



05/03/2012 - Par
Luc Passera, Myrmécologue

Fourmi : les secrets de la fourmilière

Elles sont plusieurs millions de milliards et ont colonisé presque toutes les régions de la planète : les fourmis, avec leur organisation similaire aux sociétés humaines, montrent que l'union fait la force. Découvrez tous les secrets de ces insectes sociaux.

Page 1/17 - Fourmi : les secrets de la fourmilière

Apparues il y a environ 120 millions d'années, les fourmis occupent une place de choix parmi les insectes qui ont atteint la perfection sociale, c'est-à-dire l'eusociabilité. Plongez au cœur de la fourmilière.

Ce sont des sociétés matriarcales chez lesquelles la division du travail est poussée à l'extrême. Seules les reines sont fécondes, tandis que les ouvrières stériles prennent en charge le ravitaillement de la société, sa défense ou maternent les larves. Les mâles, eux, sont cantonnés au rôle de simples transporteurs de spermatozoïdes.

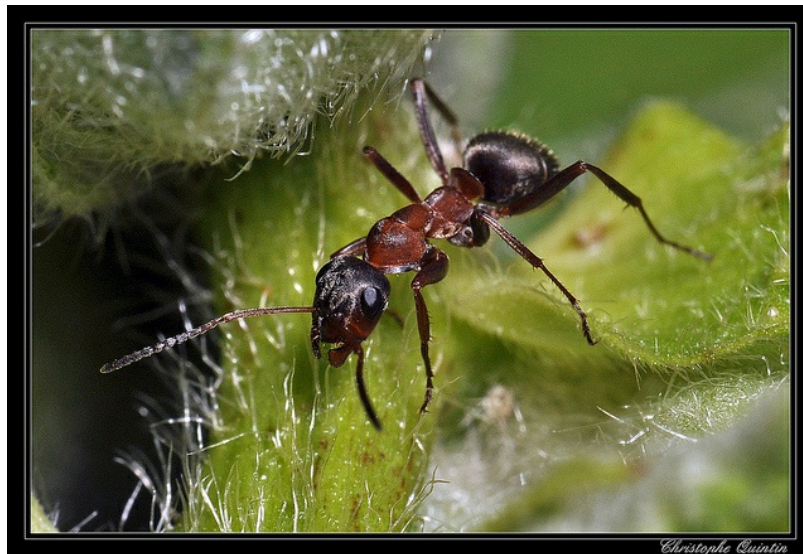
Un tel partage des rôles a nécessité la mise en place d'une coopération remarquable entre tous les membres de la société. La capacité d'adaptation des fourmis résulte d'une communication olfactive exceptionnelle. Dans leur monde où le silence l'emporte sur le bruit, les phéromones, c'est-à-dire un cocktail de molécules odorantes, déclenchent des activités concertées les plus variées : de la recherche de nourriture à l'alarme, en passant par les soins aux jeunes ou la reconnaissance des apparentés, tout est régi par la production d'informations chimiques.



Les fourmis sont des insectes eusociaux, leurs fourmilières répondent à une organisation très précise. © JR Guillaumin, Flickr, cc by sa 2.0

Ces caractéristiques modulées par l'évolution ont conduit à l'émergence d'espèces aux moeurs les plus variées. Des fourmis prédatrices aux fourmis chasseresses, des fourmis champignonnistes ou moissonneuses aux fourmis tisserandes, elles se sont toutes spécialisées et adaptées à leur milieu. Elles ont inventé l'agriculture il y a 50 millions

d'années, savent s'orienter sur des repères topographiques ou utilisent une boussole solaire quand ces derniers manquent.



Fourmi noire (*Lasius niger*). © C Quintin, Flickr, cc by nc sa 2.0

Ces comportements n'ont qu'un seul but : apporter un maximum d'aliments à la fourmilière afin qu'elle puisse élever le plus grand nombre possible de reproducteurs. Il faut croire que le but fixé par l'évolution est atteint puisque l'on connaît plus de 14.000 espèces de fourmis depuis l'Antarctique jusqu'à l'Équateur. Un succès écologique qu'elle partage avec l'Homme.

Un dossier extraordinaire fait par un professionnel passionné, qui aborde tout sur les fourmis, de leur anatomie à leur capacité d'orientation... bonne découverte des fourmis.

Page 2/17 - Mode de vie des insectes : le cas particulier des insectes eusociaux

Le nombre des insectes est prodigieux. Environ 900.000 espèces ont été décrites et classées. Et l'on estime que des millions d'autres sont encore à découvrir, en particulier dans la canopée des forêts tropicales. Puisque environ 1,9 million d'espèces animales ont été décrites, cela signifie que la moitié des animaux peuplant le Globe sont des insectes. La plupart sont des individus solitaires, vivant à la manière des sauterelles ou des papillons. C'est-à-dire que chaque individu vit isolément, cherchant individuellement son alimentation.



Les fourmis font partie de la classe des insectes. © Yrichon - licence Creative Commons Paternité - Partage des conditions initiales à l'identique 3.0 Unported

Reproduction des insectes

- Généralité sur la reproduction des insectes

Ce n'est qu'au moment de la reproduction que l'insecte se rapproche d'un partenaire de l'autre sexe pour s'accoupler. Cette opération achevée, chacun reprend sa route. Les femelles pondent sans s'inquiéter de leur descendance. Les jeunes larves issues des œufs mènent habituellement à leur tour une vie solitaire plus ou moins errante. Après avoir subi une croissance marquée par des métamorphoses complètes ou incomplètes, elles deviennent à leur tour des adultes solitaires se déplaçant et se reposant au gré de l'abondance de la nourriture.

