

Étude de l'architecture du tissu adipeux en micro-imagerie Application en modélisation tridimensionnelle

Antoine Rebelo

M2 BCD

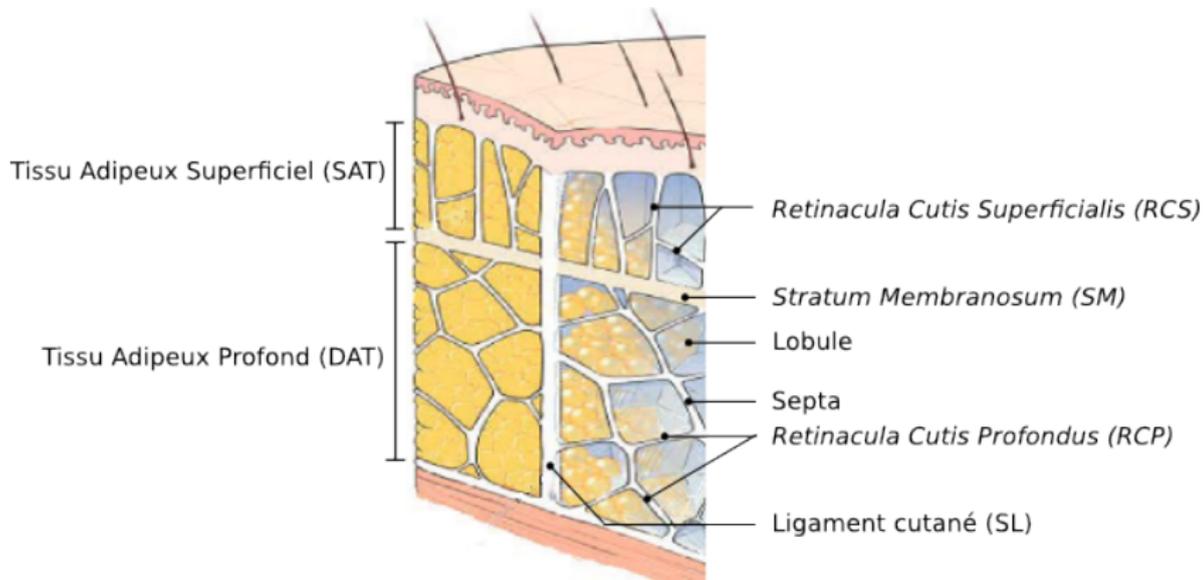
28 août 2015



Encadrants : M. Herlin, M. Captier, M. Subsol et M. Gilles
Tuteur : Mme Lautier
Financé par le Labex Numev

- 1 Description du Sujet
- 2 Acquisition des données
- 3 Gestion des grandes images
- 4 Segmentation du tissu adipeux sous-cutané
- 5 Modélisation 3D du tissu adipeux
- 6 Conclusion

1. Description du Sujet



Représentation du CPTSC [Herlin et al., 2014]

- Architecture et rôle biomécanique mal connus
- Importance en chirurgie plastique

1. Description du Sujet



size=7×7 cm
skin_t=4.5 mm
SAT_t=7.0 mm
SM_t=0.6 mm
DAT_t=12.5 mm
lobule_d=4 mm
RCS_t=0.4 mm
RCP_t=0.4 mm
deep_t= 30 mm

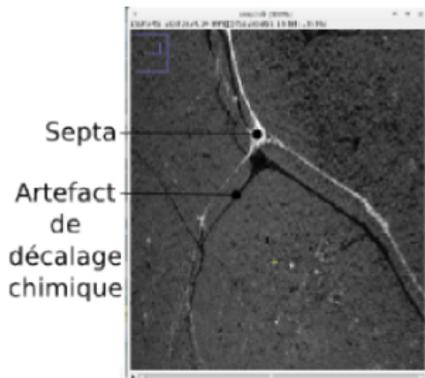
Proposition d'un modèle paramétrable [Herlin et al., 2014]

Plusieurs Questions peuvent se poser :

