



TP segmentation/maillage

Ingénierie pour la santé
5GM – parcours CE

- 3D Slicer est un logiciel libre permettant de réaliser par plusieurs méthodes la segmentation de volumes à partir d'images volumiques (tomographies ou images médicales CT ou IRM par exemple), développé initialement à la Harvard Medical School.
- L'aide n'est pas très explicite et détaillée, le mieux est de suivre des vidéos de tutoriel pour découvrir le logiciel.
- Logiciel libre avec possibilité de développer des modules en python ou C++ pour sa propre application
- Objectif de la séance : obtenir les modèles :
 - D'une clavicule, par segmentation par seuillage ;
 - D'une aorte, par segmentation par croissance de région.
- Pour débiter :
 - Récupérer les images médicales :
 - Un scanner CT intitulé « Eve »
 - Une angiographie scanner intitulée « Harry »

Découverte de 3D Slicer

3 slices : rouge, jaune, vert

Naviguer dans les modules

Changer le mode de visualisation

Charger des images

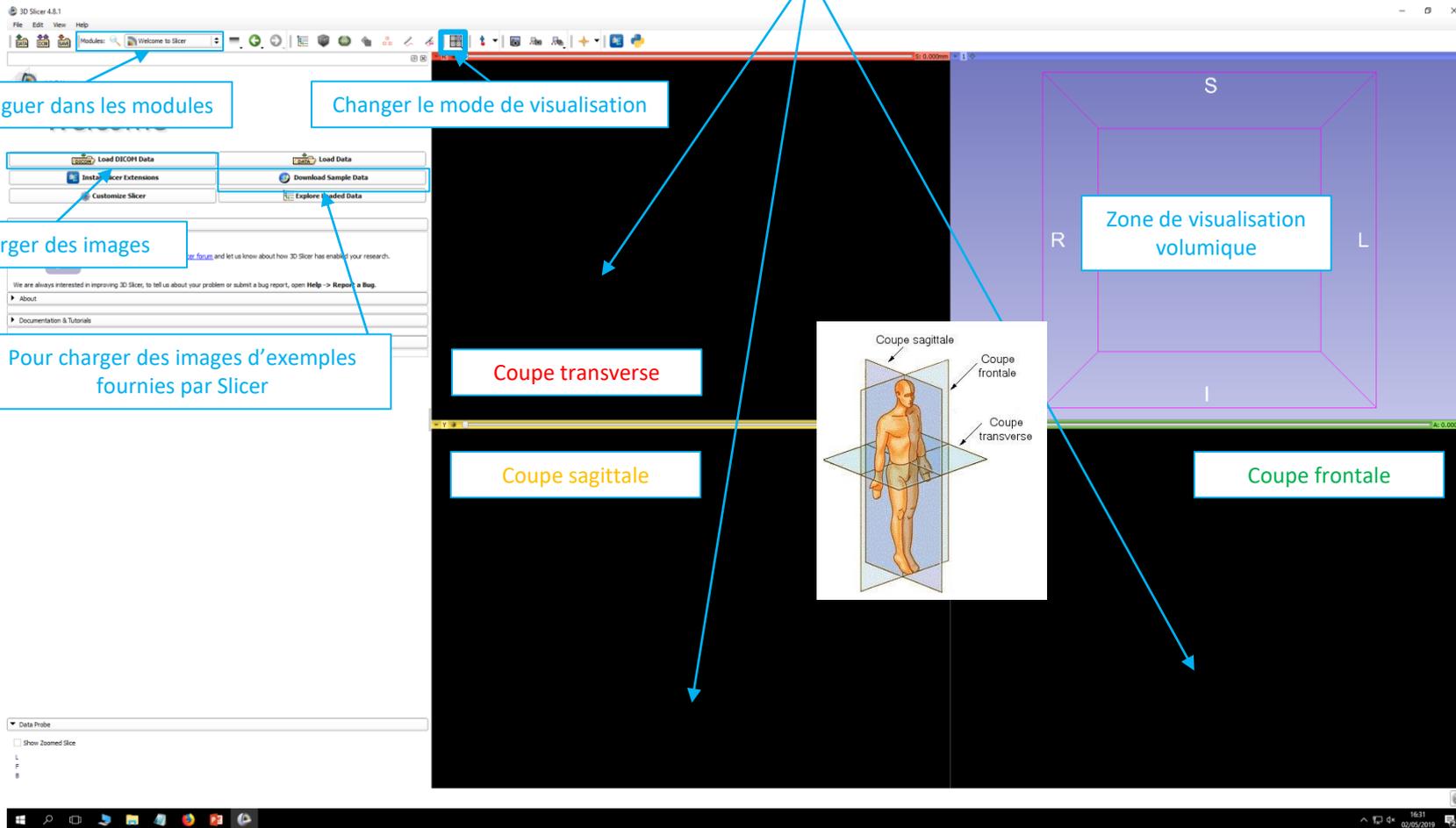
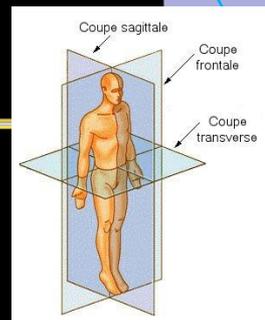
Pour charger des images d'exemples
fournies par Slicer