- Reproduction des insectes eusociaux

Quelques milliers d'espèces d'insectes ont un sort différent : elles ont atteint un stade évolutif sophistiqué qualifié d'eusocial. Cette socialité vraie ou ultime signifie que les individus immatures sont élevés en commun dans un nid, qu'au moins deux générations vivent ensemble et que des individus reproducteurs vivent au côté d'individus non reproducteurs.



La fourmi, comme ici la fourmi charpentière *Camponotus ligniperda* (Forêt d'Olonne, Vendée - France), est un insecte eusocial. © Jean-Jacques Boujot / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)

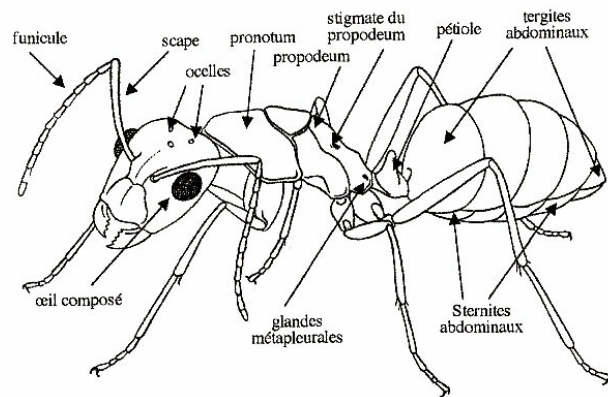
L'étude des insectes eusociaux et le cas de la fourmi

À côté des termites, ces insectes eusociaux se rencontrent chez les hyménoptères : guêpes, bourdons, abeilles et fourmis forment des colonies plus ou moins complexes. Les fourmis sont sans doute les mieux étudiées car elles présentent plusieurs avantages. Alors que les espèces d'abeilles à miel se comptent sur les doigts des deux mains, on dénombre près de 14.000 espèces de fourmis ce qui laisse espérer une grande diversité de modes de vie. On les rencontre partout, sur ou sous la terre, dans les arbres, des régions arctiques à l'équateur en passant par les déserts ; chaque chercheur a ainsi devant sa porte son matériel biologique.

Enfin, leur petite taille et l'absence d'ailes permettent de réaliser et de multiplier les élevages dans des nids artificiels de taille modeste. L'observation au laboratoire en est grandement facilitée. La matière ne manque pas. On estime qu'à tout moment 1 à 10 millions de milliards de fourmis circulent sur le Globe. Bien qu'une fourmi ne pèse en moyenne que 1 à 10 mg, soit environ 10 millions de fois moins qu'un être humain, la biomasse de la myrmécofaune excède le poids de toute l'humanité.

Page 3/17 - Anatomie des fourmis

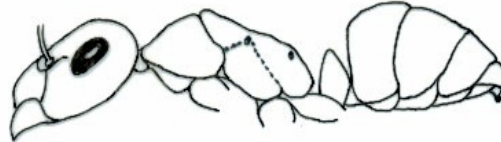
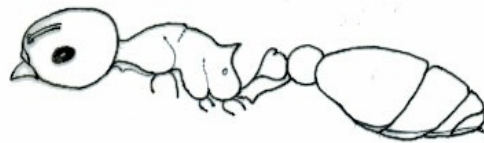
Quelles sont les caractéristiques morphologiques des fourmis ? Leur silhouette est plutôt stéréotypée, si bien que tout le monde identifie une fourmi au premier coup d'œil. Mais il existe des différences selon les sous-familles.



Anatomie détaillée d'une fourmi. © H. Müller

Description anatomique des fourmis

Comme chez les autres hyménoptères apocrites (guêpes, abeilles...), il existe un étranglement entre le thorax et l'abdomen. Ce pétiole prend la forme d'une écaille plus ou moins inclinée ou de un ou deux nœuds. Ce sont des caractères importants qui permettent de diviser la famille des fourmis (les *Formicidae*) en une vingtaine de sous-familles dont quelques-unes sont présentes en France.

**Ponerinae****Formicinae****Myrmicinae****Dolichoderinae**

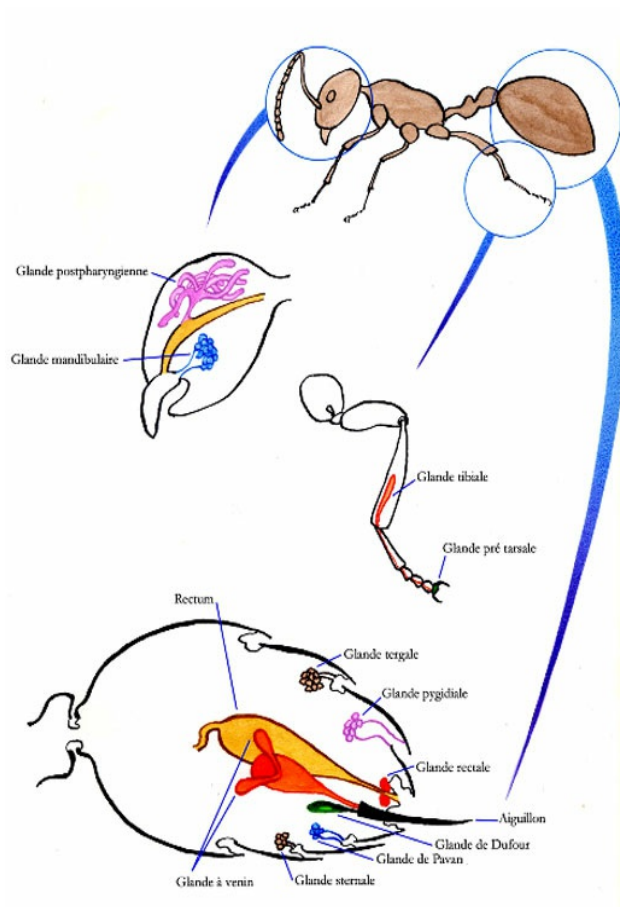
Les sous-familles de fourmis les plus fréquentes en France : *ponerinae*, *formicinae*, *myrmicinae*, *dolichoderinae*.