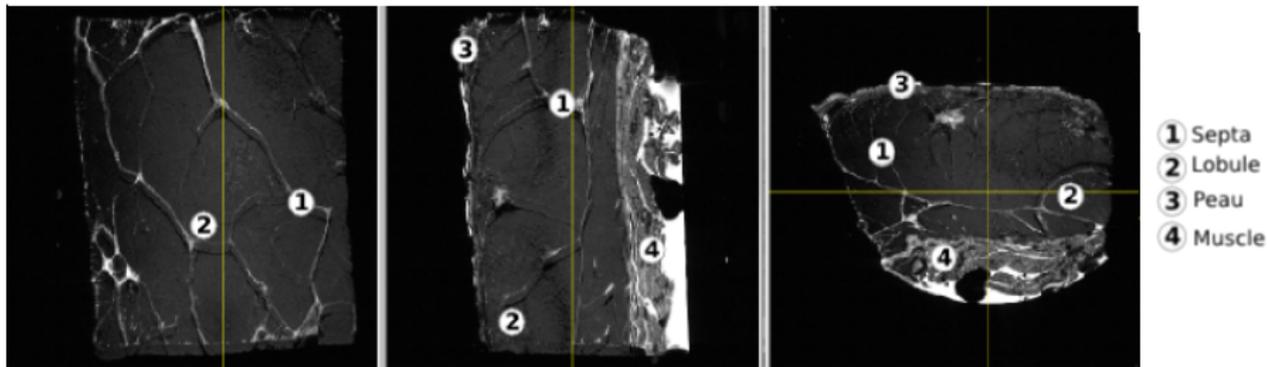
- Est ce que nous pouvons étudier le tissu adipeux sous-cutané avec de la micro-imagerie ?
- Est ce que nous pouvons extraire des sous-structures du tissu adipeux sous-cutané par de la segmentation ?
- Pouvons nous améliorer le modèle actuel proposé ?

2. Acquisition des données

Aperçu de l'image 1 : μ IRM 9.4 T de l'échantillon 1 (résolution de 58,6 microns)



Echantillon de l'image 1



Visualisation en mode MPR de l'image 1 sous ImageJ

2. Acquisition des données

Réf	B ₀	Antenne	Séq	P	TR	TE	Angle Bascule	E	FOV	M	TP	Tacq
1	1.5 T	« 3 Inch » de 7,5 cm de diamètre	Fiesta 2D/3D	X	10.6	3.2	70°	1	6*6 cm	512*512	55	2.55 min
			Spin écho 2D/3D	T1	350	20-22	x	2.4	3*3 cm	512*256	27	1.33 min
2	3 T	Bobine Radio frequency rayon 4 et 6 cm	multi-slice gradient axial and sagittal axial anatomical GE coronal GE images	T1	340	19	x	1	4*4cm	256*256	<160	<10min
				x			x	x	7*7cm	x	x	x
				x	1215	26	x	1	7.5*7.5cm	512*512	<150	x
3	1.5 T	x	Image axial 2D Spin echo 3D echo gradient	x	500	17	x	3	240*240mm ²	x	70	2 min 20 s
					100	11	40°	0.5	18*50 mm ²			
									18*50mm ²			
4	1.5 T	x	FALSE	x	80	14	120 ou 160°	0.5 ou 1	6*3cm ²	512*256*16	x	5 min 34
			IDEAL-GRE		28	5	12 ou 13 ou 14°					
			bSSFP		22	11	8 ou 12°					
			GRE		88	5	24°					

Abréviation		
Champ Magnétique aimant	B0	Matrice Reconstruction
Pondération	P	Champ de vision
Temps de répétition (en ms)	TR	Taille Pixel (en micromètre)
Temps d'écho (en ms)	TE	Temps acquisition
Épaisseur (en mm)	E	

N°1 Denis, A., O. Loustau, H. Chiavassa-Gandois, J. Vial, C. Lalande Champetier de Ribes, J. J. Railhac, et N. Sans.

« IRM haute résolution de la peau: aspects normaux ». Journal de Radiologie 89, no 7 (2008): 873-79.

N°2 Mirrashed, F., J. C. Sharp, V. Krause, J. Morgan, et B. Tomanek. « Pilot study of dermal and subcutaneous fat structures by MRI in individuals who differ in gender, BMI, and cellulite grading ». Skin Research and Technology 10, n° 3 (2004)

N°3 Querleux, B., C. Cornillon, O. Jolivet, et J. Bittoun. « Anatomy and physiology of subcutaneous adipose tissue by in vivo magnetic resonance imaging and spectroscopy

N°4 Barral, Joëlle K., Neal K. Bangarter, Bob S. Hu, et Dwight G. Nishimura. « In Vivo High-Resolution Magnetic Resonance Skin Imaging at 1.5 T and 3 T ». Magnetic Resonance in Medicine 63, n° 3 (mars 2010): 790-96. Doi:10.1002/mrm.22271.

