

Représentation symbolique de réseaux vasculaire cérébrale en présence de Malformation Artério-Veineuse

Fan Li^{1,2} Olena Tankyevych² Yasmina Chenoune¹
Raphael Blanc³ Eric Petit²

¹École d'ingénieur ESME Sudria

²Laboratoire Image, Signaux et Systèmes Intelligents
Université Paris Est Créteil

³Fondation ophtalmologique de Rothschild Paris

Workshop Imagerie du Vivant 2015

- 1 Position du problème
- 2 Méthodologie et les résultats
- 3 Conclusion

1 Position du problème

- MAVc
- Système d'imagerie
- Objectif du travail

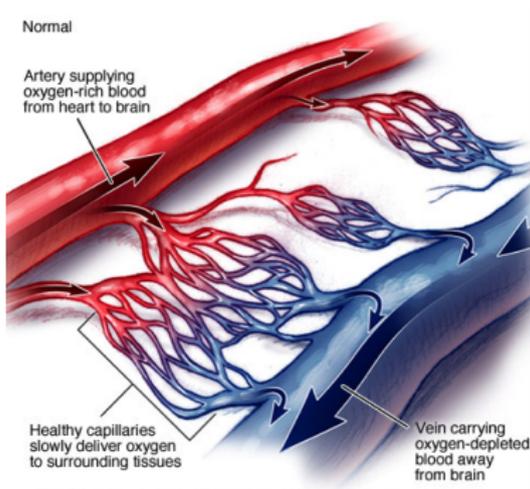
2 Méthodologie et les résultats

- Segmentation
- Visualization
- Séparation de nidus, de veine et d'artères
- Squelettisation
- Représentation symbolique

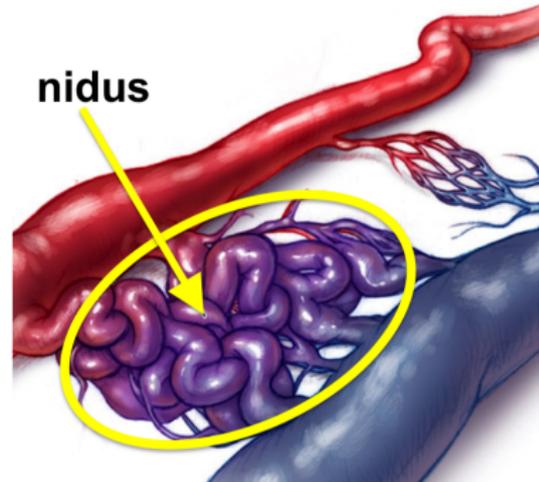
3 Conclusion

Malformations artério-veineuses cérébrales(MAVc)

Connexion normale



Connexion avec la présence de MAVc



Modes de traitement des MAVc

- **L'embolisation**
 - ▶ Injection d'une colle biologique
- **La chirurgie** : très invasif
 - ▶ Ablation complète et définitive
- **La radiochirurgie stéréotaxique** : nocif
 - ▶ Destruction en une seule séance

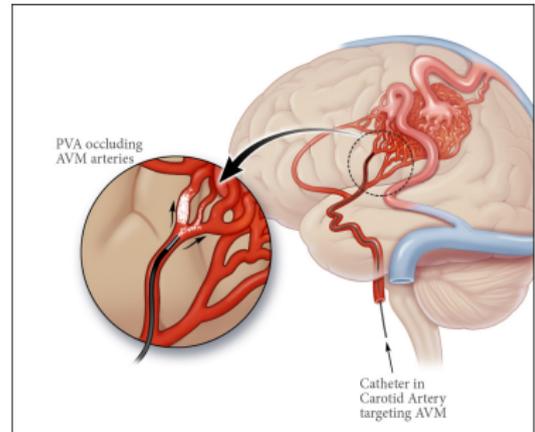
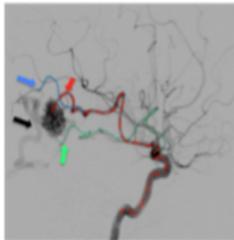
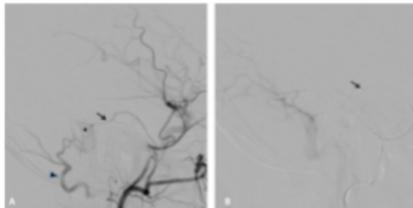