© Luc Passera

Chez les *Myrmicinae* et les *Ponerinae*, les femelles possèdent un aiguillon vulnérant. Chez les *Formicinae* et les *Dolichoderinae*, l'aiguillon a disparu mais les femelles peuvent projeter du venin par le cloaque.

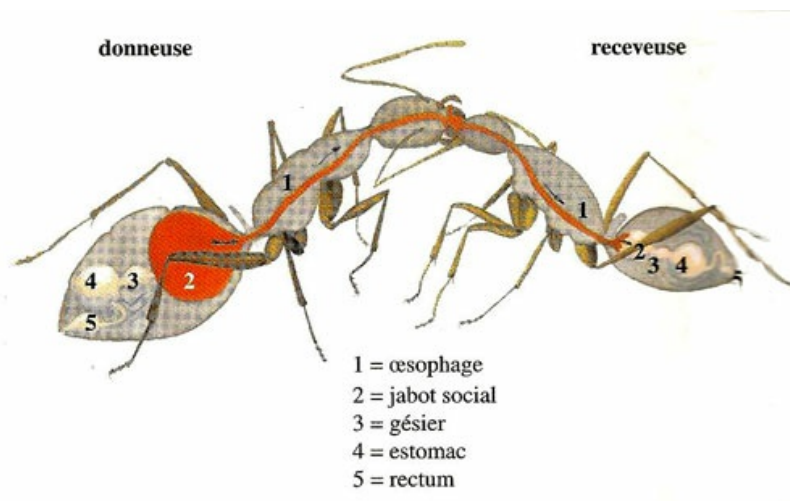
Caractères uniques de la fourmi

Le caractère commun à tous les organismes vivant en société, de la fourmi à l'Homme, est l'existence d'une coopération entre les individus qui procure un bénéfice net à chacun des spécimens du groupe. Chez les fourmis, coopération et vie sociale sont favorisées par la possession d'organes plus spécifiques. Une glande postpharyngienne logée dans la tête ne se rencontre que chez les fourmis. En plus d'une action assez modeste liée à la digestion, sa sécrétion joue un rôle fondamental dans le processus de la reconnaissance coloniale. Grâce à cette sécrétion, les ouvrières d'un même nid identifient leurs congénères comme faisant partie de la même société. Les fourmis possèdent aussi presque toujours une glande métapleurale qui s'ouvre à l'arrière du thorax. Cette structure émet des substances antibiotiques et antifongiques qui contribuent à maintenir le nid dans une propreté parfaite.



Les glandes des fourmis. © D. Gourdin

Les deux glandes que l'on vient d'évoquer sont en relation avec la vie sociale de ces insectes. Un autre dispositif anatomique joue un rôle fondamental dans la vie en société. Il s'agit de l'existence d'un jabot social.



L'appareil digestif des fourmis et le jabot social. © D. Gourdin

Faisant suite à l'œsophage, cette poche de l'appareil digestif possède vers l'arrière un dispositif de fermeture facultative. Lorsque l'ouverture est fermée, les individus chargés de nourrir la société remplissent ce jabot de jus sucrés, par exemple du miellat de pucerons. Revenus au nid, les insectes ravitailleurs régurgitent la provende à d'autres fourmis qui par le même processus alimentent la reine et les larves. Cet échange de nourriture liquide, bouche-à-bouche, est connu sous le terme de trophallaxie.



Échange d'une gouttelette trophallactique. La donneuse est à gauche ; la receveuse est à droite. © A. Wild

Bien entendu, quand la fourmi ravitailleuse veut utiliser la nourriture à son profit, elle ouvre le jabot social dont le contenu s'écoule alors dans son estomac. Les échanges trophallactiques sont un caractère propre aux insectes sociaux et ne se retrouvent qu'exceptionnellement chez le reste du monde animal. En multipliant les interactions entre occupants d'un même nid, ils ont été certainement un puissant moteur de l'évolution sociale.

Page 4/17 - Le polymorphisme des fourmis selon leur caste

Ce que nous appelons couramment « les fourmis » telles que nous les voyons courir sur le sol, sont toutes des femelles, qui vivent en société matriarcale. Dans le nid, elles sont organisées en deux castes. Les fourmis présentent un polymorphisme qui permet de différencier ces castes : les reines et les ouvrières.



La reine et les ouvrières de la fourmi de feu *Solenopsis invicta*.
© R.-K. Vander Meer

Première caste dans la fourmilière : les reines

On retrouve ces femelles à l'intérieur du nid, mais une observation attentive montre que l'une (ou plusieurs) de ces femelles est plus grosse et possède un abdomen plus volumineux. En clair, la fourmilière possède une ou plusieurs femelles chargées de la reproduction : ce sont les reines.

Elles sont pourvues d'ovaires bien développés et disposent d'un réservoir particulier, la **spermathèque**, dans lequel elles stockent et conservent pendant des mois ou des années les spermatozoïdes après l'accouplement. Il est peu fréquent dans la vie animale que les spermatozoïdes restent vivants plusieurs années chez la femelle. On ignore encore largement les processus qui autorisent une telle conservation.

Seconde caste dans la fourmilière : les ouvrières

Les autres femelles du nid sont des ouvrières. Plus petites que les reines, elles possèdent bien des ovaires mais ces derniers sont rarement fonctionnels. Mais surtout, elles sont dépourvues de spermathèque. De ce fait, elles ne peuvent s'accoupler et stocker la semence des mâles. Débarrassées d'une fonction reproductrice coûteuse en énergie, elles se consacrent exclusivement à des tâches domestiques : confection, entretien et protection du nid, recherche et rapatriement de la nourriture, nourrissage de la reine, des larves et des ouvrières restées au nid.