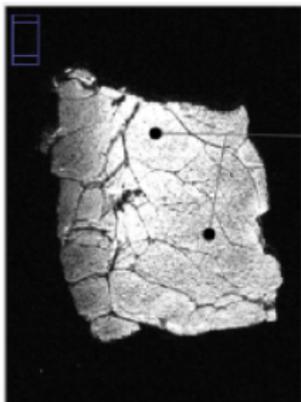
Bilan des articles analysés sur les paramètres d'acquisitions IRM/ μ IRM du tissu adipeux

Conclusion :

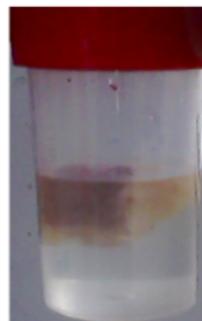
- Ne pas utiliser de produits de contraste
- Échantillon suivant doit être plus "frais"

2. Acquisition des données

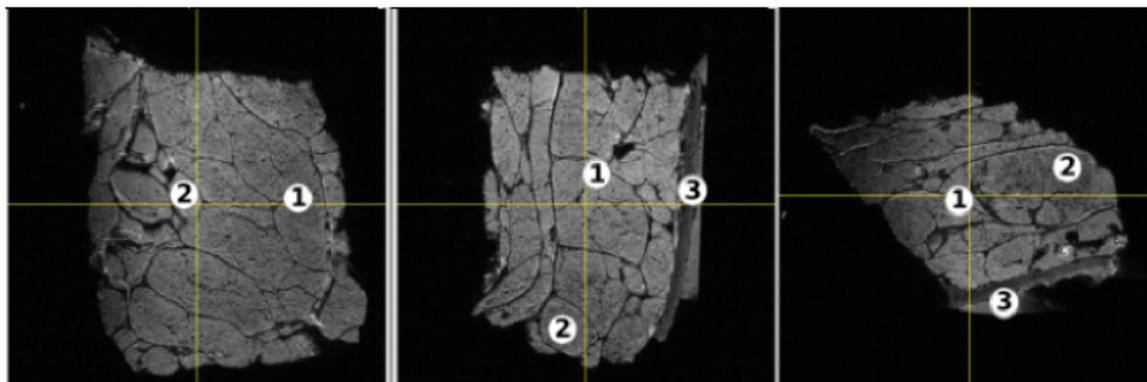
Aperçu de l'image 2 : μ IRM 9.4 T de l'échantillon 2 (résolution de 58,6 microns)



Problème
d'inhomogénéité



Echantillon de l'image 2

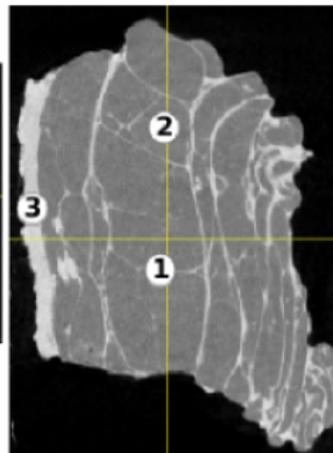
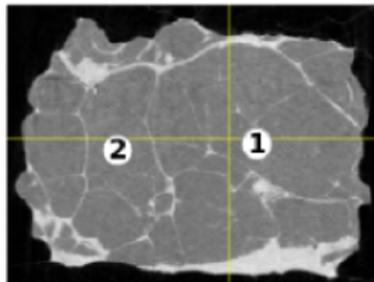
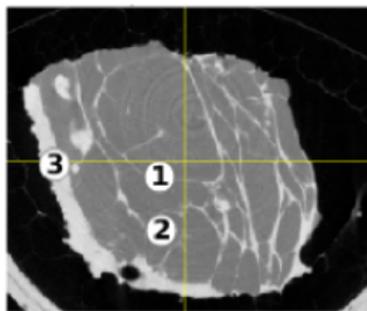
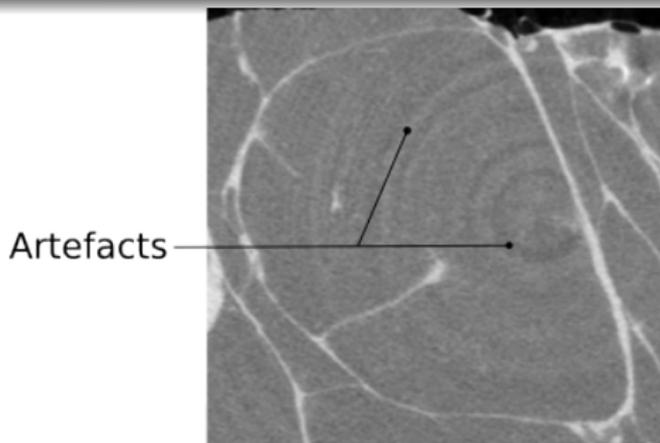