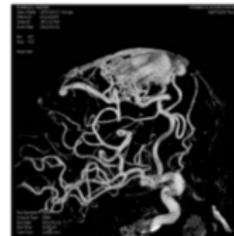
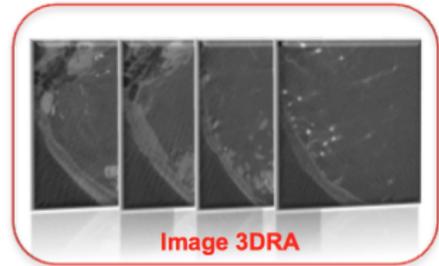
Illustration d'embolisation

Cadre clinique d'embolisation

Une bonne connaissance du réseau vasculaire est importante

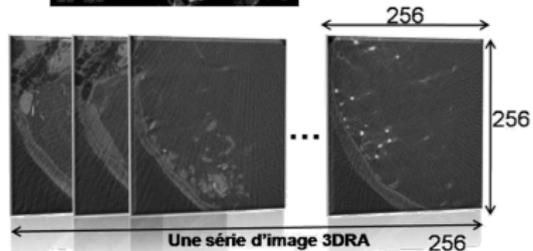
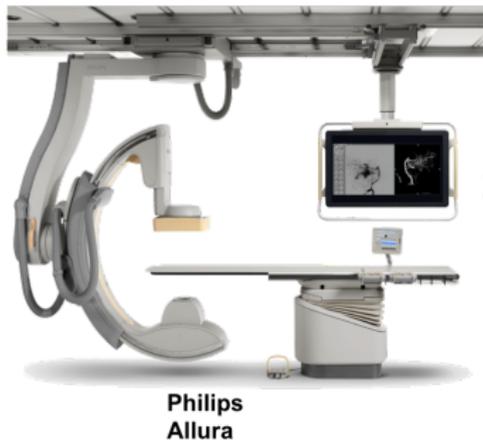


Images d'angiographie



Reconstruction
3DRA

Angiographie Rotationnelle 3D



Taille : $256 * 256 * 256$, résolution : $0,3mm^3 - 0,5mm^3$

Objectif du travail

Un outil d'aide à l'analyse et à la navigation du réseau vasculaire en pré-interventionnel :

- Apporter une visualisation améliorée
- Identifier les apports artériels du nidus pour définir la stratégie d'embolisation
- Simuler des chemins d'embolisation
- Fournir des informations supplémentaires sur la :
 - Géométrie
 - Arborescence

1 Position du problème

- MAVc
- Système d'imagerie
- Objectif du travail

2 Méthodologie et les résultats

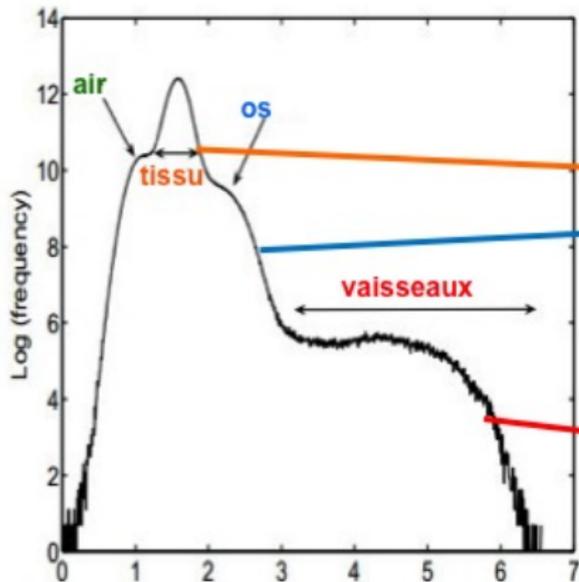
- Segmentation
- Visualization
- Séparation de nidus, de veine et d'artères
- Squelettisation
- Représentation symbolique