Fourmi ouvrière de *Camponotus pennsylvanicus*. © futureman1 / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)

La société de fourmis est donc formée seulement de femelles, les unes reproductrices (les reines), les autres stériles (les ouvrières). On dit que ces sociétés matriarcales sont formées de deux *castes*. Les ouvrières présentent une autre caractéristique morphologique. Elles sont toujours aptères, c'est-à-dire dépourvues d'ailes. C'est une spécialisation due à l'évolution, puisque les ancêtres des fourmis étaient des guêpes ailées. La perte des ailes peut être un handicap car elle limite les déplacements. Mais c'est aussi une innovation fructueuse. Leur thorax n'a plus besoin de loger les muscles du vol : sa structure se simplifie et s'allège. Si l'on ajoute à cette « économie » le fait que les organes génitaux sont aussi simplifiés et que la taille est réduite on comprend que le coût de production d'une ouvrière est minime pour la société. La fourmilière pourra en élever un très grand nombre à peu de frais.

Les ouvrières pourront aussi présenter des modifications morphologiques. Ce polymorphisme de caste permettra une spécialisation poussée dans les tâches accomplies par les ouvrières. C'est souvent la tête qui est le siège de modifications morphologiques. On distingue alors des sous-castes ouvrières. Chez les *Messor* ou les *Camponotus* de nos régions, on distingue des petites ouvrières minors, des ouvrières de taille moyenne médias et des ouvrières de grande taille majors.



Le polymorphisme des ouvrières de *Camponotus aethiops*. On distingue des ouvrières minors, médias et majors.

© Luc Passera

Ce polymorphisme est toujours associé à l'exécution de tâches différentes.

Et les mâles ?

Ces sociétés matriarcales ont tout de même besoin de l'existence de mâles pour assurer la fécondation des reines. Habituellement ailés, ils sont produits une fois par an. Leurs mandibules rudimentaires les rend inaptes au travail. Ils dépendent totalement des ouvrières pour leur alimentation et quittent très vite leur nid de naissance pour s'accoupler. Ils meurent peu de temps après.

Page 5/17 - Fourmis : la division du travail entre les différentes ouvrières

Une caractéristique fondamentale des sociétés de fourmis est l'existence d'une division du travail qui ne s'arrête pas à la fonction reproductrice. Les ouvrières elles-mêmes accomplissent des tâches particulières. La division du travail se fait soit par un polymorphisme déterminant, soit par l'âge.



Un soldat de fourmi magnan et une ouvrière média. Illustration du polymorphisme des fourmis légionnaires. © W.-H. Gotwald Jr

Cette parcellisation des tâches apparaît clairement quand les ouvrières sont polymorphes. On parle alors d'une division du travail ou d'un polyéthisme de caste.

La division du travail selon le polymorphisme

- Les ouvrières minors et médias

D'une manière générale les ouvrières les plus petites, les minors, s'occupent des tâches domestiques intérieures au nid : soins aux immatures, en particulier le nourrissage des larves. Elles lèchent aussi ces larves pour les maintenir dans un parfait état de propreté. Ces mêmes ouvrières nourrissent la ou les reines.

Les ouvrières médias sont chargées de la récolte alimentaire dans le monde extérieur. Elles transmettent la nourriture aux ouvrières minors.

- Les ouvrières majors

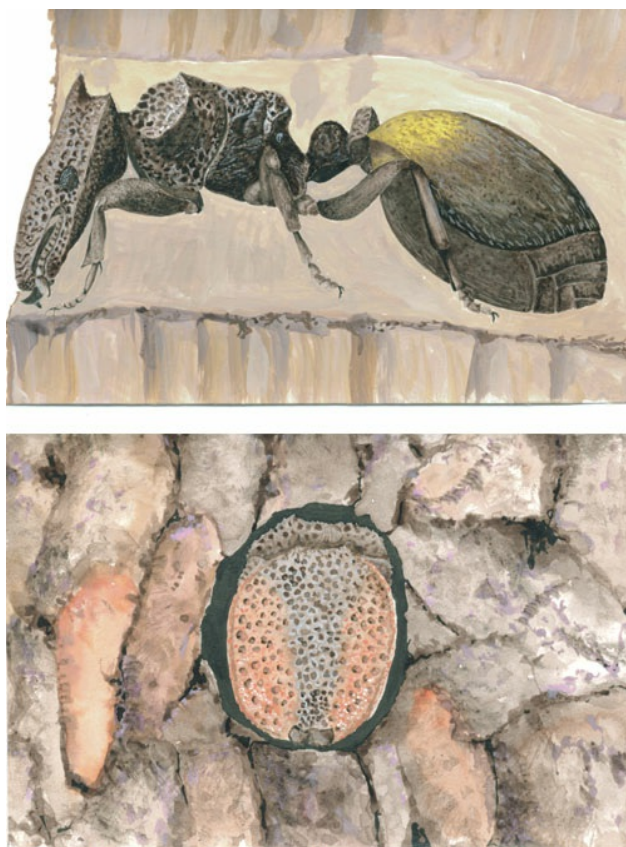
Quant aux ouvrières majors, leur grande taille et leurs puissantes mandibules les prédisposent aux fonctions guerrières. Chez les fourmis nomades d'Amérique ou d'Afrique les ouvrières majors deviennent de véritables soldats armés de redoutables mandibules acérées.

Disposées le long des colonnes de chasse, elles protègent efficacement les ouvrières pourvoyeuses. Leurs mandibules peuvent percer la peau des petits vertébrés et éventuellement mordre cruellement des animaux de plus grande taille, Homme compris.