Coupe transverse

Coupe sagittale

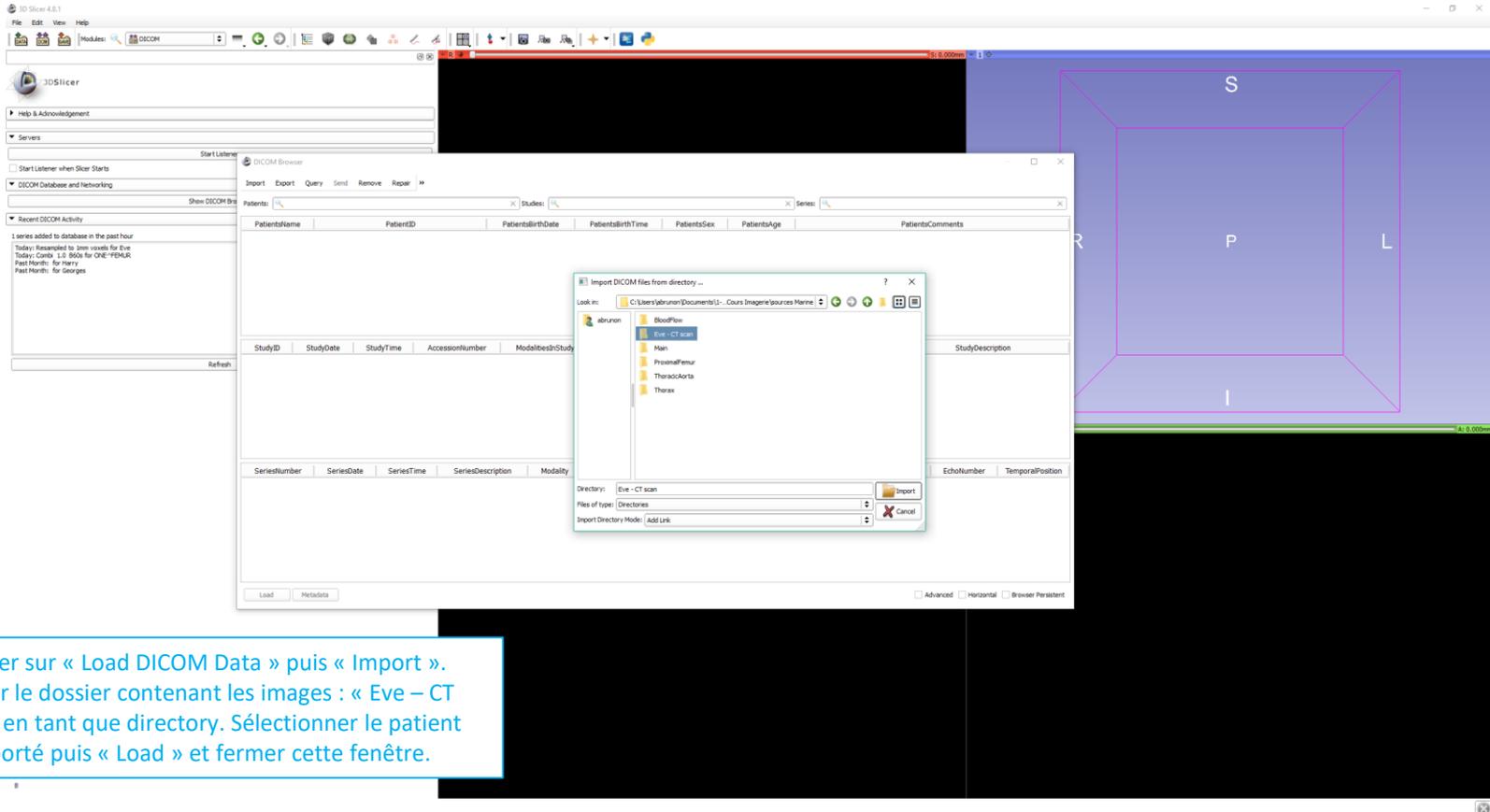
Zone de visualisation
volumique

Coupe frontale



Importer des images

 Load DICOM Data



The screenshot displays the 3D Slicer 4.8.1 interface. The DICOM Browser window is open, showing a table of DICOM data. An 'Import DICOM files from directory' dialog box is overlaid on the browser, showing a file tree with 'Eve - CT scan' selected. The background shows a 3D view of a brain slice with 'S', 'P', 'L', and 'I' labels.

PatientName	PatientID	PatientsBirthDate	PatientsBirthTime	PatientSex	PatientAge	PatientComments

StudyID	StudyDate	StudyTime	AccessionNumber	ModalitiesStudy

SeriesNumber	SeriesDate	SeriesTime	SeriesDescription	Modality

Cliquer sur « Load DICOM Data » puis « Import ». Choisir le dossier contenant les images : « Eve – CT Scan » en tant que directory. Sélectionner le patient importé puis « Load » et fermer cette fenêtre.

Voici Eve.

The screenshot displays the 3D Slicer 4.8.1 interface. The top menu bar includes File, Edit, View, and Help. The main workspace is divided into four panels: a top-left circular view of a CT scan slice, a top-right 3D coordinate system with axes labeled S (Superior), I (Inferior), R (Right), and L (Left), a bottom-left vertical view of the CT scan, and a bottom-right coronal view of the CT scan. A blue box highlights the 'List' icon in the top toolbar. A blue callout box points to the 'Subject Hierarchy' panel on the left, which shows a tree view of the data. A blue callout box points to the 'Data Probe' panel at the bottom left. A blue double-headed arrow labeled 'CONTRASTE' is positioned over the bottom-left view, and a blue double-headed arrow labeled 'LUMINOSITE' is positioned over the bottom-right view.

Listez les données disponibles

On trouve la pile d'images du CT Scan dans l'onglet « Subject hierarchy ». Cette liste va s'incrémenter à mesure qu'on crée de nouveaux objets (volumes croppés, segments, modèles, etc).

Cliquer sur l'image et balayer en maintenant le bouton enfoncé :
De droite à gauche → ajustement du contraste
De haut en bas → ajustement de la luminosité

