image sont comprises entre 0 et 255. La figure 1 présente un détail d'une coupe de cette image. Les parties les plus claires de l'image correspondent aux noyaux des neurones.

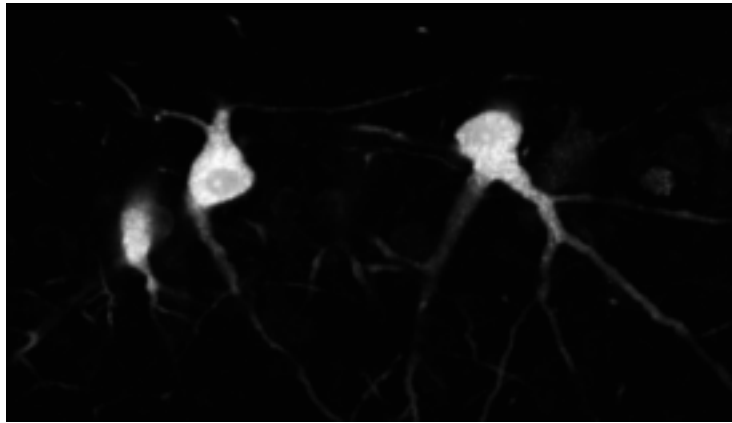


FIGURE 1 – Réseau des neurones locomoteurs du xénope

- 1) La figure 2 est une reconstruction basée sur un simple seuillage de niveau 15. Cette segmentation est assez satisfaisante cependant les prolongements des neurones sont parfois fragmentés. Un seuillage global de niveau plus faible ne résout pas le problème : des points du fond sont alors considérés comme faisant partie des régions d'intérêt. Proposez une solution qui améliore cette segmentation.
- 2) En seuillant à un niveau plus élevé (60 dans la figure 3) on obtient les régions qui correspondent aux noyaux des neurones. Détaillez un algorithme qui donne le nombre de noyaux. Il faut bien entendu éviter de compter les petites régions parasites.
- 3) On suppose maintenant qu'on a obtenu une segmentation satisfaisante du réseau complet. Proposez un algorithme qui permette de trouver la longueur total du réseau de neurones.

Exercice 3 *Compréhension du cours*

- 1) Donnez et expliquez rapidement deux applications des images de distance.
- 2) Quel est le défaut principal de l'algorithme de segmentation par watersheds? Comment le corriger?

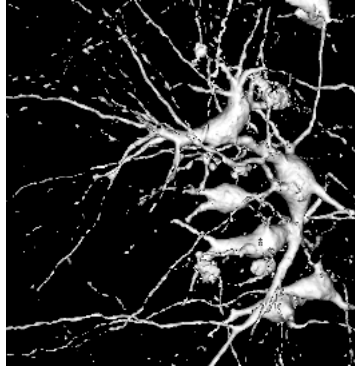


FIGURE 2 – Reconstruction surfacique des régions d'intensité supérieure à 15

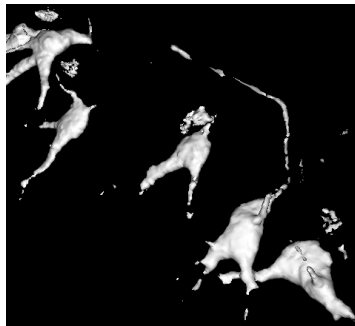


FIGURE 3 – Reconstruction surfacique des régions d'intensité supérieure à 60

- 3) La frontière entre deux objets d'une image est plus ou moins marquée. Proposez et détaillez une mesure permettant d'évaluer si une frontière est significative (on suppose qu'on dispose des points de la frontière).

Exercice 4 *Analyse d'images médicales : comparaison de populations*

L'une des formes d'épilepsie la plus fréquente chez le sujet adulte est l'épilepsie temporale. Celle-ci engendre des perturbations de la mémoire ainsi qu'une perte de contact avec la réalité. Des études récentes suggèrent que les patients atteints de cette pathologie ont une réduction importante du nombre de neurones dans les hippocampes (structures qui jouent un rôle central dans la mémoire) mais pas dans les amygdales (structures impliquées en particulier dans la gestion des émotions telles que la peur et l'anxiété).

Afin de vérifier ces résultats, vous disposez de 50 IRM de sujets sains et 50 IRM de patients souffrant d'épilepsie temporale. A votre avis, quelle est la stratégie d'analyse la plus adaptée à ce problème ?