Les *Messor* sont des fourmis granivores. © Macropoulos / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)

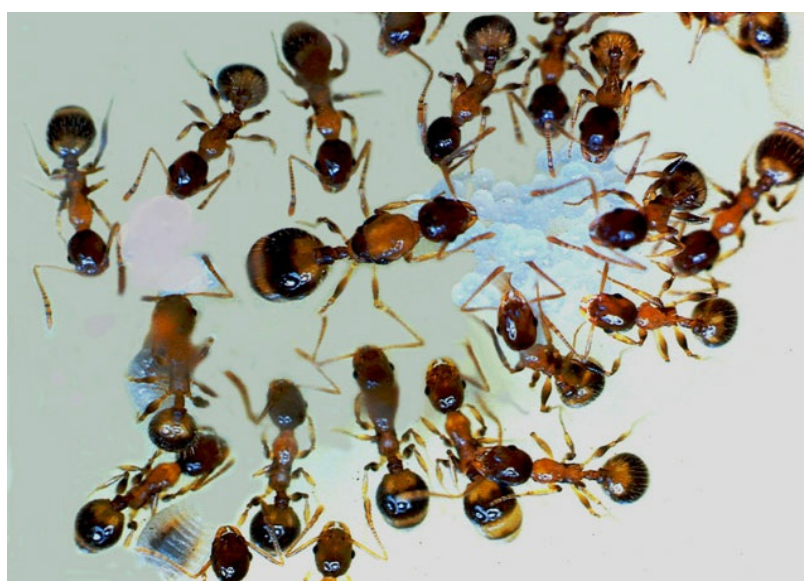
Chez les *Messor* d'Europe ou les *Pogonomyrmex* d'Amérique qui sont des espèces granivores, les ouvrières majors possèdent des mandibules puissantes qui spécialisent leurs propriétaires dans la tâche d'écraser les graines ramenées au nid. Les fantaisies morphologiques peuvent affecter la forme de la tête. Les *Camponotus truncatus* de nos régions sont des fourmis arboricoles. Leurs nids creusés dans le bois, s'ouvrent à l'extérieur par un petit orifice cylindrique. Les soldats possèdent une tête aplatie en forme de disque qui vient s'ajuster dans le trou d'accès exactement comme un bouchon ferme le col d'une bouteille. Ces « portiers » s'effacent quand une ouvrière pourvoyeuse de leur société revient au nid.



Les fourmis « portiers » obturent le trou d'accès du nid avec leur tête aplatie en forme de disque. © D. Gourdin

La division du travail selon les âges

Toutes les espèces de fourmis n'ont pas des ouvrières de tailles différentes.



L'absence de polymorphisme chez les ouvrières de *Leptothorax recondens* entraîne l'existence d'un polyéthisme basé sur l'âge des individus. © G. Le Masne

Quand elles sont monomorphes, la division du travail est liée à l'âge de l'individu, conduisant à un polyéthisme d'âge. La règle générale veut que les ouvrières les plus jeunes restent dans le nid. Ces spécialistes des fonctions domestiques alimentent la reine et les larves. Ce sont des ouvrières nourrices. En prenant de l'âge, elles s'éloignent du centre du nid pour occuper des fonctions de gardiennes aux ouvertures. Ce n'est qu'à la fin de leur vie, qu'elles sortent de la fourmilière et prennent en charge les fonctions de pourvoyeuses. Ce sont aussi ces ouvrières âgées qui essaient d'étendre le périmètre des ressources alimentaires. À cette occasion, les combats sont fréquents contre d'autres fourmilières et les pertes importantes.

On notera que ce sont donc ces vieilles ouvrières qui sont le plus exposées à des dangers divers : combats, action des prédateurs, perte des repères pour retrouver le nid... Mais ces individus sont en fin de vie. Ils ont déjà rendu à leur société beaucoup de services quand dans leur jeunesse ils travaillaient à l'intérieur du nid. Leur perte est donc négligeable pour la société.



Fourmi champignonniste *Atta colombica*. © Brian Gratwicke / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)

Les fourmis champignonnistes

La division du travail atteint un degré maximal de sophistication chez les espèces évoluées dont les sociétés comptent des milliers ou des dizaines de milliers d'individus. C'est le cas chez les fourmis champignonnistes d'Amérique du Sud qui se nourrissent d'un champignon qu'elles cultivent. Cette activité sur laquelle nous reviendront n'exige pas moins de 29 tâches différentes confiées à autant de catégories d'ouvrières mêlant morphologie particulière et âge.

Pour ne donner qu'un seul exemple, le traitement des déchets générés par la culture du champignon est confié à des ouvrières médianes et âgées. Ces ouvrières sont de véritables éboueurs. Elles gèrent des chambres dans lesquelles s'entassent les ordures. Dans ces « poubelles », les bactéries prolifèrent. Il est essentiel de ne pas contaminer l'ensemble des ouvrières. Aussi les fourmis éboueuses, une fois rentrées dans ces chambres n'en sortent plus. Elles y meurent victimes de maladies bactériennes. Là encore, il s'agit d'ouvrières âgées, déjà en fin de vie, dont la disparition n'affecte pas le devenir de la société.



Tapinoma erraticum. © April Nobile Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license.

La division du travail chez les fourmis autorise une certaine flexibilité surtout quand elle concerne le polyéthisme d'âge. C'est particulièrement vrai lorsque l'environnement social se modifie ou que des besoins nouveaux apparaissent. Si l'on supprime les ouvrières fourrageuses de la fourmi *Tapinoma erraticum*, les plus vieilles des ouvrières nourrices deviennent des fourrageuses de telle sorte que l'approvisionnement de la société n'est pas interrompu. Le processus de maturation est accéléré, permettant de passer d'une tâche à une autre.

Page 6/17 - Fourmis : accouplement et reproduction, le rôle de la gyne

La naissance d'une nouvelle société de fourmis est un processus complexe qui a subi de fortes pressions de l'évolution et présente de nombreuses variantes. On peut toutefois prendre pour modèle les espèces ne possédant qu'une seule reine fonctionnelle (au départ, la gyne) que l'on qualifie d'espèces monogynes.