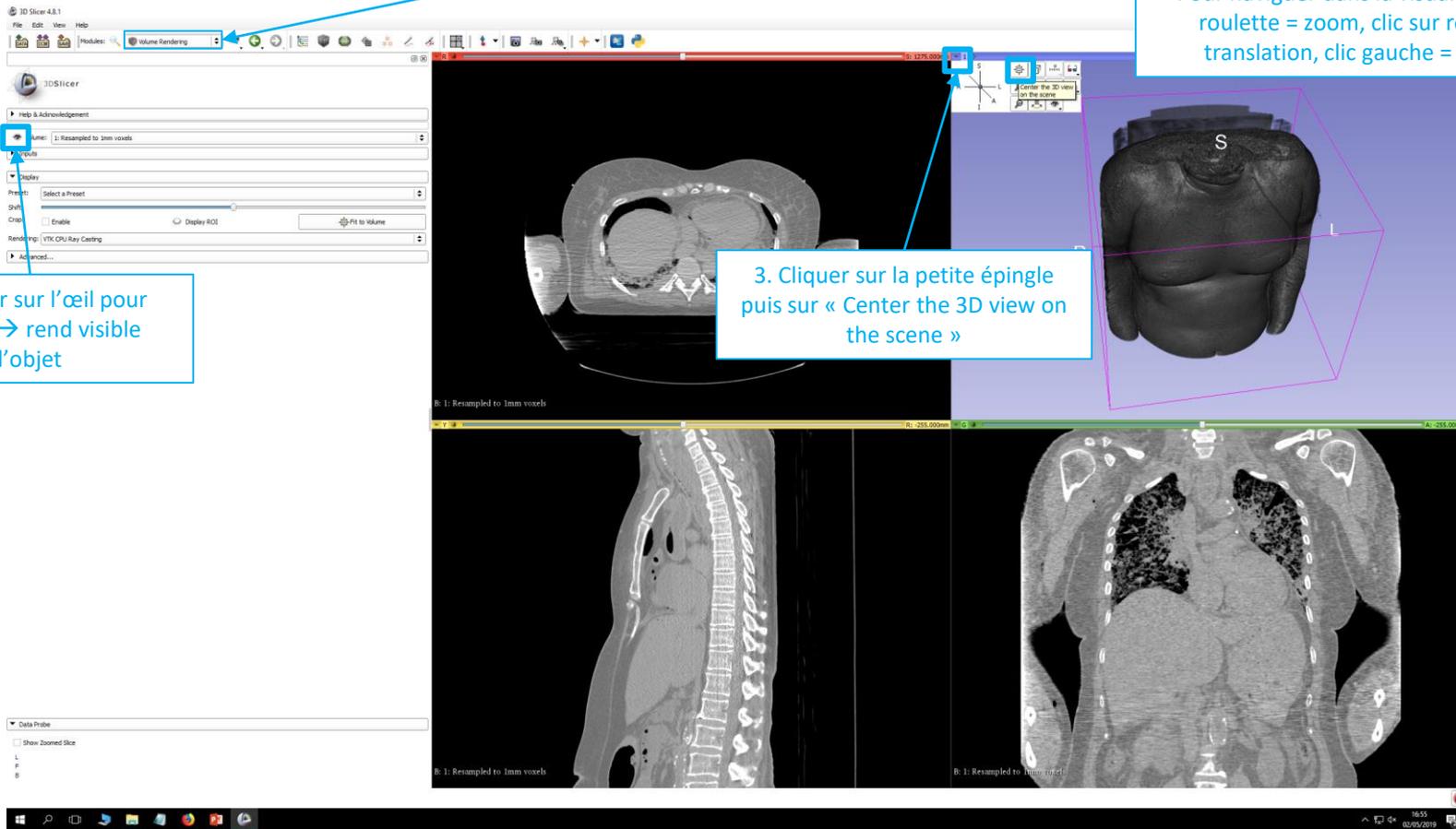
Visualiser le volume brut

1. Choisir le module « Volume rendering »

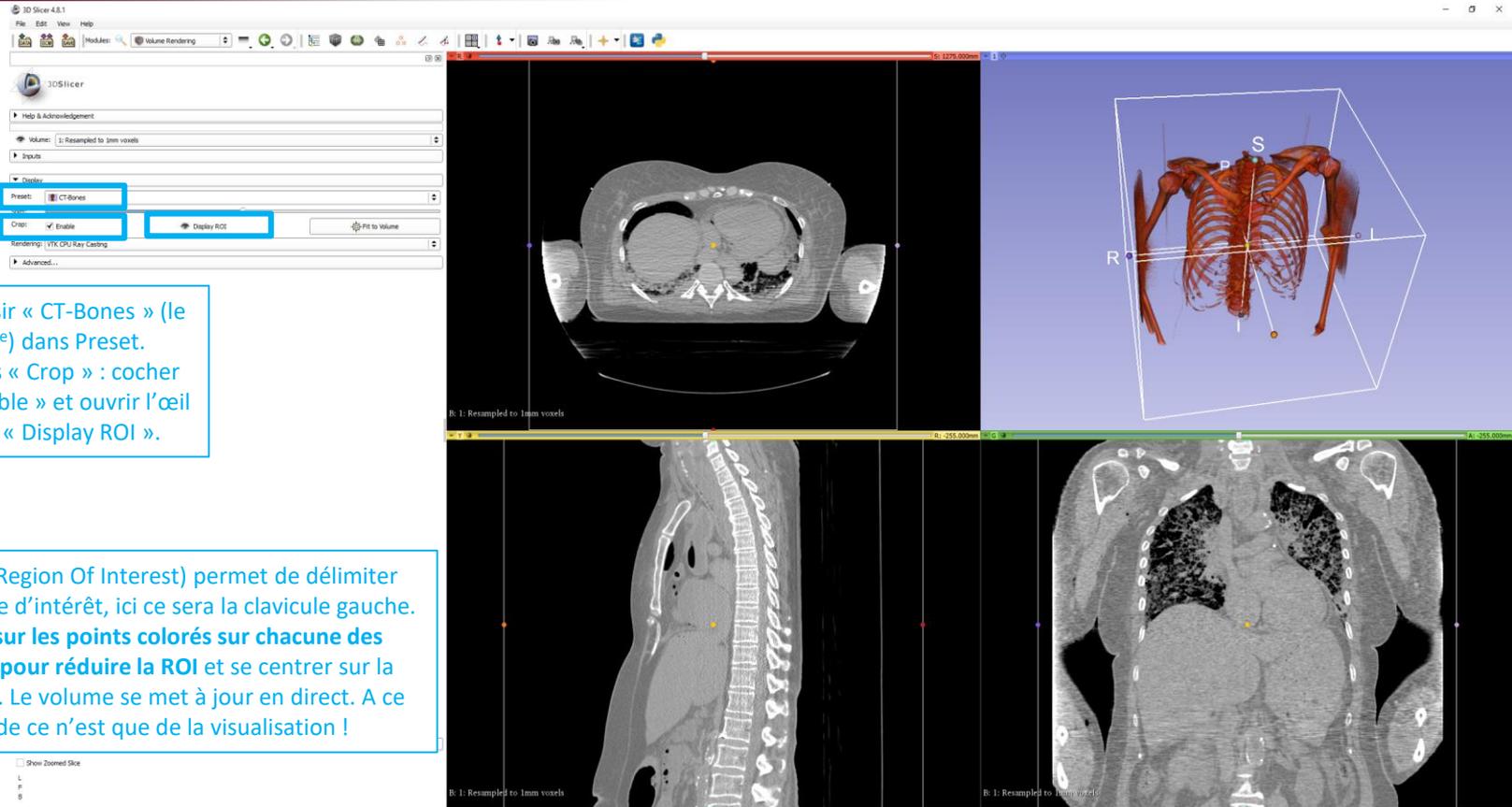
2. Cliquer sur l'œil pour l'ouvrir → rend visible l'objet

3. Cliquer sur la petite épingle puis sur « Center the 3D view on the scene »

Pour naviguer dans la visualisation 3D :
roulette = zoom, clic sur roulette = translation, clic gauche = rotation