3 Conclusion

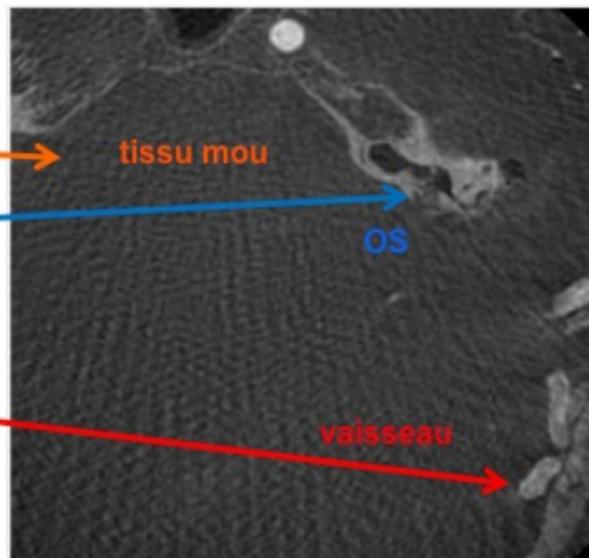
Algorithme

- 1 **Segmentation** par croissance de région en 3D
- 2 **Visualization** du réseau segmenté
- 3 **Séparation** de nidus, de veines et d'artères
- 4 **Squelettisation** par 1D isthmus
- 5 **Représentation symbolique et l'analyse** du réseaux vasculaire

Etudes de l'histogramme d'image 3DRA



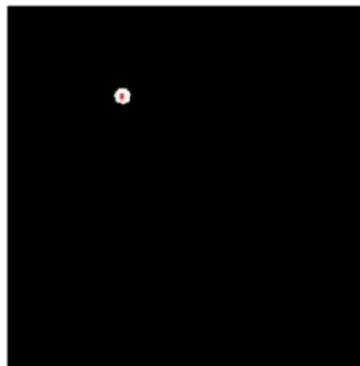
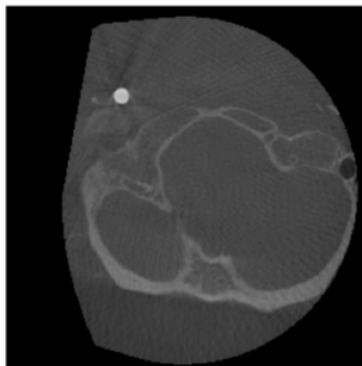
Histogramme logarithmique des intensités



Une coupe d'image 3DRA

Segmentation 3D basé sur croissance de région

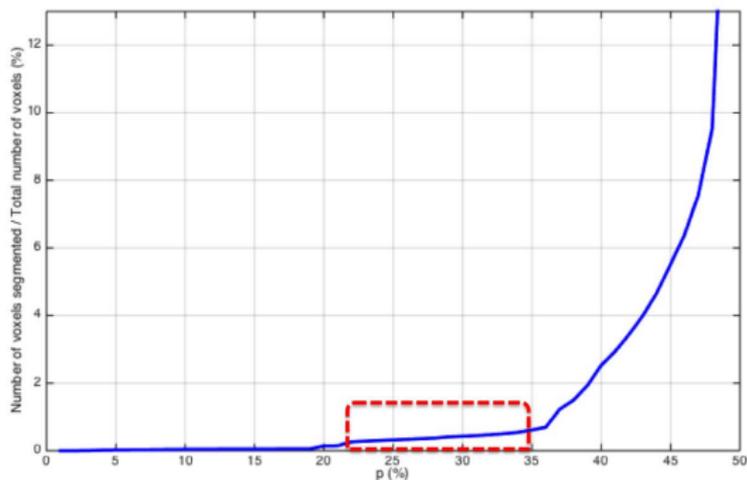
- 1 Binariser la première coupe d'image
- 2 Calculer le barycentre du région la plus grande
- 3 Lancer la croissance de région à partir du barycentre sur l'image 3D



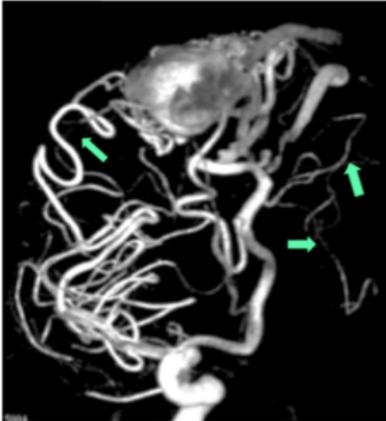
Sensibilité de la méthode au paramètre p