Une jeune reine (gyne) de *Formica truncorum* juste avant l'envol nuptial. Elle perdra ses ailes après l'accouplement. © L. Sundström

Accouplement des fourmis : la période de l'essaimage

C'est le cas de notre fourmi des jardins, *Lasius niger*. Par une belle et chaude soirée d'été, sans vent, il n'est pas rare de voir tomber dans les verres et les assiettes d'un repas pris sur une terrasse de lourdes bestioles. Ce sont des reines de la fourmi des jardins surprises au milieu de la période la plus dangereuse de leur existence : l'essaimage. Ces reines sont ailées.

Contrairement à leurs ouvrières toujours aptères, les reines possèdent le plus souvent des ailes à l'issue de la métamorphose qui libère le jeune adulte. Ces jeunes reines vierges, on les appelle des gynes, stationnent plusieurs semaines dans leur nid de naissance au cours desquelles elles sont gavées par leurs ouvrières afin d'accumuler des réserves sous forme de lipides. Le jour de l'essaimage, elles sortent en masse des nids d'une région donnée et s'élancent dans les airs. Les mâles, bien plus petits et eux aussi ailés, en font autant. Si les conditions climatiques jouent sûrement un rôle dans la sortie synchronisée des gynes et des mâles d'un même territoire, on en ignore le mécanisme intime.

Selon les espèces, l'accouplement a lieu dans les airs ou au sol.



Accouplement d'une reine de *Formica paralugubris* après le vol nuptial. Le mâle à gauche va bientôt périr. La reine à droite va bientôt perdre ses ailes. © A. Maeder

On peut voir ainsi s'abattre des couples in copula. La femelle se dégage très vite et abandonne le mâle à son triste sort. Elle s'empresse de briser ses ailes à l'aide de ses pattes et, rendue ainsi plus agile, elle cherche au plus vite une fissure du sol où elle disparaît. Le vol nuptial suivi de la brève course sur le sol est une période très dangereuse car de nombreux prédateurs sont à l'affût : oiseaux, mais aussi lézards, araignées et surtout fourmis voisines. Le plus souvent l'accouplement a été unique, mais chez quelques espèces les gynes utilisent plusieurs mâles. Dans tous les cas la saison des amours est terminée et la jeune reine ne copulera plus jamais.

Enfermée dans ce qui est la première chambre du nid, la jeune reine va entreprendre une fondation indépendante.



La fondation indépendante chez la fourmi de feu *Solenopsis invicta*. La reine soigne elle-même le premier couvain. On voit des œufs, des larves et des nymphes dont certaines (les plus brunes) vont donner naissance aux premières ouvrières de la nouvelle société. © A. Thrun

Ponte des œufs et évolution dans le nid

Elle pond très vite ses premiers œufs qu'elle lèche soigneusement afin d'éviter qu'ils soient victimes de moisissures pathogènes car ils sont posés à même le sol. On estime que 1 à 5 % seulement des fondations iront à leur terme. Les œufs éclosent au bout d'une dizaine de jours, libérant les premières larves. Ces dernières sont nourries par une reine-mère qui au moins dans le cas de la fourmi des jardins ne sort plus de son nid. L'aliment trophallactique provient des réserves corporelles de la reine. En particulier, les muscles des ailes, désormais inutiles, sont métabolisés. Les nutriments s'additionnent à ceux provenant du corps gras abdominal et constituent le seul aliment permettant la croissance des larves jusqu'à leur métamorphose. Les premières ouvrières de la fourmi noire des jardins apparaissent en septembre. Elles sont de très petite taille car la reine fondatrice dispose de réserves alimentaires limitées. D'autre part, la fondatrice est pressée. Elle a tout intérêt à produire sa première descendance très vite de manière à ce que ses ouvrières occupent le terrain avant la progéniture des autres fondatrices car la concurrence est rude. Mieux vaut produire des petites ouvrières précocement que de plus grosses tardivement quand l'espace est occupé.

La fondation réussie, les premières ouvrières vont sortir du nid et ramener de la nourriture. Dès lors, la reine se consacrera exclusivement à sa fonction reproductrice. L'entretien des œufs, le nourrissage des larves seront assurés par ses filles.

Gynes et sociétés des fourmis

La fondation que l'on vient de décrire comporte de nombreuses variations. Les reines peuvent s'associer lors de l'élevage du premier couvain (les œufs et les larves) ce qui augmente les chances de réussite. Toutefois, après l'émergence des premières ouvrières, des combats opposent les reines entre elles si bien qu'une seule survit. C'est le retour à la monogynie.



Lasius niger, la fourmi des jardins. © Danièle Benucci / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)

Il arrive parfois que les gynes de certaines espèces ne puissent accumuler assez de réserves alimentaires pour fonder leur nouvelle société d'une manière autonome. De plus, ces femelles volent mal ou pas du tout. Le vol nuptial est réduit ou même absent. Les jeunes reines retombent alors au voisinage d'une fourmilière de leur espèce ou même s'y rendent à pied. Elles y pénètrent et feront élever leur progéniture par les ouvrières de la société d'accueil. Cette fondation dépendante, aboutit à multiplier le nombre de reines dans le nid qui devient ainsi polygyne.

Fondation dépendante et indépendante obéissent ainsi à deux stratégies différentes. Dans le premier cas, les sociétés disséminent à longue distance et colonisent de nouveaux territoires lointains. Mais l'entreprise est risquée et souvent tourne mal à cause des prédateurs et des pathogènes. La deuxième stratégie est plus sécurisante. La jeune reine échappe plus facilement à ses prédateurs, le vol nuptial étant de courte durée ou absent. La première génération d'ouvrières a toutes les chances de voir le jour grâce aux efforts des nourrices du nid d'accueil. Mais en contrepartie, l'espèce considérée peine à conquérir de nouveaux espaces. Elle ne peut que densifier un territoire déjà conquis.

