Stage de Master 2
Interactions indirectes entre entités de réseaux écologiques

Contexte

Réseau biparti Un réseau d'interaction est un ensemble de nœuds et d'arêtes : chaque nœud représente un individu et chaque arête est la résultante d'une interaction entre deux individus. Les réseaux plantes-pollinisateurs sont un exemple de réseaux d'interactions écologiques dits bipartis, i.e. interactions dirigées entre deux types différents de nœuds, leur étude soulève nombre de questions scientifiques en écologie et en mathématique.
Indice d'interaction potentielle Considérons un réseau biparti dont les arêtes sont pondérées par leur nombre d'occurrences. Nous nous intéressons aux interactions indirectes entre des nœuds de même type. Par exemple, dans un réseau plantes–pollinisateurs, on observe le nombre de visites des insectes sur les plantes, et l'on peut vouloir étudier l'effet indirect d'une plante (ou d'un groupe de plantes) sur une autre (ou un autre groupe). Il existe un indice d'interaction potentielle défini par (Muller et al., 1999) qui, dans notre exemple, mesure l'intensité de l'effet indirect d'une plante sur une autre via leurs pollinisateurs.

Objectifs

Le premier objectif du stage est de travailler sur une modélisation permettant de décrire la distribution de l'indice de *Müller*. On s'intéressera à un modèle Dirichlet-multinomial (Johnson et al., 1997). Cela impliquera la compréhension d'un modèle aléatoire et de mettre en oeuvre les calculs des moments de l'indice sous ce modèle. Notons que l'on pourra considérer des variantes de cet indice qui sont particulièrement importantes à étudier ; du point de vue écologique mais aussi mathématique, en raison des nombreuses dépendances à prendre en compte. À partir de ces résultats, on pourra ensuite construire un score afin de quantifier et comparer les relations indirectes entre acteurs/groupes dans des réseaux bipartis.

Le deuxième objectif du stage est d'appliquer cette méthodologie à des réseaux plantes-pollinisateurs issus de bases de données réelles, e.g. de Doré et al. (2021) ou celle de Lanuza et al. (2025) constituée de 1864 réseaux plantes–pollinisateurs issus de 52 études différentes.

Ce stage comprend donc i) une partie dite théorique avec un travail bibliographique, la compréhension d'une modélisation aléatoire, l'étude de la distribution de l'indice considéré et ses variantes, ii) une partie d'implémentation de code iii) une partie d'application à l'écologie avec la prise en main des données et une réflexion sur les résultats obtenus.

Encadrement

Sarah Ouadah, Laboratoire de Probabilités, Statistique et Modélisation (LPSM), Sorbonne Université.
Élisa Thébault, Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris (iEES Paris), Sorbonne Université

Localisation : LPSM, Sorbonne Université.
Durée : 4 à 6 mois.
Début : Mars ou Avril 2027.

Contact sarah.ouadah@sorbonne-universite.fr

N.B A priori, il n'est pas prévu que ce sujet de stage de M2 se poursuive en thèse.

Références

Doré, M., C. Fontaine, and E. Thébault (2021). Relative effects of anthropogenic pressures, climate, and sampling design on the structure of pollination networks at the global scale. *Global Change Biology 27*(6), 1266–1280.

Johnson, N. L., S. Kotz, and N. Balakrishnan (1997). *Discrete multivariate distributions*. John Wiley & Sons.

Lanuza, J. B., T. M. Knight, N. Montes Pérez, W. Glenny, I. Bartomeus, P. Acuña, M. Albrecht, M. Artamendi, I. Badenhausser, J. M. Bennett, et al. (2025). Josebsl/euppollnet : Euppollnet : A european database of plant-pollinator networks.

Muller, C., I. Adriaanse, R. Belshaw, and H. Godfray (1999). The structure of an aphid–parasitoid community. *Journal of Animal Ecology 68*(2), 346–370.