Condition de similarité pour 2 voxels voisins

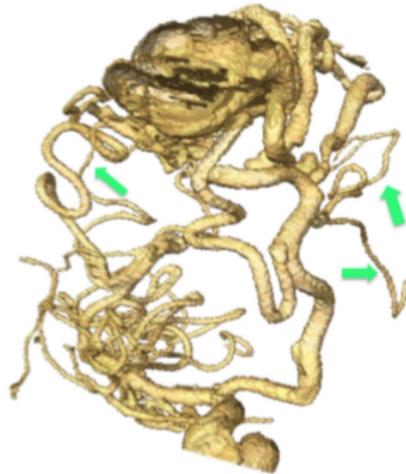
$$|V_i - V_j| < p \times |I_{max} - I_{min}|$$



Comparaison de segmentation



Reconstruction 3D de Philips



Reconstruction à partir
de notre segmentation

Identification des vaisseaux à emboliser

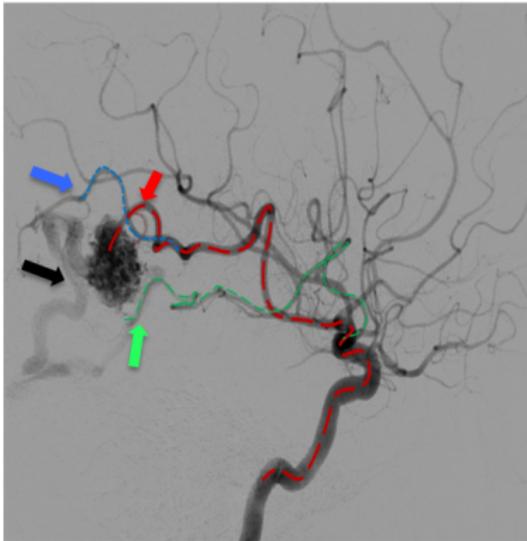


Image angiographique 2D

Identification des vaisseaux à emboliser

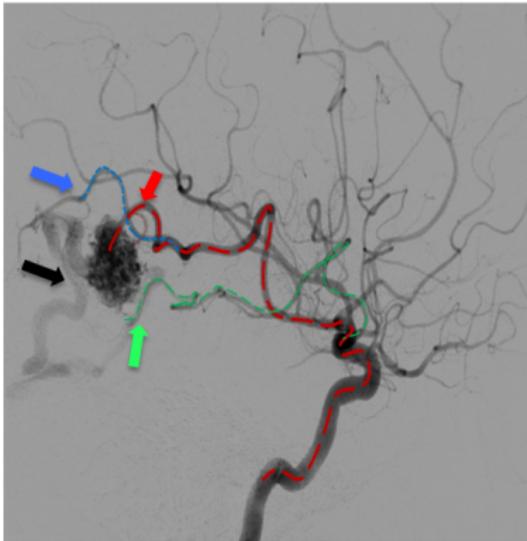
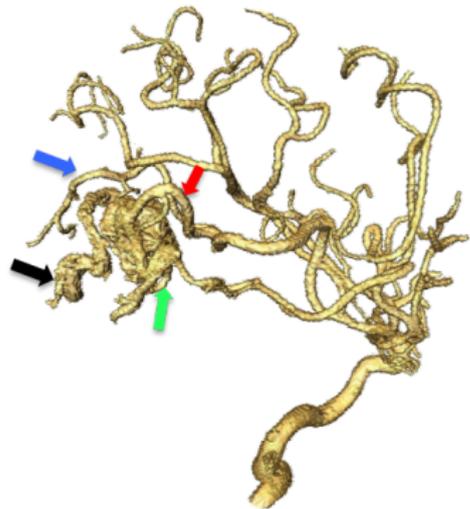


