



UNIL | Université de Lausanne

Faculté de biologie
et de médecine

Ecole Doctorale

Soutenance de thèse

Monsieur Raphaël BRAUNSCHWEIG

Titulaire d'un Master of Science MSc en Physique
de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse

Soutiendra en vue de l'obtention du grade de

Doctorat ès sciences de la vie (PhD)

de l'Université de Lausanne

sa thèse intitulée :

**Statistique et dynamique des réseaux d'interactions
et de la division du travail chez les fourmis**

Directeur de thèse :

Monsieur le Professeur Laurent KELLER

Cette soutenance aura lieu le

Mardi 24 avril 2018 à 17h00

à l'Amphithéâtre du Biophore, quartier UNIL-Sorge, 1015 Lausanne

L'entrée est publique

Prof. Niko GELDNER
Directeur de l'Ecole Doctorale

10.04.2018

Statistique et dynamique des réseaux d'interactions et de la division du travail chez les fourmis

Raphaël BRAUNSCHWEIG, Département d'écologie et évolution

Les fourmis sont partout et extrêmement nombreuses ! En effet, on les trouve dans toutes les régions terrestres sauf le Groenland, l'Antarctique et le Nord de la Sibérie et le poids de toutes les fourmis de la terre combinées correspond au poids de tous les êtres humains, bien qu'une fourmi soit 1.5 million de fois plus légère qu'un être humain ! On parle ici du *succès écologique* des fourmis. Une des raisons principales de ce succès écologique est leur division du travail. Cette division du travail ne survient pas d'un contrôle centralisé, mais est un phénomène auto-organisé que l'on croit être au moins partiellement régit par les interactions sociales. Toutefois, la manière dont les interactions sociales contribuent à la division du travail est encore peu comprise. De plus, les ouvrières changent de tâches tout au long de leur vie, en général, commençant par le rôle de *nourrices* qui s'occupent du *couvain* (entre autres, œufs et larves) et de la reine, et finissant par le rôle de *fourrageuses* qui s'occupent de la recherche de nourriture. Cependant, une quantification et une prédiction précise et individuelle du changement de tâche et des interactions sociales n'a pas encore été entreprise.

Dans le chapitre 1, nous avons analysé les réseaux d'interactions sociales de six colonies de la fourmi *Camponotus fellah* dont tous les individus ont été suivis pendant 11 jours. Cette analyse a révélé que chaque réseau se compose de deux groupes sociaux : le groupe social des nourrices comprenant les nourrices et la reine, et le groupe social des fourrageuses. De plus, nous montrons que ces deux groupes se *chevauchent*, c'est à dire que certaines fourmis appartiennent à la fois au groupe social des nourrices et à celui des fourrageuses. Nous montrons que les fourmis se déplacent graduellement sur ce réseau social : du groupe social des nourrices à celui des fourrageuses. Nous montrons également que ce mouvement est prévisible : les nourrices commencent par interagir un tout petit peu avec les fourrageuses et augmentent lentement leur nombre d'interactions avec les fourrageuses, puis ces fourmis interagissent de plus en plus et de plus en plus vite avec les fourrageuses, jusqu'à ce qu'elles se trouvent bien intégrées dans le groupe social des fourrageuses et qu'elles ralentissent à nouveau leur augmentation. Grâce à une formule mathématique qui décrit ce mouvement, nous avons pu prédire les interactions sociales futures de chacune des fourmis de nos colonies.

Dans le chapitre 2, nous avons ensuite analysé comment les interactions sociales d'une fourmi étaient liées à sa tâche. On a tout d'abord observé que plus la fourmi interagissait avec les nourrices plus celle-ci s'occupait du couvain et que plus la fourmi interagissait avec les fourrageuses plus celle-ci sortait du nid pour chercher de la nourriture. Nous avons ensuite étudié comment le changement de tâches et le changement de groupes sociaux des individus est lié à des propriétés globales des colonies, comme la distance entre la pile de couvain et l'entrée du nid. Nous avons observé que plus la pile de couvain était proche de l'entrée du nid, plus le changement du groupe social des nourrices vers celui des fourrageuses était ralenti. Nous avons aussi montré que les fourmis se regroupaient dans trois différentes zones : une zone autour de la pile de couvain, une zone de fourrageage et une zone intermédiaire qui sert de lien entre les deux premières zones. C'est lorsque les ouvrières qui étaient sur la zone intermédiaire utilisaient les deux autres zones de manière égale que les changements de tâches se faisaient le plus rapidement. Et c'est aussi lorsque les trois zones étaient le plus séparées que les changements de tâches se faisaient le plus rapidement. Dans l'ensemble, nos résultats mettent en évidence le lien entre les changements individuels (ici, changement de tâches et changement des interactions sociales) et la colonie vue globalement (ici, en regardant la distance entre le couvain et l'entrée du nid ou les différentes zones de regroupement des fourmis), et de ce fait révèlent une partie de l'(auto-)organisation d'une colonie de fourmis.

Les chapitres 1 et 2 étaient focalisés sur le changement de tâches et le changement de groupes sociaux des ouvrières de colonies non-perturbées. Cependant, les colonies de fourmis sont souvent exposées à des perturbations externes qui peuvent les endommager. On s'accorde généralement sur le fait que, pour surmonter ces dommages, les colonies de fourmis font preuve de flexibilité et de résistance. Étonnamment, les preuves expérimentales que les colonies de fourmis peuvent s'adapter avec flexibilité à des perturbations par des changements du comportement des ouvrières sont encore controversées.

Dans le chapitre 3, pour étudier la résistance des colonies de fourmis à la perte d'un groupe spécifique d'ouvrières, nous avons effectué une expérience supplémentaire où nous avons d'abord suivi toutes les fourmis dans 15 colonies sur une semaine. Nous avons ensuite retiré sélectivement des ouvrières de chaque colonie. Dans cinq colonies, nous avons retiré des nourrices. Dans cinq autres colonies, nous avons retiré des fourrageuses. Et dans les cinq dernières colonies, nous avons retiré un mélange de nourrices et de fourrageuses. Étonnamment, un suivi ultérieur de ces colonies pendant deux semaines a révélé que les ouvrières restantes ne remplacent pas les ouvrières perdues, ce qui suggère que leur changement de tâche est prédéterminé.