Page 7/17 - L'étonnant déterminisme du sexe chez les fourmis

Chez les fourmis, le déterminisme du sexe est particulier. On rencontre par exemple des pontes issues de parthénogenèses, quand d'autres fourmis naissent d'une reproduction sexuée.



Femelles sexuées ailées de *Pheidole pallidula* les futures reines élevées par des ouvrières. Dans quelques jours, elles s'envoleront pour s'accoupler, perdre les ailes et fonder de nouvelles sociétés.
© Luc Passera

Pendant plusieurs années, la jeune fourmilière de la fourmi des jardins va produire exclusivement des ouvrières. Cette « task force » lui permet d'étendre son domaine vital, de conquérir de nouvelles sources alimentaires au besoin en repoussant des sociétés concurrentes dont l'effectif est plus faible.

Quand elle est assez peuplée et parvenue à maturité, la société peut réaliser son but ultime : produire des reproducteurs mâles et femelles afin de disséminer un maximum de reines ailées susceptibles de fonder autant de nouvelles sociétés. L'évolution conduit les fourmis, comme les autres organismes, à disséminer au maximum leurs gènes.

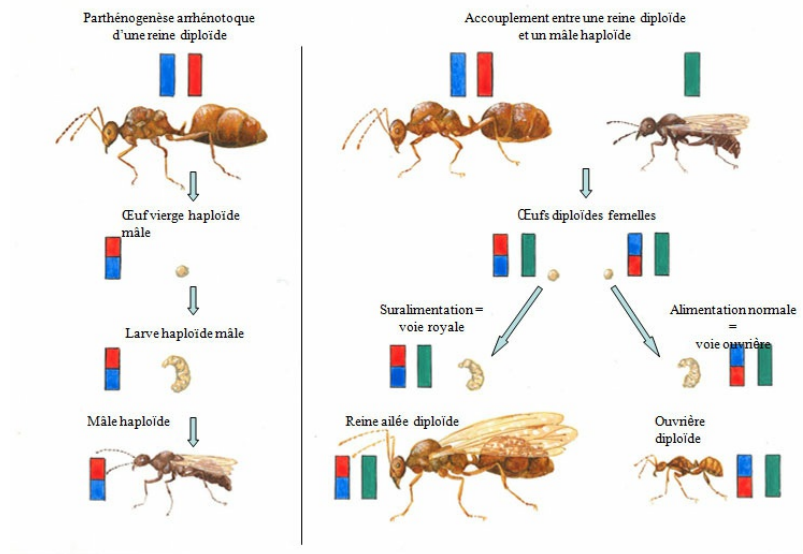
Déterminisme du sexe : œufs vierges et œufs fécondés

Le déterminisme du sexe chez les fourmis est très différent de celui que nous connaissons chez les vertébrés. Ici, pas de chromosomes X ou Y. La reine pond deux sortes d'œufs. Elle peut à volonté ouvrir ou fermer sa spermathèque, donc

laisser passer ou non des spermatozoïdes.

Dans le premier cas, les œufs sont fécondés et possèdent deux jeux de chromosomes, l'un transmis par la reine, l'autre par le mâle. Ces œufs diploïdes sont à l'origine de tous les individus femelles, qu'ils soient des reines ou des ouvrières.

Dans le second cas, les œufs sont vierges. Ils ne contiennent qu'un jeu de chromosomes transmis par la mère. Ils sont à l'origine des mâles de la société. C'est donc la reine qui est responsable du sexe de ses enfants. Lors de la fondation, la reine se garde bien d'émettre des œufs vierges à développement mâle. Pour réussir son entreprise elle a besoin du plus grand nombre d'ouvrières ce qui l'amène à ne pondre que des œufs fécondés. Dans des circonstances particulières, il arrive que les ouvrières pondent. Puisqu'elles ne sont pas fécondées, elles émettent des œufs vierges donc à devenir mâle.



Déterminisme du sexe et de la caste d'une fourmi. © D. Gourdin

Ce déterminisme du sexe qualifié d'haplodiploïde fournit donc des mâles qui n'ont pas de père puisqu'ils sont produits par une parthénogenèse arrhénotoque. Comme toutes les règles, celle-ci connaît des exceptions rocambolesques.

Les cas insolites de la reproduction des fourmis

En matière de sexualité les fourmis ne connaissent pas de limites. Les fourmis méditerranéennes *Cataglyphis cursor* ont bien des fils sans père mais les jeunes reines sont aussi le fruit d'une parthénogenèse royale que l'on qualifie de thélytoque. La reproduction sexuée est utilisée uniquement pour produire les ouvrières.



***Wasmannia auropunctata*, fourmis chez qui les reines sont issues d'une parthénogenèse. © April Nobile Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license**

Il y a mieux encore. Chez une fourmi de l'Amérique du Sud, *Wasmannia auropunctata*, les nouvelles reines sont aussi issues de la ponte parthénogénétique de leur mère. Mais ici les mâles sont issus d'un œuf fécondé. Seulement dans cet œuf, le matériel génétique transmis par la mère dans l'ovule disparaît. Il ne reste que le matériel génétique apporté par le spermatozoïde, donc par le père. Autrement dit, les mâles de cette fourmi sont les clones de leur père. Voici donc une fourmi dont les reines sont les clones de leur mère et les mâles les clones de leur père. Seules les ouvrières sont issues d'une reproduction sexuée utilisant le matériel génétique de la maman et du papa. Vous suivez ? Parce qu'il y a encore plus extravagant chez la fourmi champignonniste *Mycocrepus smithii*. Plus extravagant mais très simple.