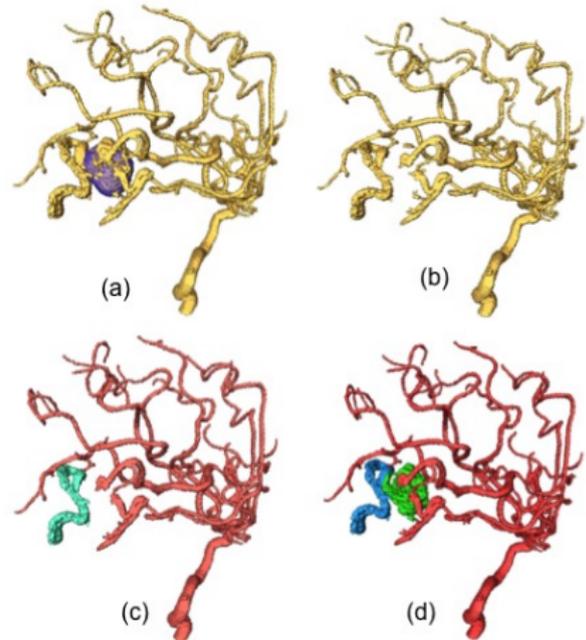
Image angiographique 2D



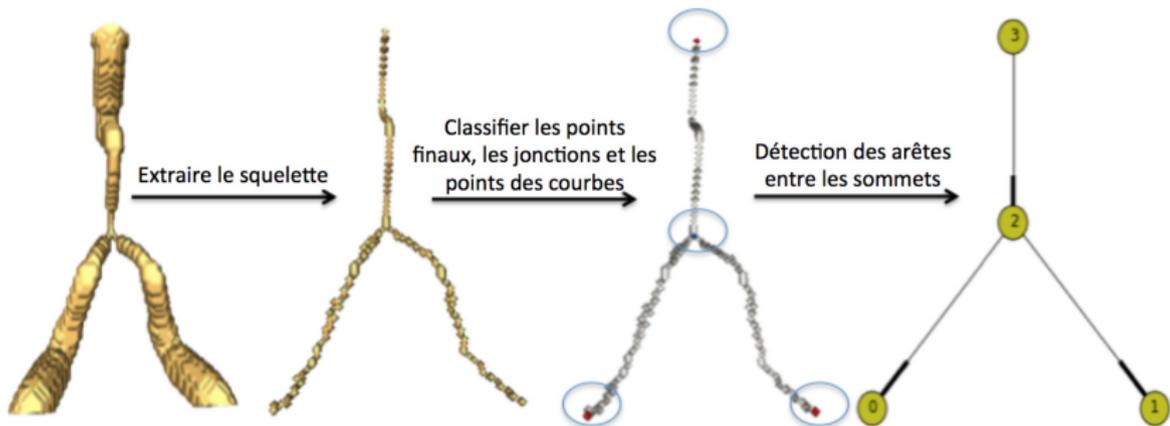
Reconstruction 3D de la segmentation

Séparation de nidus, les veines et le réseau artériel

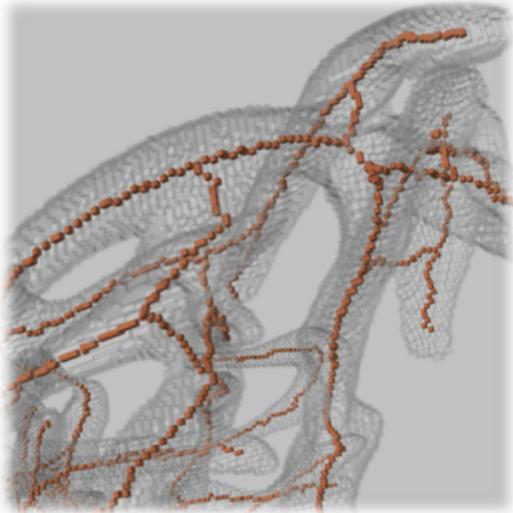
- 1 Détection approximative de nidus (a)
 - ▶ Fermeture avec une sphère
 - ▶ Ouverture avec une sphère
- 2 Extraction de la veine et le reseau arteriel
 - ▶ Suppression de nidus approximatif du réseaux vasculaire (b)
 - ▶ Identifier le réseau artériel et la veine par taille de composante connexe (c)
- 3 Extraction précise de nidus (d)
 - ▶ Suppression de réseau artériel et veineux