- ① Septa
- ② Lobule
- ③ Peau

Visualisation en mode MPR de l'image 2 sous ImageJ

2. Acquisition des données

Aperçu de l'image 3 : μ CT de l'échantillon 2 (résolution de 18 microns)



- 1 Septa
- 2 Lobule
- 3 Peau

Visualisation en mode MPR de l'image 3 sous ImageJ

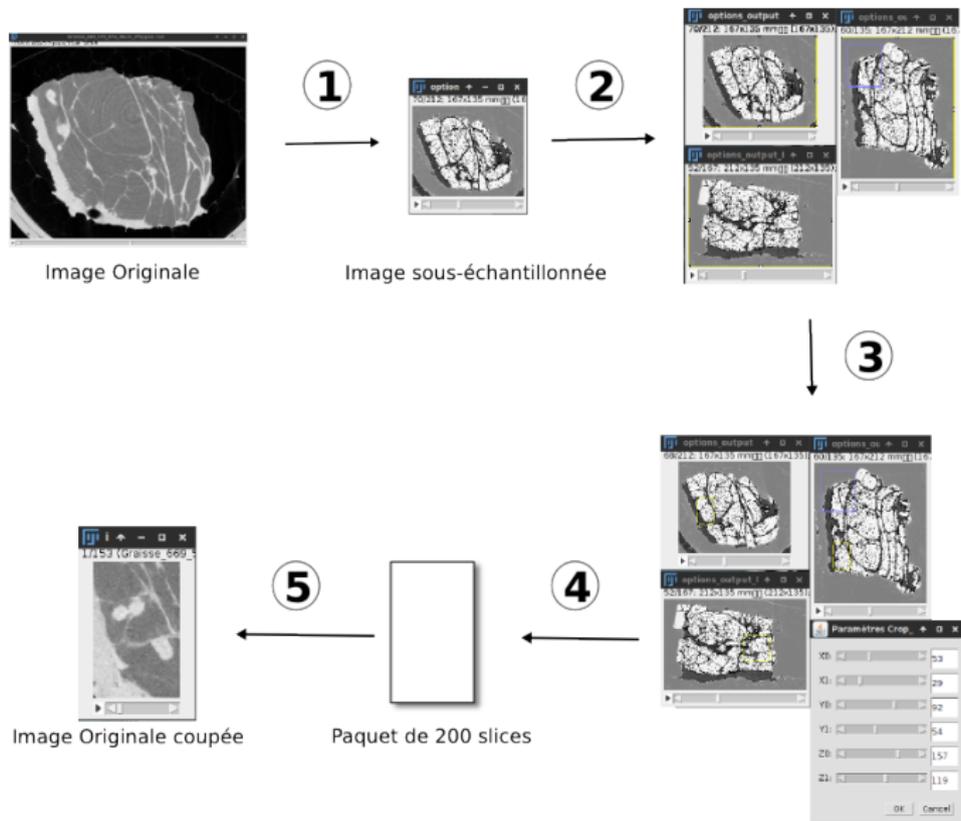
3. Gestion des grandes images

Introduction

- Taille des images 3D importante (5 Go pour l'image 3 μ CT)
- Impossibilité de pouvoir tous les charger directement sur ImageJ
- Quelques solutions existent :
 - 1 Travailler sur des images sous-échantillonnées
 - 2 Travailler sur des portions de l'image