Visualiser le volume prétraité

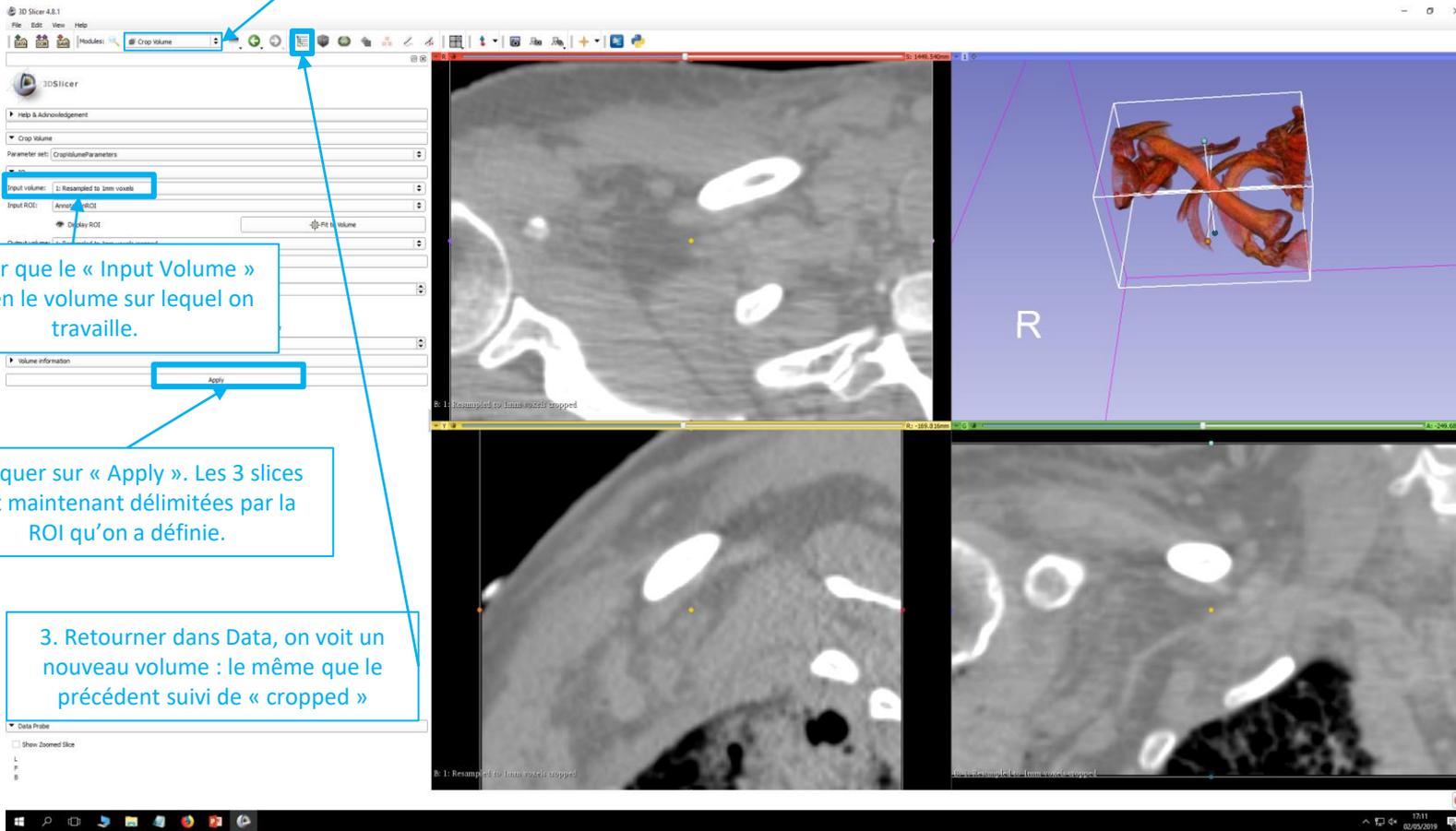


1. Choisir « CT-Bones » (le 2^e) dans Preset.
2. Dans « Crop » : cocher « Enable » et ouvrir l'œil de « Display ROI ».

La ROI (Region Of Interest) permet de délimiter notre zone d'intérêt, ici ce sera la clavicule gauche. Jouer sur les points colorés sur chacune des coupes pour réduire la ROI et se centrer sur la clavicule. Le volume se met à jour en direct. A ce stade ce n'est que de la visualisation !

Délimiter les images

1. Choisir le module « Crop Volume »



1. Vérifier que le « Input Volume » est bien le volume sur lequel on travaille.

2. Cliquer sur « Apply ». Les 3 slices sont maintenant délimitées par la ROI qu'on a définie.

3. Retourner dans Data, on voit un nouveau volume : le même que le précédent suivi de « cropped »

Segmenter la clavicule par seuillage

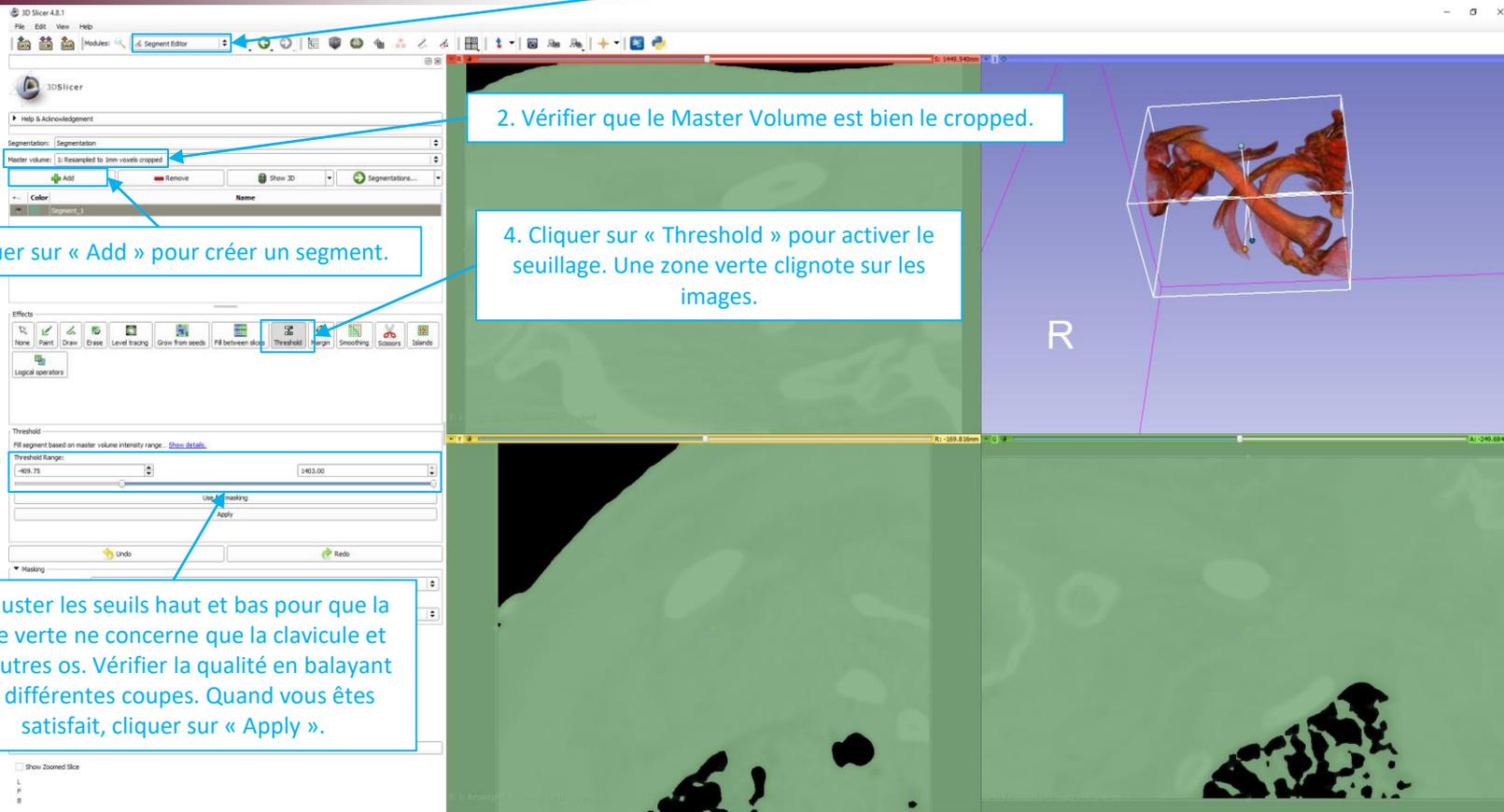
1. Choisir le module « Segment Editor »