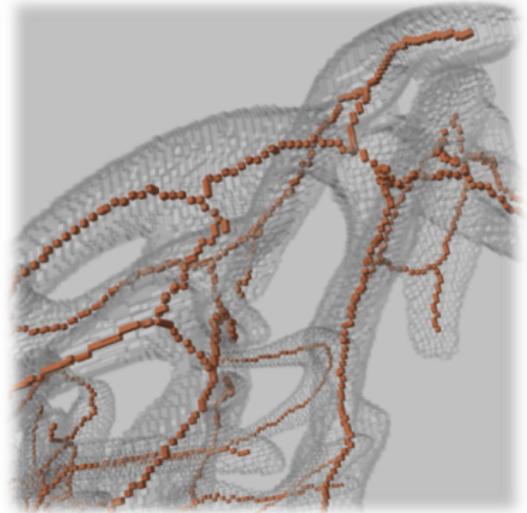
Conversion : segmentation -> graph



Squelettisation par 1D isthmus



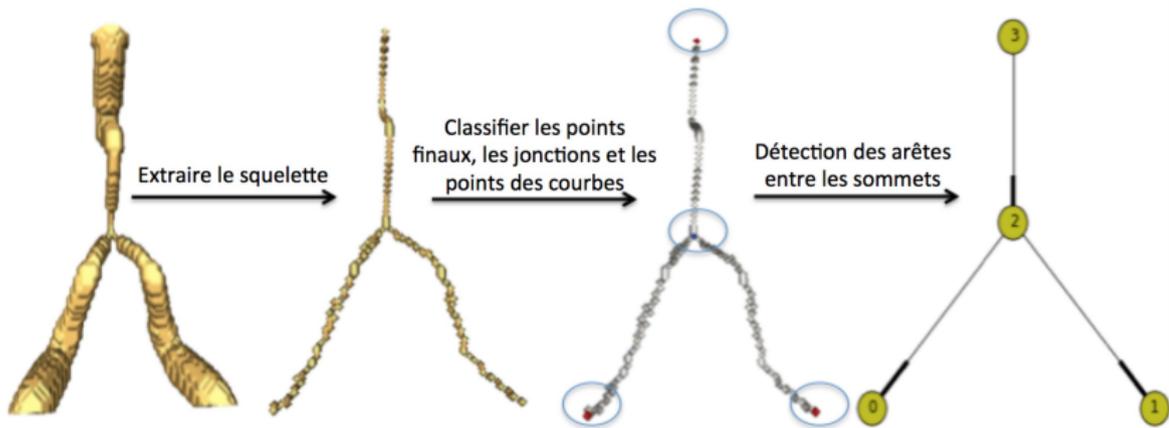
Squelettisation par méthode symétrique



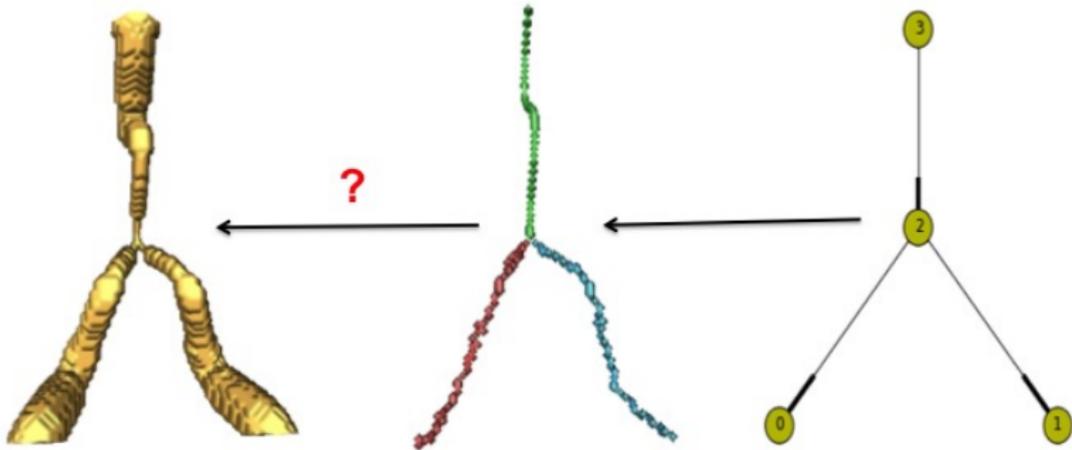
Squelettisation par méthode asymétrique

M.Coupric and G.Bertrand, Asymmetric parallel 3d thinning scheme and algorithms based on isthmuses, Jan. 2015.