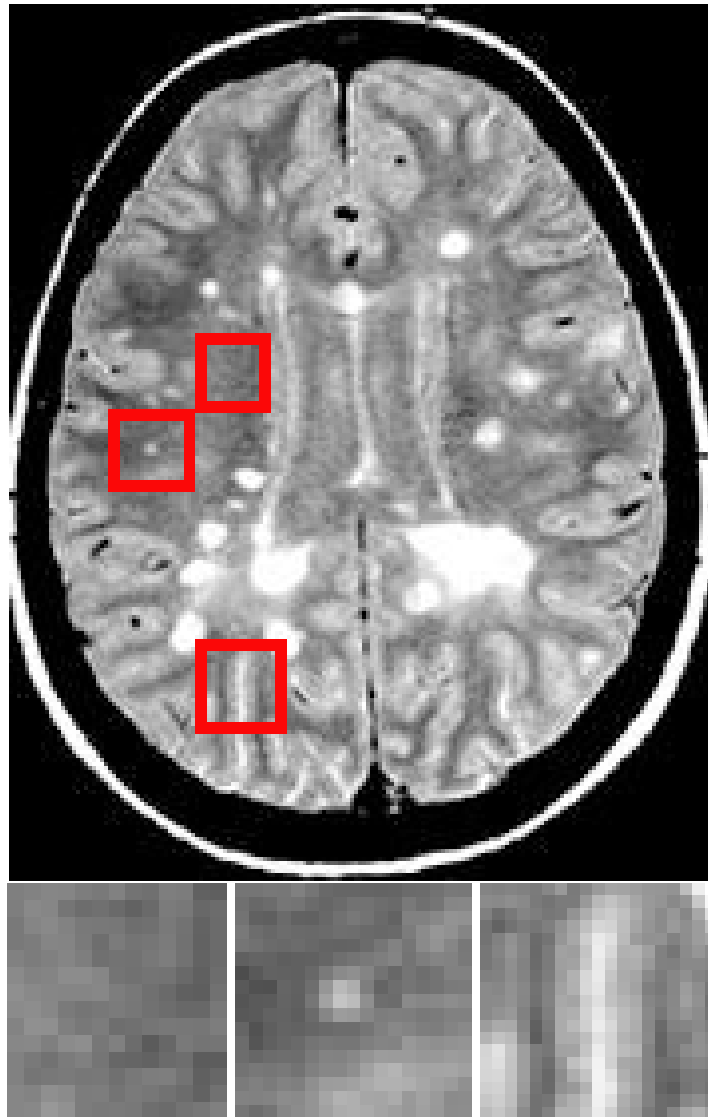
- 1) Précisez le type de recalage que vous utiliseriez (transformation, fonction de similarité, espace de référence, etc.). Justifiez vos choix.
- 2) Précisez la nature des mesures extraites des IRM (déformations, épaisseur corticale, probabilité de matière grise, volume, etc.) que vous utiliseriez pour comparer les deux populations. Justifiez vos choix et expliquez comment extraire ces mesures de manière automatique.

Exercice 5 *Traitement d'image médicale : débruitage*

La sclérose en plaques (SEP) est une maladie auto-immune liée à une démyélinisation des fibres nerveuses, notamment celles du cerveau. L'IRM est l'un des meilleurs moyens pour visualiser les lésions caractéristiques de la SEP.

Comme nous l'avons vu en cours et en TDs, l'une des premières étapes consiste à débruiter l'IRM. Nous vous proposons d'imaginer une stratégie hybride permettant de préserver au mieux les structures d'intérêt (lésions et contours) mais également de minimiser le temps de calcul car le temps du neurologue est précieux. Pour ce faire, nous allons utiliser les avantages des filtres vu en cours (filtrage gaussien, filtrage par seuillage des coefficients d'ondelette, filtrage bilatéral et filtre des moyennes non locales). Dans la figure (cf Figure 4), nous avons sélectionné trois zones différentes : une région constante, une petite lésion et un contour.

Pour chacune de ces zones vous devez proposer une méthode différente de débruitage adaptée aux besoins de l'application. Expliquez votre choix en détaillant les aspects liés à la préservation de l'information utile pour le diagnostic et à la minimisation du temps de calcul.



(a) région constante

(b) petite lésion

(c) contour

FIGURE 4 –