

Analyse comparative des réseaux aériens mondiaux pondérés et non pondérés : structure en composantes et centralité

Issa Moussa Diop*, Cherif Diallo*
Chantal Cherifi*,** Hocine Cherifi***

*LACCA Lab, Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal
diop.issa-moussa@ugb.edu.sn, cherif.diallo@ugb.edu.sn

**DISP Lab, Université de Lyon 2, Lyon, France
chantal.bonnercherifi@univ-lyon2.fr

*** ICB, UMR 6303 CNRS, Université De Bourgogne, Dijon, France
hocine.cherifi@u-bourgogne.fr

1 Introduction

Le transport aérien, essentiel à l'économie et à la société mondiale, connecte des millions de passagers et de marchandises chaque jour. Les approches basées sur la science des réseaux permettent d'analyser la structure et les dynamiques de ce système, mais les études se sont principalement concentrées sur des réseaux non pondérés, négligeant les volumes de trafic. Alors que ces recherches ont révélé des caractéristiques comme le «petit-monde» et la distribution sans échelle, les réseaux pondérés restent sous-explorés, notamment au niveau mondial. Des études nationales ont déjà montré des phénomènes comme le «rich-club» et des corrélations degré-force, mais ces observations n'ont pas encore été pleinement étendues à l'échelle globale. Cet article se propose d'étudier la structure et la centralité du réseau mondial en comparant les versions pondérées et non pondérées, afin de mieux comprendre les interactions complexes entre composantes locales et globales. Ce réseau est composé de 2734 nœuds et 16665 liens. Les nœuds représentent les aéroports et les liens correspondent aux vols directs entre ces aéroports. Le poids d'un lien indique le nombre de vols entre deux aéroports. Le processus d'extraction de la structure en composantes, décrit dans Diop et al. (2021), se déroule en trois étapes : 1) Identifier les zones denses du réseau en utilisant des algorithmes de détection de communautés ou de structures multi-core-periphery. 2) Extraire les composantes locales en supprimant tous les liens entre les zones denses. 3) Extraire les composantes globales en supprimant tous les liens à l'intérieur des zones denses. Il est important de noter qu'un nœud peut appartenir à la fois aux composantes locales et globales.

2 Résultats

Le réseau mondial de transport aérien présente des différences notables entre ses versions pondérées et non pondérées (Figure 1). Dans le réseau pondéré, les grandes composantes locales, identifiées par l'algorithme Louvain, sont réduites à cinq (contre sept pour le réseau non

Analyse comparative des réseaux aériens mondiaux pondérés et non pondérés

pondéré) et montrent des regroupements influencés par les flux de trafic plutôt que par des divisions géographiques strictes. Par exemple, la Russie-Asie Centrale est rattachée à l'Europe, et l'Océanie fusionne avec l'Asie de l'Est et du Sud-Est, reflétant une intégration économique et une circulation intense. De manière similaire, certains aéroports majeurs comme John F. Kennedy et Heathrow rejoignent des composantes qui ne correspondent pas à leur région d'origine en raison de leurs connexions internationales. Par ailleurs, le réseau pondéré inclut une grande composante globale, regroupant 20,44% des aéroports mondiaux, et 11 petites composantes globales concentrées principalement en Amérique du Nord et Centrale-Caraïbes. La grande composante globale intègre davantage d'aéroports que dans le réseau non pondéré, avec des modifications substantielles dans sa composition dues aux interactions entre composantes locales. Enfin, les petites composantes locales et globales sont souvent centrées sur des hubs régionaux ou nationaux, tels que Faa'a en Polynésie française ou Iqaluit au Canada, mettant en évidence des réseaux locaux moins interconnectés au niveau global.

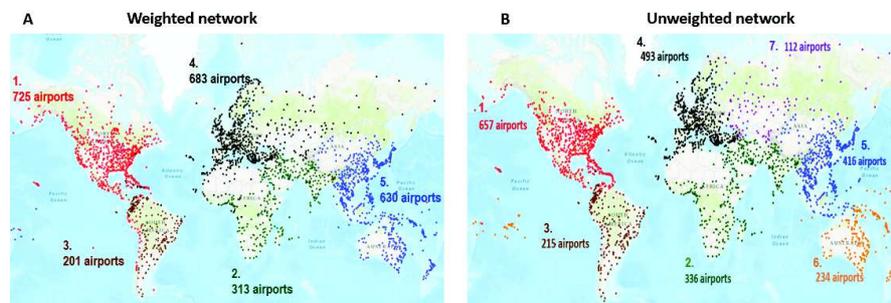


FIG. 1 – A) représente les aéroports dans les grandes composantes locales du réseau pondéré. B) représente les aéroports dans les grandes composantes locales du réseau non pondéré. Chaque couleur est associée à une composante.

L'analyse de centralité montre que les principaux aéroports en termes de force se trouvent dans les pays les plus influents de chaque région, tandis que l'Europe-Russie-Asie Centrale présente une répartition plus homogène. Les aéroports intégrés à des composantes éloignées de leur région géographique figurent souvent parmi les aéroports les plus importants en termes de force. En Amérique du Nord et en Asie de l'Est, les aéroports les plus connectés servent un plus grand nombre de vols, ce qui n'est pas toujours le cas ailleurs. Les aéroports interrégionaux les plus influents diffèrent de ceux dominants sur le plan régional, et l'Europe se distingue dans le trafic interrégional avec de nombreux aéroports à haute centralité. Globalement, les aéroports nord-américains dominent en termes de trafic, alors que ceux d'Europe-Russie-Asie Centrale sont des destinations de premier plan.

Références

Diop, I. M., C. Cherifi, C. Diallo, et H. Cherifi (2021). Revealing the component structure of the world air transportation network. *Applied Network Science* 6(1), 1–50.