3. Gestion des grandes images

Proposition d'un plugin en java sur ImageJ

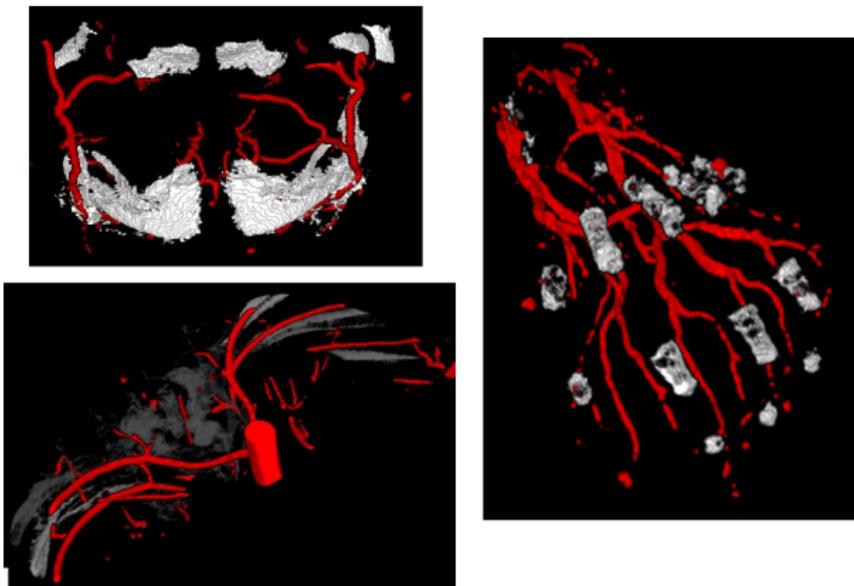


3. Gestion des grandes images

Application sur une image μ CT d'un fœtus [Captier et al.,2011]

Paramètres de l'image 3D :

- 2745 coupes de 1660x1264 pixels
- résolution : 30 microns

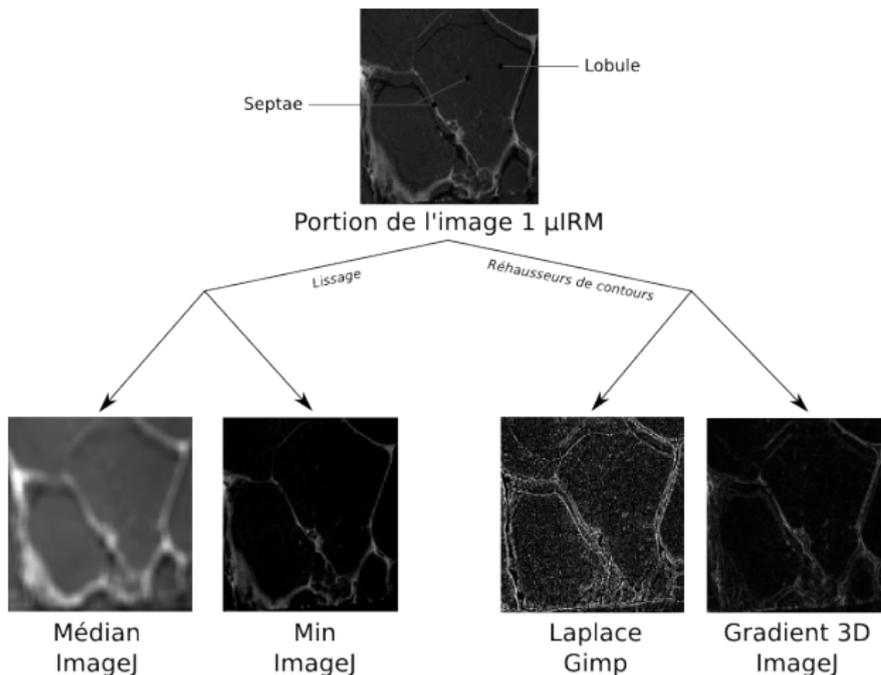


Segmentation de l'os (en blanc/gris) et du réseau vasculaire (en rouge) d'un foetus humain sur différentes parties du corps

4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

Étude de filtres de pré-traitement

- 1 Objectifs : améliorer la qualité des images
- 2 Plusieurs types de filtres essayés