2. Vérifier que le Master Volume est bien le cropped.

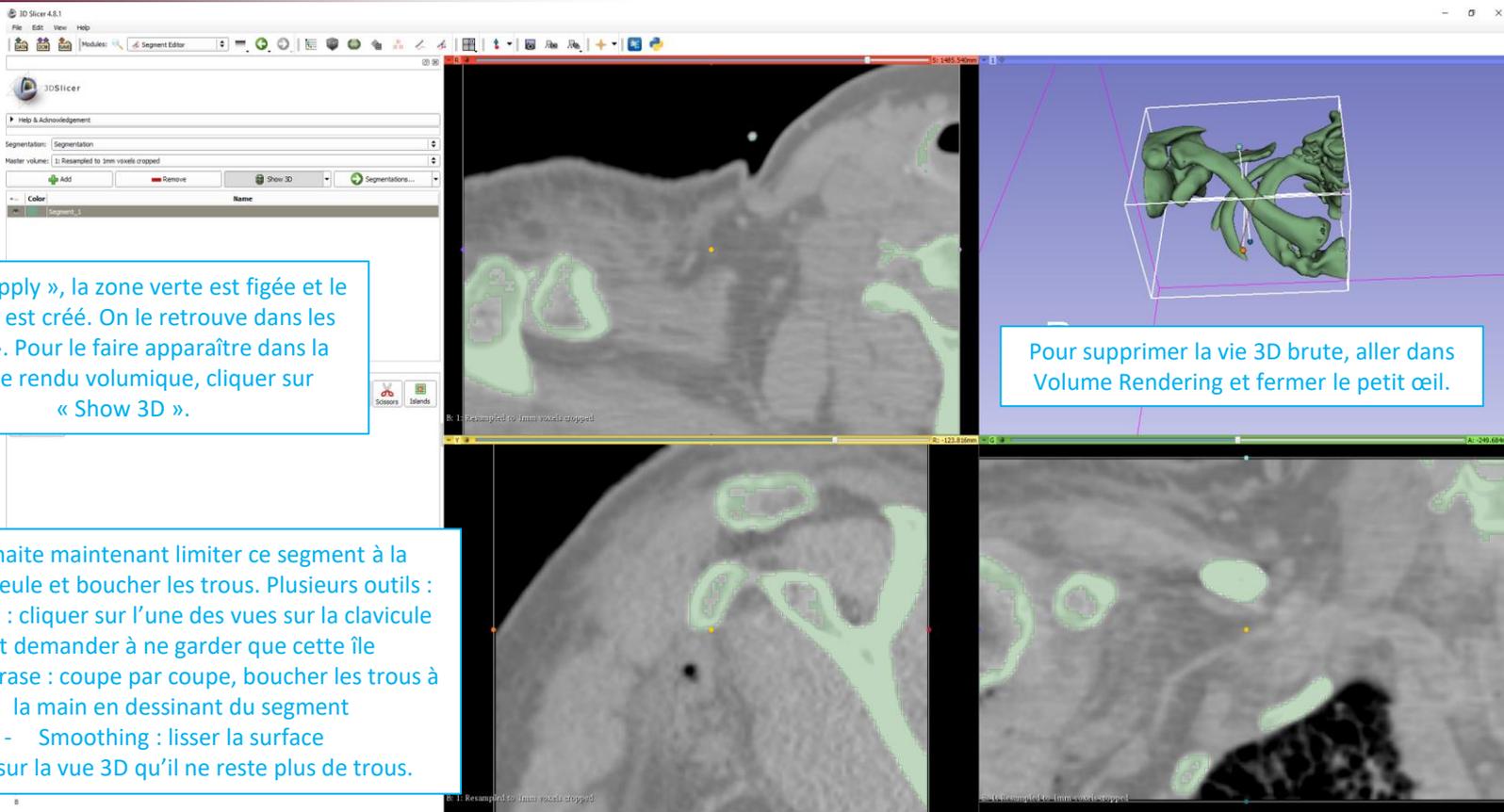
3. Cliquer sur « Add » pour créer un segment.

4. Cliquer sur « Threshold » pour activer le seuillage. Une zone verte clignote sur les images.

5. Ajuster les seuils haut et bas pour que la zone verte ne concerne que la clavicule et les autres os. Vérifier la qualité en balayant les différentes coupes. Quand vous êtes satisfait, cliquer sur « Apply ».



Segmenter la clavicule par seuillage

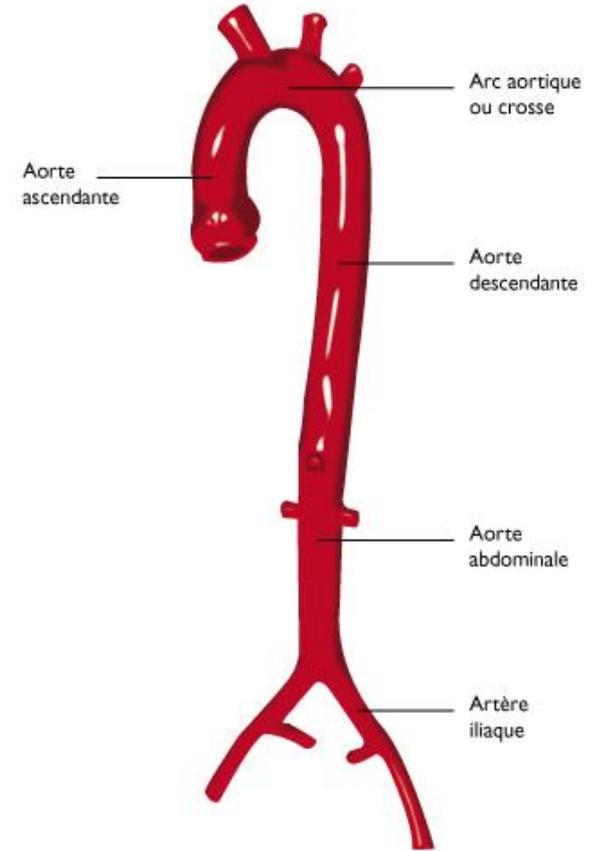


A retenir

- La segmentation par seuillage considère les pixels indépendamment les uns des autres → nécessite souvent un nettoyage manuel + un lissage pour obtenir une surface régulière.
- Un segment est un ensemble de voxels, un modèle est un objet surfacique maillé.
- Un modèle n'est pas généré automatiquement avec Slicer, il faut le générer.
- On ne peut pas piloter le maillage généré par Slicer, utiliser un autre outil pour cela (ex : MeshLab).

