

Stage de M2 : Statistique et applications

Modélisation et inférence de réseaux multi-niveaux

- **Encadrants :**
 - Sophie Donnet (CR INRA, MIA Paris) <https://www6.inra.fr/mia-paris/Equipes/Membres/Sophie-Donnet>
 - Pierre Barbillon (MCF AgroParisTech, MIA Paris) <https://www6.inra.fr/mia-paris/Equipes/Membres/Pierre-Barbillon>
- **Durée :** 6 mois.
- **Début :** libre
- **Laboratoire :** MIA Paris, Unité Mixte de recherche INRA - AgroParisTech <https://www6.inra.fr/mia-paris>
- **Localisation :** AgroParisTech, 16 rue Claude Bernard, 75005 Paris
- **Contact :** sophie.donnet@agroparistech.fr, pierre.barbillon@agroparistech.fr

Contexte scientifique Les réseaux d'interaction constituent une façon naturelle de représenter sous forme de graphe les échanges ou relations existant entre un ensemble d'individus. Nous nous intéressons ici à la modélisation de réseaux multi-niveaux.

Considérons un ensemble fini d'individus, les individus appartenant à un nombre fini d'organisations. Nous observons trois réseaux distincts : le réseau des interactions entre individus d'une part, le réseau des interactions entre organisations d'autre part, et enfin le réseau bipartite des appartenances des individus aux organisations. La conjonction des trois réseaux définit un *réseau multi niveaux*. Comprendre l'articulation entre ces trois réseaux est une problématique intéressante en sociologie (voir [Lazega and Snijders, 2015](#), par exemple), en écologie ou en ethno-biologie.

Le modèle à blocs stochastiques est un des modèles les plus populaires qui permet de rendre compte de l'hétérogénéité observée dans des graphes uni-niveau (unipartite ou bipartite). L'hétérogénéité est introduite au travers d'une structure latente ([Daudin et al., 2008](#)).

Objectifs L'objectif de ce stage est de proposer un modèle à blocs stochastiques pour les réseaux multi-niveaux. Les modèles probabilistes proposés devront être analysés et comparés. D'un point de vue statistique, ces modèles présentent des problèmes d'inférence spécifiques qui nécessitent le recours à des approximations. L'approche variationnelle constitue une solution prometteuse pour

contourner les difficultés d'inférence. Les outils variationnels devront être adaptés à ce contexte particulier.

Les méthodes développées pourront être appliquées en sociologie ou en ethno-biologie en fonction de l'avancement du travail.

Compétences attendues Au delà des compétence classiques attendues pour tout stagiaire (curiosité, motivation, rigueur, aptitude à lire et comprendre l'anglais, autonomie et goût du travail en équipe), le candidat à ce stage devra réunir les compétences académiques suivantes :

- solides connaissances en statistiques et probabilités donc être dans un M2 statistiques et/ou/modélisation statistique et/ou probabilités,
- goût pour le développement d'outils algorithmiques,
- savoir(et aimer) manipuler un environnement de calcul scientifique, R ou Python.

Références

Daudin, J.-J., Picard, F., and Robin, S. (2008). A mixture model for random graphs. *Statistics and Computing*, 18(2) :173–183.

Lazega, E. and Snijders, T. (2015). *Multilevel Network Analysis for the Social Sciences : Theory, Methods and Applications*. Methodos Series. Springer International Publishing.