

## Estimation du risque de survenue des anévrismes intra-crâniens basée sur l'analyse des images d'IRM.

Dans le cadre d'une collaboration entre l'Université Ibn Tofail de Kénitra (laboratoire LASTID), le CHU de Nantes et l'Université de Nantes (laboratoire RMeS) en France, nous étudions le risque d'occurrence et de rupture des anévrismes intra-crâniens. Nous sommes à la recherche d'un(e) étudiant(e) ayant un master fondamental en analyse/Traitement d'images ou informatique.

### Contexte du projet :

Un anévrisme intra-crânien (AIC) est une déformation, un gonflement d'une artère cérébrale (voir figure 1). L'anévrisme lui-même ne cause aucun symptôme, de même que sa présence ne met pas en péril le patient qui en est porteur, cependant sa rupture entraîne le plus souvent des complications sur l'état de santé du patient. Une fois rompu, l'anévrisme peut causer une hémorragie sous-arachnoïdienne pouvant entraîner une invalidité permanente voire même le décès.

Nous nous penchons ici plus particulièrement sur le cas des anévrismes sacculaires cérébraux, ces derniers surviennent principalement dans une zone anatomique restreinte du cerveau qui porte le nom de « Polygone de Willis ». De plus, les anévrismes sacculaires se déclarent majoritairement sur les bifurcations de l'arbre vasculaire cérébral. Il existe plusieurs facteurs de risque de survenue des anévrismes. Les principaux risques identifiés sont les facteurs environnementaux tels que le tabagisme, la consommation d'alcool ou l'hypertension, mais aussi, il a récemment été montré l'importance d'un risque génétique. Effectivement, au sein de certaines familles la probabilité de développement des AIC semble être supérieure à la moyenne.

Bifurcation portant l'anévrisme en forme de Y.  
Elle est constituée de 3 branches:  
Une branche mère et deux branches filles.

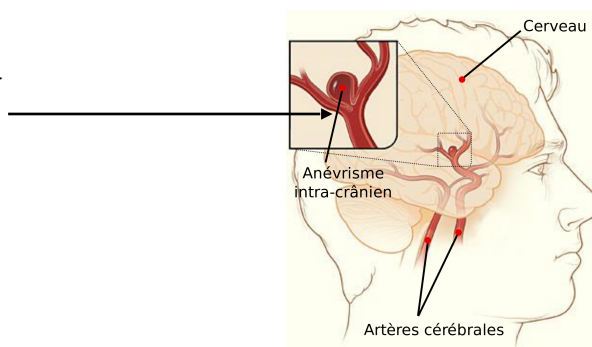


Figure 1

### Description des travaux :

Outre les différents facteurs de risques ayant été bien identifiés à travers plusieurs études de neuro-radiologie, un dernier facteur important est la disposition géométrique des bifurcations. En effet, certaines études en cours montrent que, une fois les facteurs environnementaux et génétiques maîtrisés (études intra-patients), la géométrie des bifurcations (angles, diamètres, tortuosité, ...) peut influencer sur le risque de survenue des anévrismes sacculaires. C'est précisément sur ce point qu'intervient l'analyse des images médicales. Au cours de ce projet ayant pour but l'aide au diagnostic des AIC, il sera nécessaire de caractériser précisément les bifurcations, de les relier de façon automatique avec un atlas anatomique préétabli par des praticiens (experts en neuro-radiologie) afin de finalement estimer le risque de survenue de l'anévrisme.

Dans le cadre de notre étude, nous souhaitons isoler l'arbre vasculaire au sein de l'IRM, localiser très précisément les bifurcations de cette structure vasculaire, faire correspondre (*mapper*) les coordonnées relevées des bifurcations sur un atlas anatomique, étudier (par exemple via une analyse multivariée) si certaines combinaisons des caractéristiques géométriques peuvent aider à prédire le risque de formation d'un anévrisme.

La mise en correspondance des bifurcations sur un atlas anatomique est cruciale, car elle permettra de déterminer précisément le sens de circulation du flux sanguin dans les artères, et ainsi de pouvoir correctement orienter les bifurcations lors de leur caractérisation.

Pour mener à bien cette étude, le doctorant devra exploiter un vaste panel de techniques d'imagerie, et notamment, nous nous intéresserons à des approches basées sur la morphologie mathématique (pour la caractérisation géographique des bifurcations) et sur les méthodes d'apprentissage profond (segmentation de l'arbre vasculaire et partitionnement des données pour la constitution de l'atlas anatomique).

### **Qualifications :**

Les candidats devront avoir de solides bases en traitement et analyse des images (la connaissance de l'imagerie médicale sera un plus) et traitement du signal. De nombreux domaines de l'imagerie seront abordés, tels que la segmentation, le clustering, le recalage 3D, l'analyse multivariée ou encore l'apprentissage profond.

Une bonne maîtrise de l'Anglais (compréhension orale & écrite) est fortement souhaitée.

Une très bonne maîtrise des langages de programmation (C/C++ et Python) est indispensable.

### **Candidatures :**

Les candidats devront envoyer un CV ainsi qu'une lettre de motivations mentionnant le sujet choisi à :

[anass.nouri@uit.ac.ma](mailto:anass.nouri@uit.ac.ma) , [florent.autrusseau@univ-nantes.fr](mailto:florent.autrusseau@univ-nantes.fr) .

### **Références :**

Anass Nouri, Florent Autrusseau et al., « 3D bifurcations characterization for intra-cranial aneurysms prediction ». SPIE Medical Imaging, San Diego, CA USA, Feb. 2019.

A. Nouri, F. Autrusseau and R. Bourcier, « Method for Locating and Characterizing Bifurcations of a Cerebral Vascular Tree, Associated Methods and Devices », Patent pending, Number EP18306612.5, submitted on Dec. 4th, 2018.

Bourcier, R., Chatel, S., Bourcereau, E., et al., "Understanding the Pathophysiology of Intracranial Aneurysm: The ICAN Project," Neurosurgery 80(4), 621–626 (2017).

Bor, A. S. E., Velthuis, B. K., Majoie, C. B., and Rinkel, G. J., "Configuration of intracranial arteries and development of aneurysms," Neurology 70(9), 700–705 (2008) Bogunovic, H., Pozo, J. M., Cardenas, R.,

Roman, L. S., and Frangi, A. F., "Anatomical labeling of the circle of willis using maximum a posteriori probability estimation," IEEE Transactions on Medical Imaging 32(9), 1587–1599 (2013).

Orkisz, M., Hern´andez Hoyos, M., P´erez Romanello, V., P´erez Romanello, C., Prieto, J. C., and Revol- Muller, C., "Segmentation of the pulmonary vascular trees in 3D CT images using variational region-growing," Irbm 35(1), 11–19 (2014).