Segmentation de la lumière vasculaire par croissance de région

- Lumière vasculaire = volume intérieur de la structure vasculaire, là où se trouve le flux sanguin (surface interne de la paroi vasculaire)
- La lumière vasculaire est clairement visible sur des images de scanner CT ou des IRM de patients ayant reçu un **agent de contraste**.
- Objectif : extraire la géométrie de lumière vasculaire de l'aorte depuis la sortie du cœur (aorte ascendante) jusqu'au départ des artères iliaques
- Méthode proposée : croissance de région



Segmentation de la lumière vasculaire par croissance de région

- Reprendre les mêmes étapes :
 - Importer les images à l'aide du navigateur (dossier « Aorte »)
 - Générer la visualisation volumique (preset : par exemple CT-AAA2)
 - (observer la prothèse de hanche et son influence sur les images)
 - Observer la structure à segmenter, définir la boîte pour appliquer « Crop Volume ».
- Aller dans le module « Segment Editor ».
- Pour utiliser la croissance de région, il faut définir au moins 2 segments : même si on ne s'intéresse qu'à la lumière vasculaire, il faudra définir le segment complémentaire. Pour cela :
 - Cliquer sur « Add » 2 fois
 - Double-cliquer sur chacun des segments pour les renommer en « Aorte » et « Tout le reste » et éventuellement changer leur couleur.
- Pour chacun des segments, on va « peindre » des graines à partir desquelles aura lieu la croissance de région: choisir un diamètre adapté à chacun des segments et ajouter des graines à plusieurs endroits.
 - Pour le segment aorte, uniquement dans la lumière vasculaire
 - Pour le segment « tout le reste », bien inclure les différents tissus concernés (graisse, organes, os, etc)

Segmentation de la lumière vasculaire par croissance de région

3D Slicer 4.8.1

File Edit View Help

Modules: Segment Editor

3DSlicer

Color Name

- Aorte
- Tout le reste

Effects

None Paint Draw Erase Level tracing Grow from seeds Fill between slices Threshold

Margin Smoothing Scissors Islands Logical operators

Paint

Paint with a round brush... [Show details...](#)

Diameter: 5% 1 3 5 10 20 40 %

Data Probe

Show Zoomed Slice

L F B

S Segmentation: Tout le reste

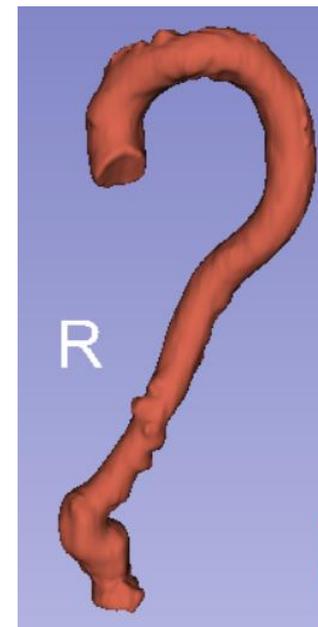
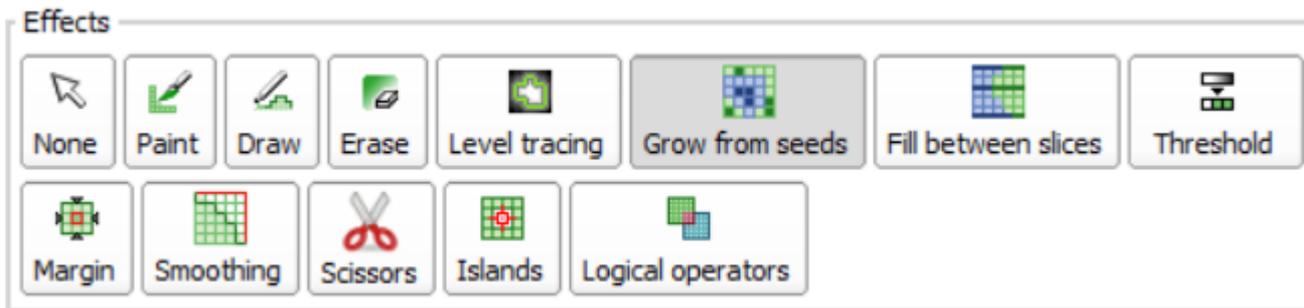
Lumière vasculaire

Choix du diamètre de pinceau

Tout le reste

Segmentation de la lumière vasculaire par croissance de région

- Une fois qu'on a suffisamment de graines, cliquer sur « Grow from Seeds » puis « Initialize »