Conversion : segmentation -> graph



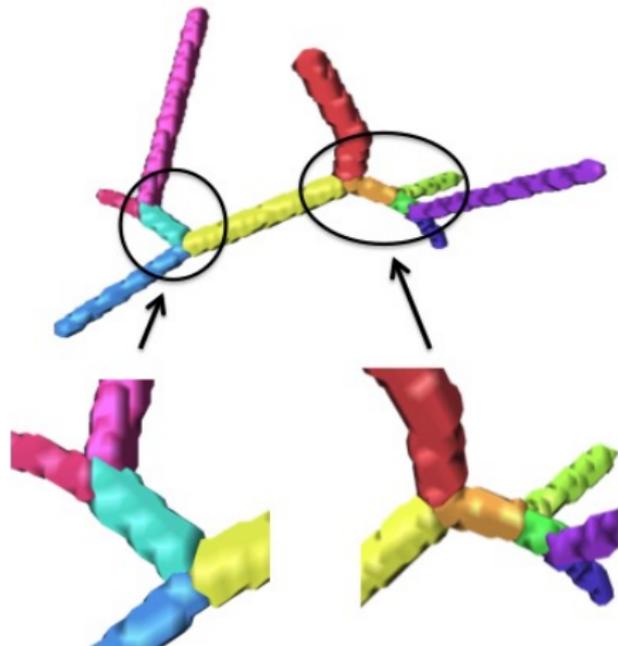
Conversion : graph -> segmentation



Conversion : graph \rightarrow segmentation

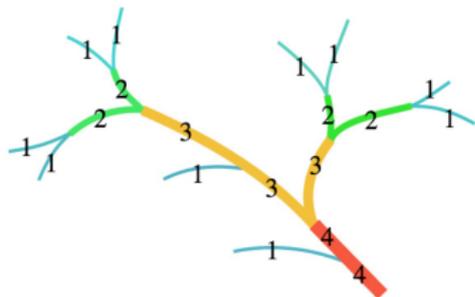
Pour chaque point segmenté :

- chercher le point de squelette le plus proche
- le point segmenté alors appartient à la même branche que le point de squelette

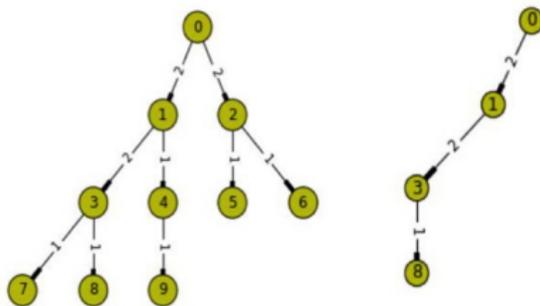


Modélisation le graph avec le nombre de Strahler

$$N_{(P,L,R)} = \begin{cases} 1 & P \text{ est une feuille} \\ n + 1 & N_{(L)} = N_{(R)} = n \\ \max(N_{(L)}, N_{(R)}) & N_{(L)} \neq N_{(R)} \end{cases}$$

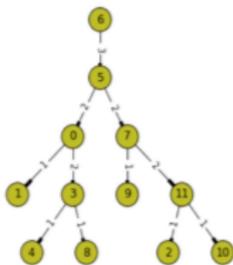
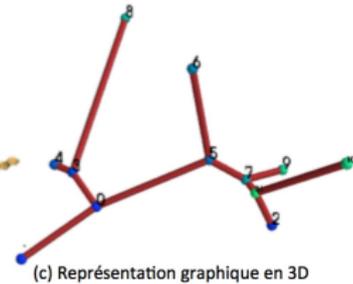
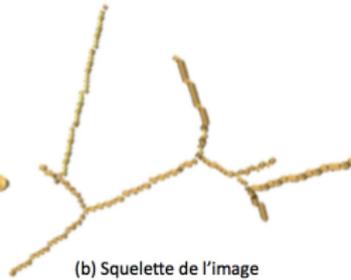
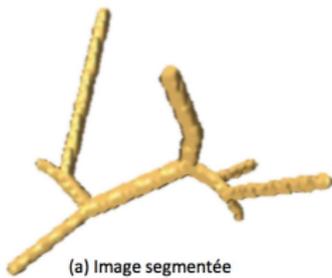