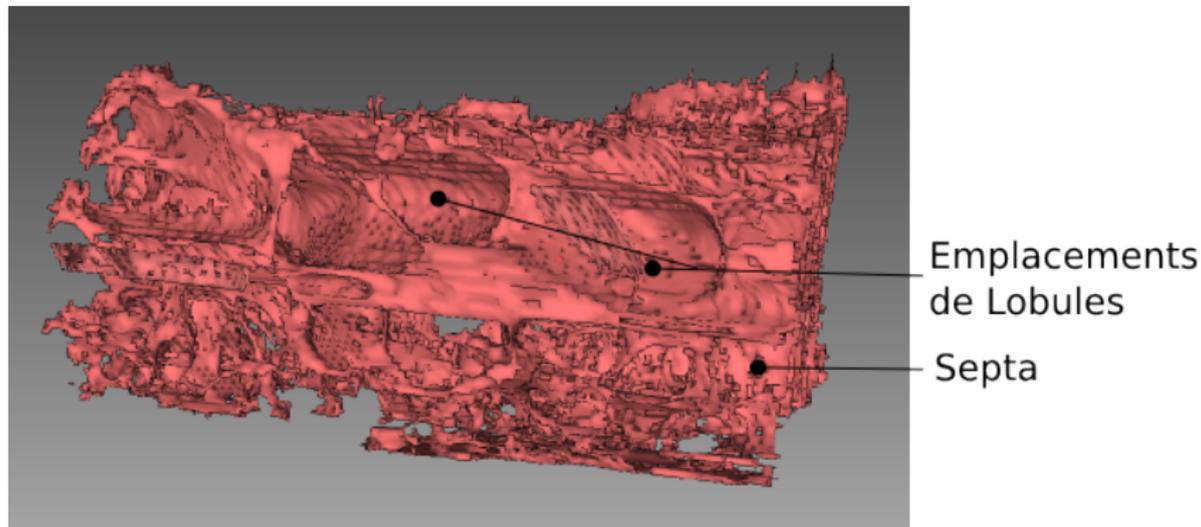


Exemple d'Application de filtres sur une partie de l'image 1

4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

Segmentation manuelle

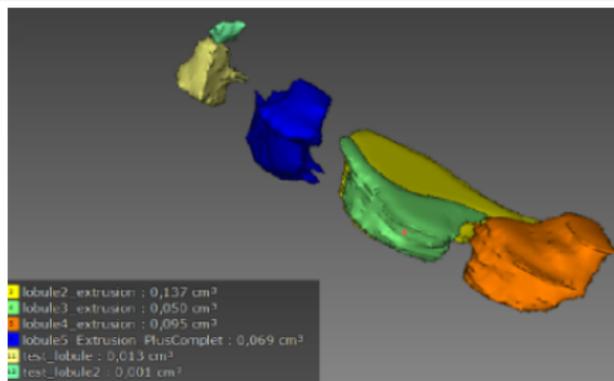
Objectifs : sert de vérité terrain et outils de validation pour les méthodes (semi-)automatiques



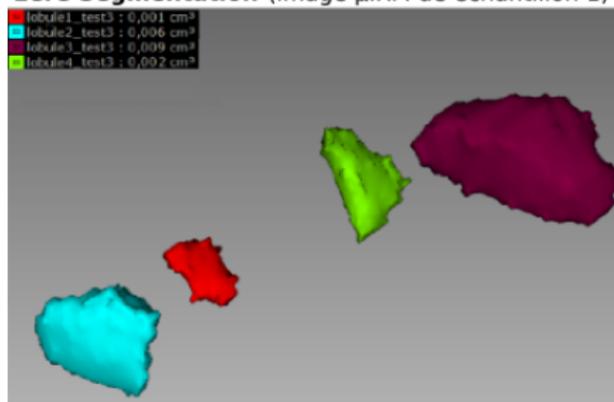
Visualisation volumique de la segmentation manuelle des septa (Myrian)

4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

Capture d'écran de plusieurs lobules segmentés



1ere Segmentation (image μ IRM de échantillon 1)



2eme Segmentation (image μ IRM de échantillon 2)

Conclusion :

+ Différence de volume entre les lobules de l'image 1 et 2

+ L'image 2 a une meilleure qualité que l'image 1

+ Les lobules gras ont une forme similaire avec des volumes allant de 1 à 10 mm³

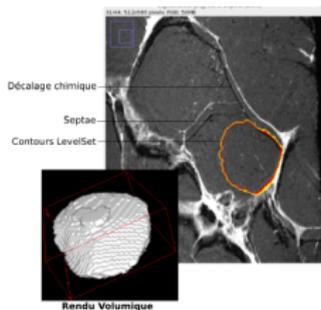
4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

Méthodes de segmentation (semi-)automatique

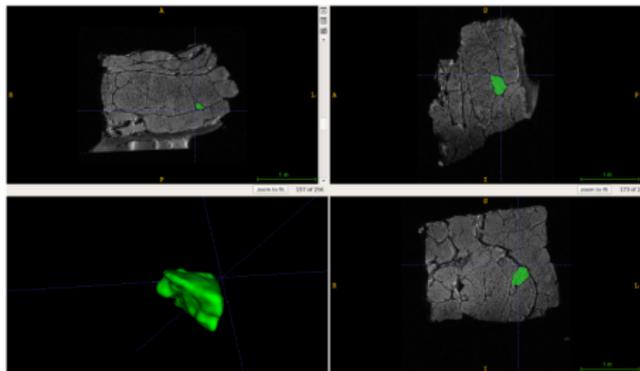
- Objectifs : Extraire des lobules rapidement et de manière reproductible
- Plusieurs méthodes ont été mis en place
 - 1 LevelSet
 - 2 Enveloppe Convexe
 - 3 Croissance de régions

