

CARAVELMETRICS : UN CADRE AUTOMATISE POUR L'ANALYSE CEREBROVASCULAIRE A GRANDE ECHELLE BASEE SUR LES GRAPHE

Daniele FALCETTA^A, Liane S. CANAS^B, L. SUPPA^A, M. PENTASSUGLIA^A, X. ZHANG^A, J. CLEARY^B, M. MODAT^B, S. OURSELIN^B, Maria A. ZULUAGA^A

^A EURECOM, Biot, France

^B King's College London, Londres, Royaume-Uni

L'analyse cérébrovasculaire à l'échelle populationnelle est essentielle pour distinguer le vieillissement vasculaire normal des altérations pathologiques et pour identifier des biomarqueurs cliniques pertinents. Cependant, les outils existants restent souvent semi-automatiques, limités à une modalité d'imagerie spécifique, ou ne proposent qu'un ensemble restreint de mesures morphométriques. Nous présentons CaravelMetrics, un cadre de traitement automatisé pour la caractérisation quantitative du réseau vasculaire cérébral, agnostique à la modalité d'imagerie. À partir d'un masque de segmentation vasculaire binaire 3D, le cadre construit une représentation en graphe par squelettisation, puis extrait quinze caractéristiques réparties en quatre catégories : morphométriques (longueur totale, volume), topologiques (bifurcations, boucles, composantes connexes), fractales (dimension fractale, lacunarité) et géométriques (courbure, tortuosité). L'intégration d'un atlas artériel en 30 territoires permet des analyses à l'échelle du cerveau entier ou par région, via un recalage multi-étapes T1w/TOF-MRA. CaravelMetrics a été validé sur 570 sujets sains (20–86 ans) de la cohorte IXI. Les analyses révèlent des effets significatifs du vieillissement : réduction de la longueur vasculaire, du volume, du nombre de bifurcations et de la dimension fractale, associée à une augmentation de la tortuosité et de la lacunarité. Des différences liées au sexe et au niveau d'éducation sont également observées, ce qui est cohérent avec la notion de réserve cognitive cérébrovasculaire. L'analyse multi-site souligne la nécessité d'harmoniser les études populationnelles. CaravelMetrics est actuellement déployé dans deux études : AVA-Stroke, portant sur plus de 900 patients pour la détection automatique d'occlusions de grands vaisseaux, et une étude génétique sur 460 jumeaux (cohorte TwinsUK) visant à identifier les déterminants génétiques de l'architecture vasculaire cérébrale. CaravelMetrics est open source et disponible à : <https://github.com/i-vesseg/CaravelMetrics>

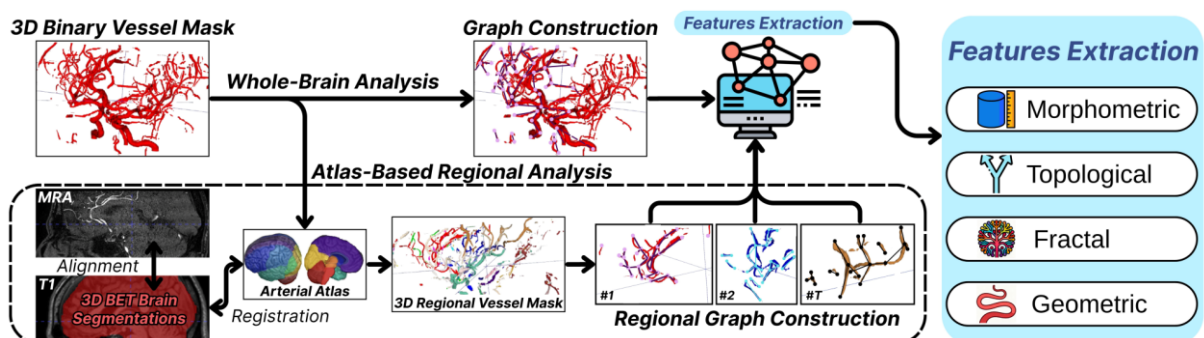


Fig. 1 – Vue d'ensemble du pipeline CaravelMetrics : du masque vasculaire binaire 3D à l'extraction de caractéristiques morphométriques, topologiques, fractales et géométriques, aux échelles globales et régionales.