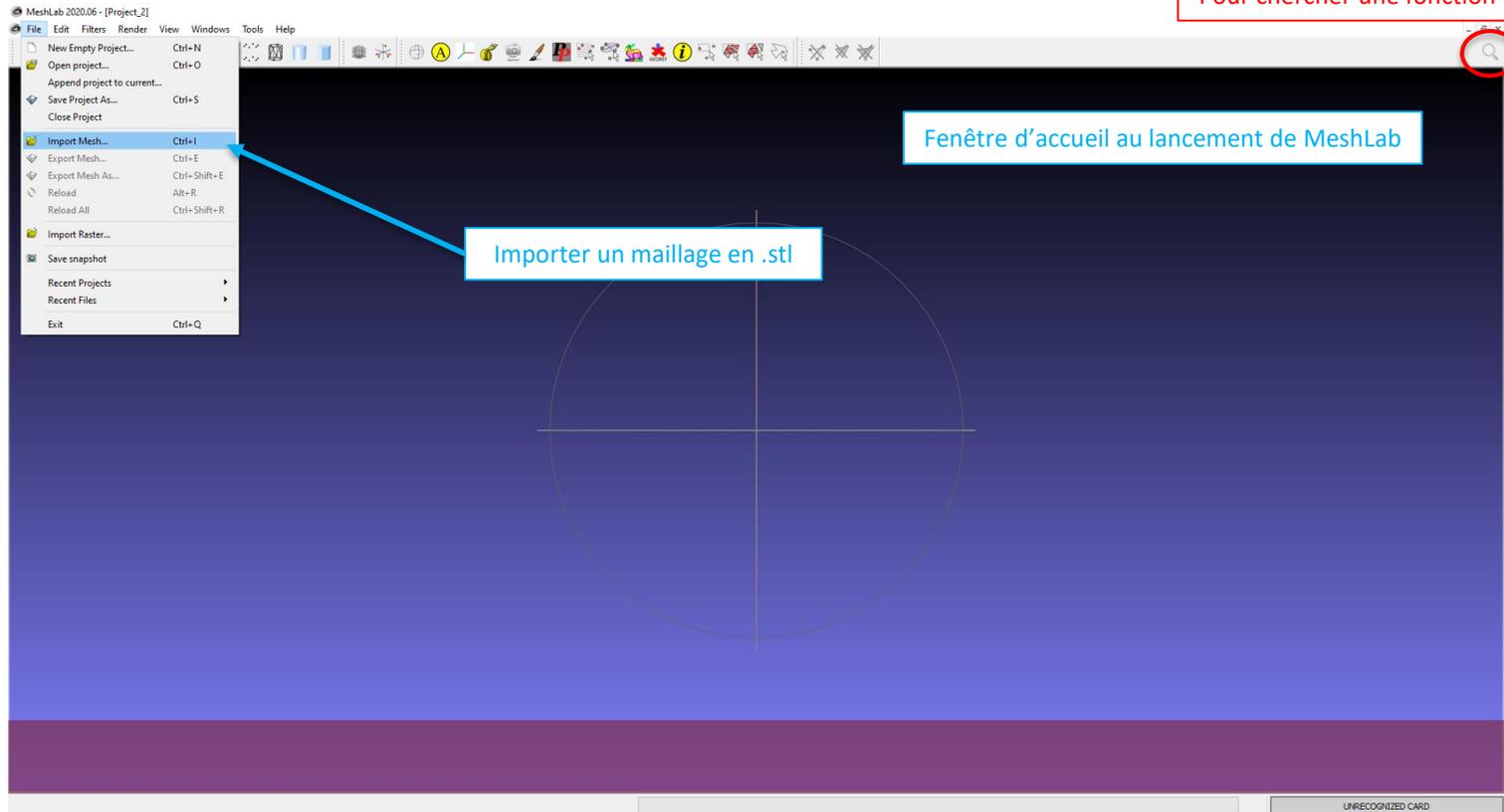


- A vérifier en balayant les coupes :
 - La lumière vasculaire est bien délimitée (notamment par rapport à la colonne vertébrale)
 - L'ensemble de la zone d'intérêt est défini par le segment « Aorte ».
- Si besoin, corriger les graines (« Paint » ou « Erase ») puis « Update »
- Quand vous êtes satisfait : cliquer sur « Apply ».
- On peut visualiser le segment grâce à « Show 3D ». Nettoyer le résultat avec les fonctions Scissors, Smoothing, Islands, notamment sur la vue 3D. Exporter le Model en .stl.

Travail sur le maillage avec MeshLab

- MeshLab : logiciel libre d'édition de maillage, développé par le Visual Computing Lab, ISTI - CNR, à Pise (Italie)
- Multiples modules développés au fil du temps et disponible → pas facile de s'y retrouver !
- Objectif ici :
 - Obtenir un maillage adapté à une simulation par Éléments Finis

Pour chercher une fonction



Type d'affichage des éléments et noeuds

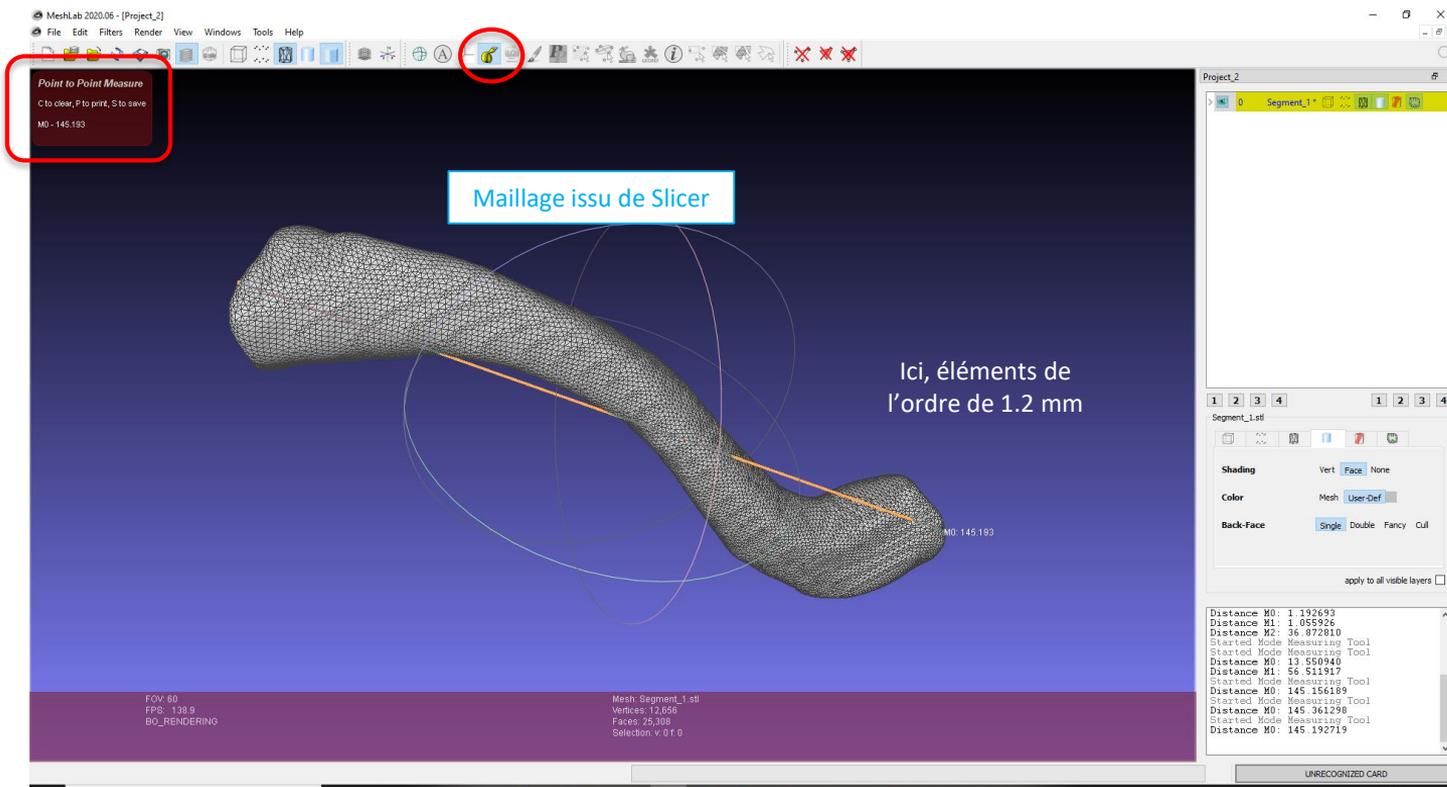
Objets manipulés et créés

Repère principal

Clic gauche : rotation
Clic sur la molette : translation de l'objet dans le repère
Rotation de la molette : zoom

Fenêtre de dialogue

Comme on ne connaît pas très bien les caractéristiques du maillage exporté par Slicer, on peut prendre des mesures.



- Menus utiles :
 - Cleaning and repairing : repair non manifold faces and edges
 - Remeshing, simplification and reconstruction :
 - Uniform mesh resampling
 - Isotropic explicit remeshing

Résultat obtenu par Uniform Mesh resampling de 3.2 mm

Ratio d'aspect non satisfaisant

Nouvel objet créé
/!\ l'objet manipulé est celui sélectionné en **jaune**
Les objets visibles sont ceux qui ont l'œil ouvert !