4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

Le LevelSet



LevelSet sur Fiji

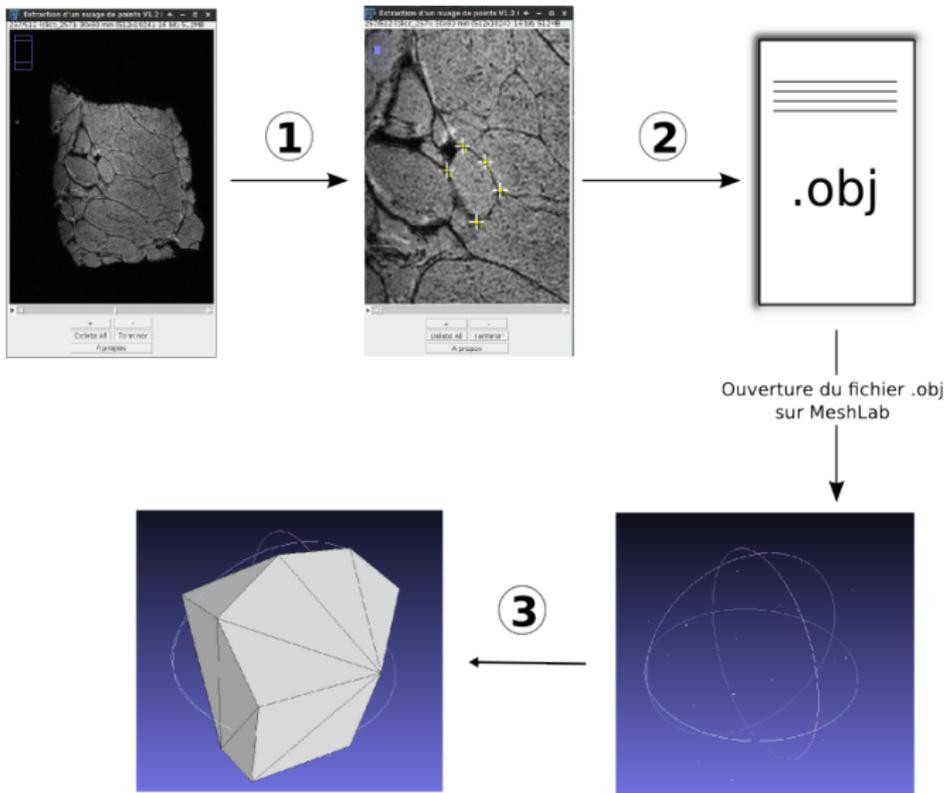


LevelSet sur ItkSnap

- Besoin d'initialiser une région
- Temps très long sur ImageJ (quelques heures) et temps court sur ItkSnap (Quelques minutes)
- Taux d'erreur moyen : - 5 à - 12 %

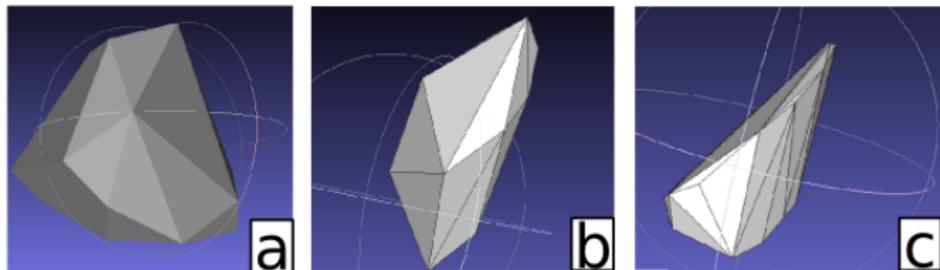
4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