Une illustration du nombre de Strahle

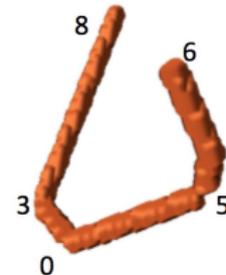
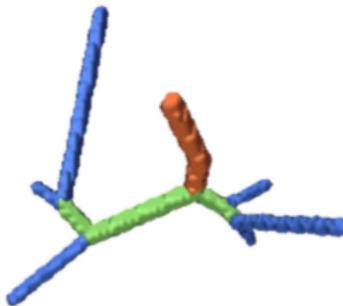


Extraction le chemin de noeud 0 à 8

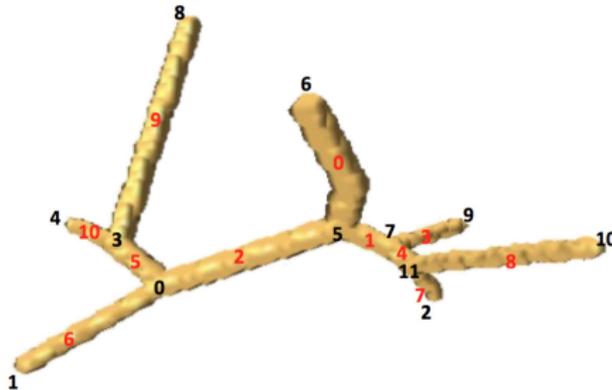
Représentation symbolique sur une image de synthèse



(d) Représentation graphique en 2D avec Strahler ordering



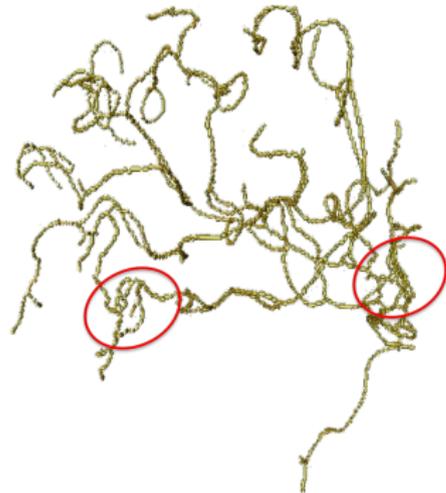
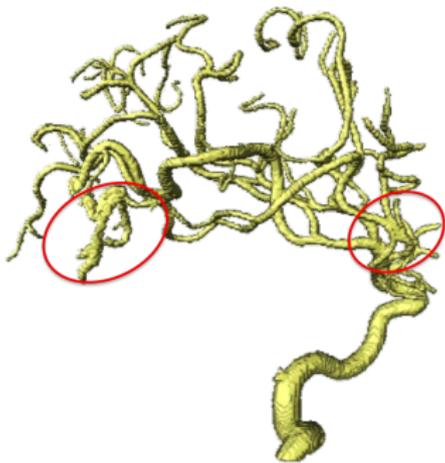
Mesures géométriques de chaque branche



Numéro de branche	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Numéro de sommet (source-> destination)	6->5	5->7	5->0	7->9	7->11	0->3	0->1	11->2	11->10	3->8	3->4
Volume	625	125	522	92	41	135	226	66	310	600	60
Rayon moyen	2.82	2.23	2.43	1.80	2.56	2.32	2.06	1.45	1.85	2.16	1.95
Longueur	25	8	28	9	2	8	17	10	29	41	5

Travail actuel

Détection et suppression des boucles dans le squelette (Des vaisseaux se touchent dans le résultat de segmentation)



Travail actuel

- Post-traitements de segmentation
 - ▶ Lissage
 - ▶ Suppression de petites bosses
- Plus d'informations de vaisseaux
 - ▶ Tortuosité
 - ▶ Rayon de chaque point de squelette
 - ▶ Flux sanguin

1 Position du problème

- MAVc
- Système d'imagerie
- Objectif du travail

2 Méthodologie et les résultats

- Segmentation
- Visualization
- Séparation de nidus, de veine et d'artères
- Squelettisation
- Représentation symbolique

3 Conclusion

Conclusion

- Segmentation d'arbre vasculaire et MAVc d'images 3DRA
- Visualisation 3D améliorée
- Séparation de réseaux veineux, artériel et du nidus
- Représentation d'arbre vasculaire avec un graphe dirigé
- Extraction de chemins d'embolisation
- Descripteurs géométriques et hiérarchiques

Merci pour votre attention !