



Université Claude Bernard



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : 2 décembre 2019

Prénom et nom de famille de l'auteur : **Ilaria SUPRANO**

Titre de la thèse : « *Etude de la connectivité cérébrale par IRM fonctionnelle et de diffusion dans l'intelligence* »



Résumé

L'idée que l'intelligence s'appuie non seulement sur des régions spécifiques du cerveau, mais également sur des réseaux cérébraux efficaces s'est récemment affirmée. On pense que l'organisation du cerveau humain repose sur des réseaux complexes et dynamiques dans lesquels la communication entre les régions cérébrales garantit un transfert efficace d'informations. Ces concepts nous ont amené à explorer les bases neurales de l'intelligence en combinant des techniques avancées d'IRM et la théorie des graphes. D'un côté, les techniques avancées d'IRM, telles que l'IRM fonctionnelle au repos (IRMf-rs) et l'IRM par diffusion (IRMd), permettent d'explorer respectivement la connectivité cérébrale fonctionnelle et structurale, tandis que les modèles de la théorie des graphes permettent la caractérisation des propriétés des réseaux à différentes échelles, grâce à des métriques globales et locales.

L'objectif de cette thèse est de caractériser la topologie des réseaux cérébraux fonctionnels et structurels chez les enfants et les adultes avec un quotient intellectuel supérieur (HIQ) par rapport aux sujets de niveau standard (SIQ). Premièrement, nous avons concentré notre attention sur une population d'enfants présentant différentes caractéristiques cognitives. Deux profils HIQ, à savoir homogène (Hom-HIQ) et hétérogène HIQ (Het-HIQ), ont été définis sur la base d'observations cliniques et de sous-tests du quotient intellectuel (QI). En utilisant des techniques d'IRMf-rs, nous avons examiné la topologie du réseau fonctionnel par « l'indice de rupture de nœud ». Nous avons trouvé des différences topologiques significatives dans les propriétés d'intégration et de ségrégation des réseaux chez les enfants HIQ par rapport aux enfants SIQ, pour le graphe cérébral entier, pour chaque graphe hémisphérique et pour la connectivité homotopique. De plus, ces changements de topologie étaient plus prononcés dans le sous-groupe Het-HIQ. Enfin, nous avons trouvé des corrélations significatives entre les changements des métriques de graphes et le QI total et d'autres indices du QI.

Ces résultats ont démontré pour la première fois que les deux profils HIQ sont liés à une organisation différente du substrat neuronal. Ensuite, la connectivité structurale du réseau cérébral, mesurée par IRMd chez l'ensemble des enfants HIQ, est significativement différente de celle des enfants SIQ. Nous avons constaté aussi de fortes corrélations entre la densité des réseaux cérébraux des enfants et leurs scores d'intelligence. De plus, plusieurs corrélations ont été trouvées entre les métriques de graphe d'intégration suggérant que les performances de l'intelligence peuvent être liées à une organisation homogène des réseaux. Ces résultats ont démontré que le substrat neuronal de l'intelligence repose sur une microarchitecture de la substance blanche de forte densité et sur une organisation homogène des réseaux. Cette population a finalement été étudiée par IRMf avec une tâche de mémorisation de mots. Des changements significatifs ont été observés entre les groupes HIQ et SIQ. Cette étude confirme notre hypothèse selon laquelle les deux profils HIQ sont caractérisés par une activité cérébrale différente, avec un effet plus prononcé chez les enfants

Het-HIQ. Enfin, nous avons étudié la connectivité fonctionnelle et structurale dans une population d'adultes HIQ. Nous avons trouvé plusieurs corrélations entre les métriques de graphe et les autres indices du QI. De même que pour la population d'enfants, les capacités cognitives élevées des adultes sont corrélées à une organisation homogène des réseaux structurels et fonctionnels et une modularité réduite.

En conclusion, on a démontré que la sensibilité des métriques de graphes basées sur des techniques 'IRM avancées et de connectivité, telles que l'IRMf-rs et l'IRMd, était très utile pour mieux caractériser les réseaux cérébraux des enfants et des adultes, ainsi que pour distinguer différents profils d'intelligence chez les enfants.