Les enveloppes convexes : Mise en place d'un plugin ImageJ



4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

Les enveloppes convexes : Résultats

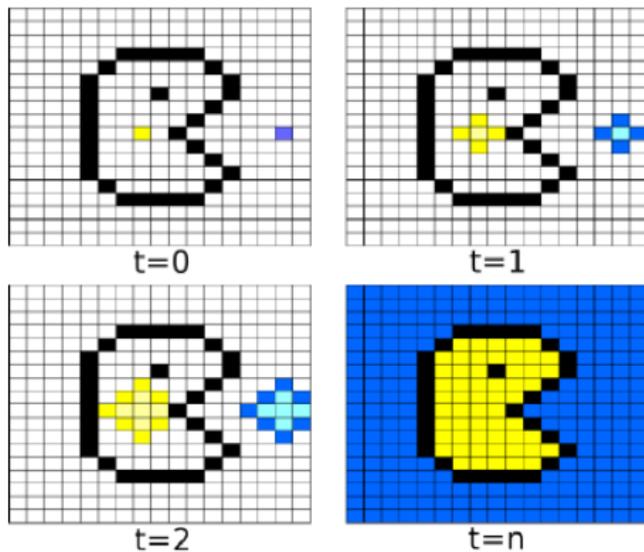


Segmentation de lobules à partir des images 3D étudiées. Les lobules proviennent chacun d'une image 3D appartenant aux images 1 (a) , 2 (b) et 3 (c)

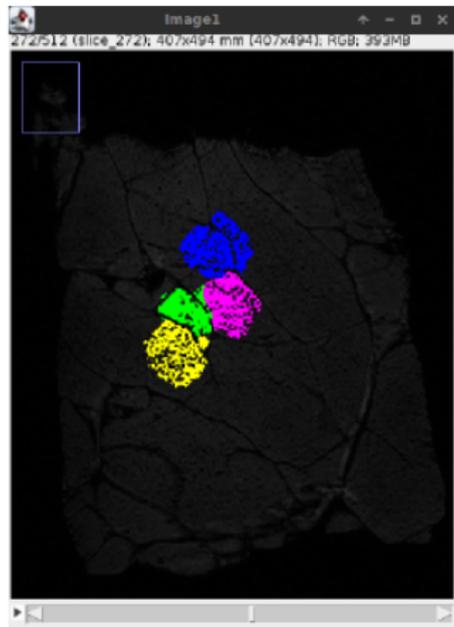
- Utilisateur donne seulement quelques points repères
- Permet d'obtenir une forme simplifiée d'un lobule
- Taux d'erreur moyen : + 28 %

4. Segmentation du tissu adipeux sous-cutané

La croissance de région



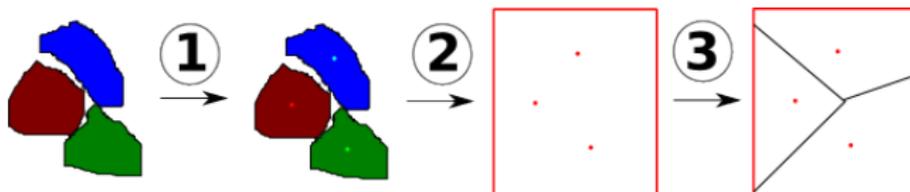
Principe



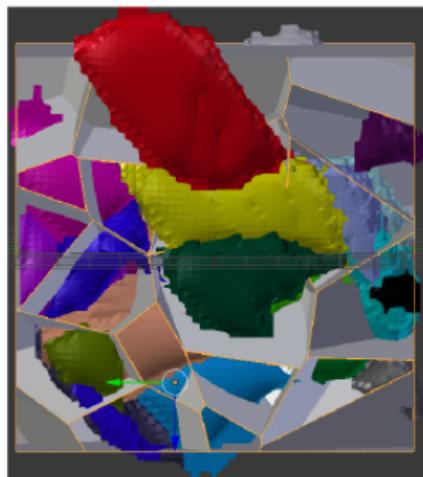
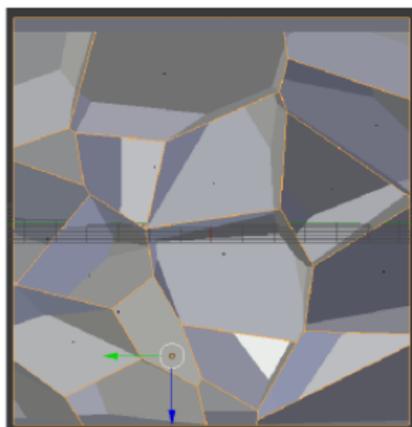
Résultats sur l'image 2

5. Modélisation 3D du tissu adipeux

Proposition d'un addon en Python sur Blender



Algorithme proposé



Modélisation en Voronoï

6. Conclusion

- Le travail sur des grandes images sont possible via le plugin imageJ développé
- Aucun filtre n'a été utilisé sur les images 3D
- La segmentation manuelle a permis d'obtenir des informations sur les lobules graisseux
- Le levelSet et les enveloppes convexes sont des méthodes permettant la segmentation semi-automatique d'un lobule graisseux.
- La modélisation 3D ne permet pas de conclure sur la validité du modèle actuel.

Merci pour votre attention