Distance M0: 145.361298
Started Mode Measuring Tool
Distance M0: 145.192719
Started Mode Measuring Tool
Distance M0: 1.237156
Resampling mesh using a volume of 53 x 27 x 26
VoxelSize is 3.287900, offset is 0.000000
Mesh Box is 143.833130 56.751163
55.824509
Applied filter Uniform Mesh Resampling in 262 msec

FOV: 60
FPS: 175.4
BO_RENDERING

Current Mesh: Segment_1
Vertices: 12,656 (13,788)
Faces: 25,308 (27,568)
Selection: v: 0 f: 0

UNRECOGNIZED CARD

Mesure de la qualité du maillage : Per Face Quality according to Triangle shape and aspect ratio
Choisir « Mean ratio » comme métrique

Per Face Quality according to Triangle shape and aspect ...

Compute a quality and colorize faces depending on triangle shape:

1. area/max side of triangle
2. ratio inradius/circumradius (radi of incircle and circumcircle)
3. Mean ratio of triangle = $\text{area} / (a^2 + b^2 + c^2)$
4. Area
5. Texture Angle Distortion. Difference between angle in 3D space and texture space
6. Texture Area Distortion. Difference between area in 3D space and texture space
7. Polygonal Planarity (max distance to support plane)
8. Polygonal Planarity (relative distance to support plane)

Metric: Mean ratio

Preview

Default Help

Close Apply

FOV: 60
FPS: 294.1
BO_RENDERING

Current Mesh: Offset mesh
Vertices: 911 (4,459)
Faces: 1,818 (8,910)
Selection: v: 0 r: 0
VC FC FQ

Segment_1*
File Segment_1.stl
Vertices 3548
Faces 7092

Offset mesh

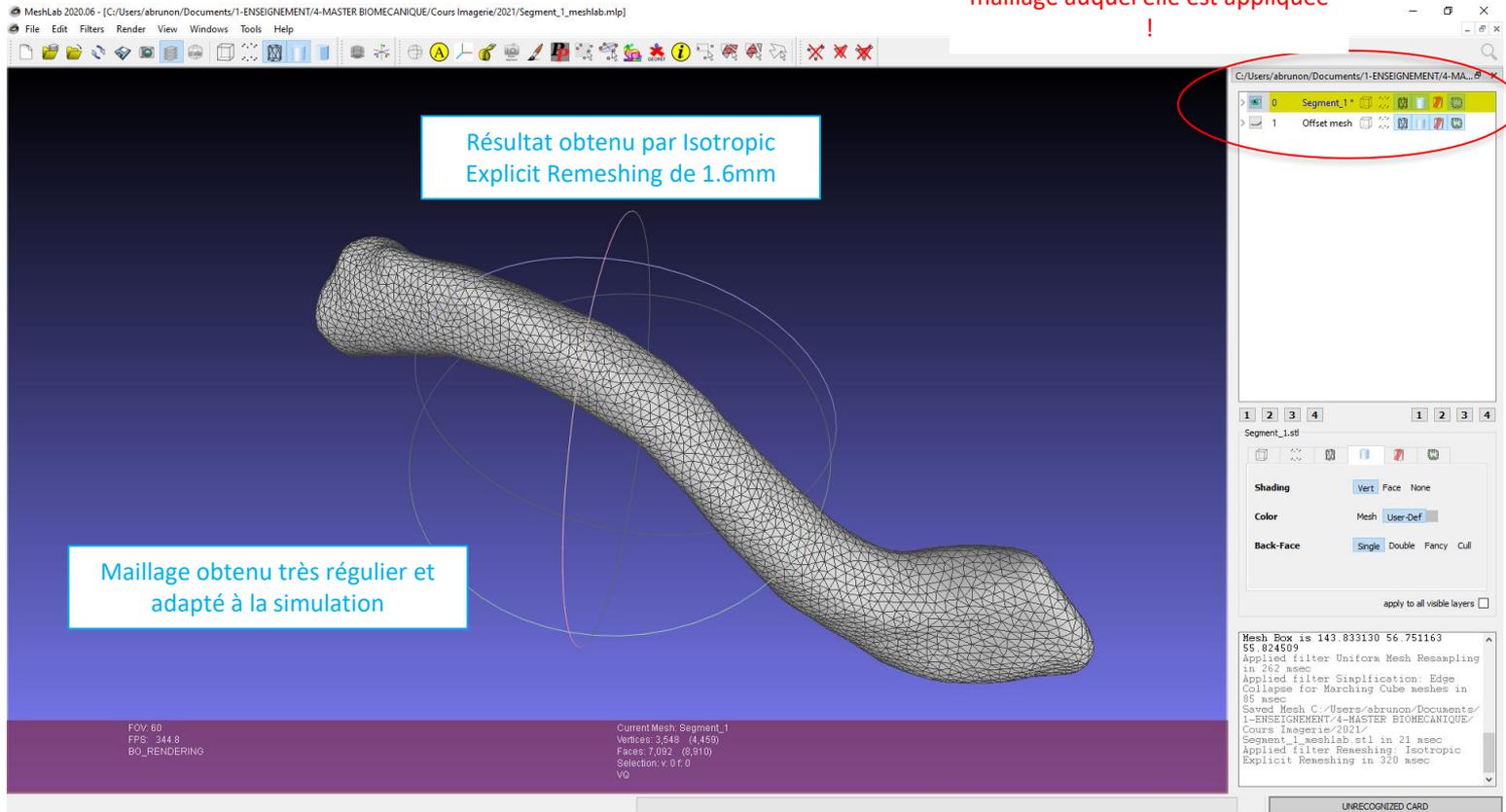
Boundary Edges On Off
Boundary Faces On Off
No-Manif Verts On Off
No-Manif Edges On Off
Texture Border On Off

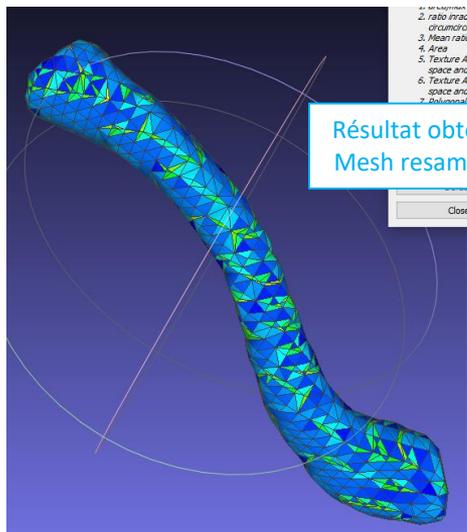
apply to all visible layers

Used (140.000000 312.000000)
Applied filter Colorize by face Quality in 60 msec
Enabled Decorate mode Show Quality Histogram
Disabled Decorate mode Show Quality Histogram
Applied filter Per Face Quality according to Triangle shape and aspect ratio in 77 msec
Applied filter Per Face Quality according to Triangle shape and aspect ratio in 42 msec

UNRECOGNIZED CARD

!\\ Cette fonction écrase le maillage auquel elle est appliquée !





Ratio d'aspect obtenu avec les deux méthodes de remaillage