Chez *Mycocrepus smithii*, la reproduction n'est jamais sexuée. © April Nobile Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license

Chez cette espèce le mâle a disparu au cours de l'évolution. La reine pond donc des œufs obligatoirement vierges se développant par parthénogenèse thélytoque. Les uns donneront de nouvelles reines alors que les autres évolueront en ouvrières. En supprimant la reproduction sexuée, on ne peut faire plus simple.

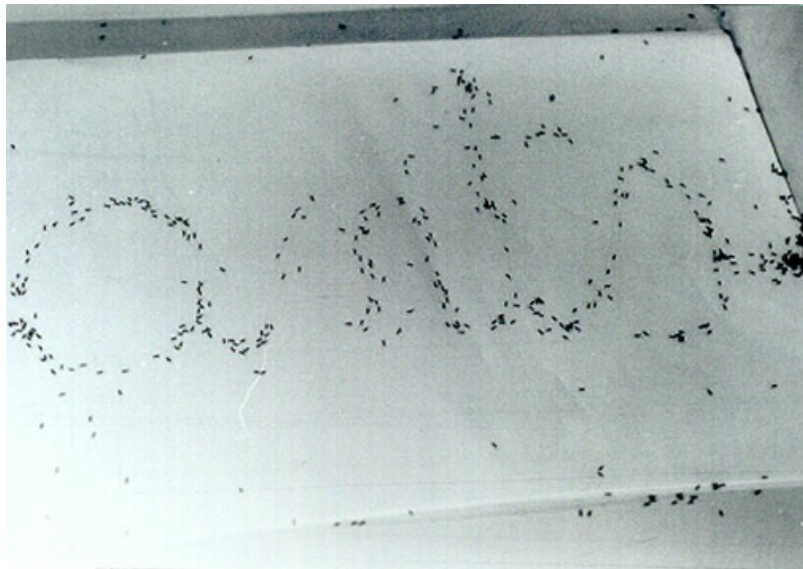
Et le déterminisme des reines ?

D'une manière générale, les futures reines et les ouvrières sont produites à partir d'œufs fécondés absolument semblables. Toutes les larves femelles nées d'un même père et d'une même mère ont le même génome. C'est au cours du développement larvaire que certaines larves s'orientent vers la voie ouvrière et d'autres vers la voie royale. L'explication la plus souvent retenue est que l'alimentation donnée aux immatures par les ouvrières nourrices peut varier d'une larve à l'autre, provoquant l'expression de gènes différents responsables par exemple de l'apparition des ailes.

La cause première serait donc à rechercher dans des facteurs environnementaux. Outre la quantité et la qualité de l'aliment donné aux larves, on peut aussi suspecter la température subie par les larves soumises ou non à une hibernation, ou encore des facteurs émanant de la reine. Toutefois l'existence d'un facteur génétique semble bien présent dans certains cas. Certaines reines sont fécondées par plusieurs mâles. Les filles d'une fourmilière sont alors des demi-sœurs (même mère, mais père différent). Certaines lignées semblent évoluer plus facilement vers la voie royale et d'autres vers la voie ouvrière. Au total il pourrait bien exister un continuum tant les espèces de fourmis sont nombreuses. D'un déterminisme purement environnemental, on pourrait passer progressivement à un déterminisme strictement génétique avec tous les intermédiaires possibles.

Page 8/17 - Production et rôle des phéromones chez les fourmis

La coopération, qui est une marque des sociétés, implique la circulation d'informations afin que les individus du groupe soient informés en permanence des besoins et des activités de la société. Chez les fourmis, différentes glandes produisent des composés appelés les phéromones.



La piste alimentaire est due au dépôt d'une phéromone par les ouvrières fourrageuses. Ici, on a déposé de la phéromone synthétique à l'aide d'un pinceau en écrivant le mot anglais « ants ». Les fourmis d'Argentine suivent cette piste artificielle. © C. Errard

Le rôle de phéromones dans la communication des fourmis

On a déjà évoqué l'existence d'une glande postpharyngienne chez les ouvrières, qui stocke des substances utilisées pour la reconnaissance coloniale. Mais il y a bien d'autres glandes qui déversent à l'extérieur des composés volatils responsables des divers comportements sociaux. Les mieux connues sont logées dans l'abdomen : glande de Dufour, glande à poison, glande rectale ou pygidiale... D'autres se trouvent dans la tête (glandes mandibulaires et glande postpharyngienne) ou dans les pattes.

Leur production sont les phéromones qui, déposées sur le sol ou projetées dans l'air à la manière d'un spray informent les compagnes. Les fourmis sont ainsi de véritables usines chimiques montées sur six pattes. La structure sociale, la cohésion des congénères, la productivité de la colonie dépendent de ces molécules odorantes. Les phéromones sexuelles émises tantôt par les mâles, tantôt par les reines vierges, sont responsables du rapprochement des sexes pendant le vol nuptial. Les phéromones d'agrégation émises par la reine attirent les ouvrières qui forment une sorte de cour royale autour de la femelle reproductrice.

Les phéromones de recrutement attirent les congénères en un endroit précis. Les mieux connues sont les phéromones de piste qui informent les compagnes à la fois sur la qualité (matières sucrées, proies animales...) et la quantité de la provende.

Chez la fourmi du pharaon *Monomorium pharaonis*, on connaît une phéromone de piste à longue durée d'action qui permet de dessiner un réseau de pistes parcourues chaque jour. Une deuxième phéromone est plus volatile, mais attire un plus grand nombre d'ouvrières sur la piste. Enfin une troisième substance déposée aux croisements fait office de sens interdits informant les ouvrières qu'il n'y a aucune nourriture sur la route ainsi signalée.

Les phéromones d'alarme alertent, regroupent ou dispersent les ouvrières mises en difficulté par un événement imprévu comme l'irruption d'un intrus.



***Monomorium pharaonis*. © April Nobile Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license.**

Les phéromones territoriales sont déposées au sol à proximité du nid. Elles dissuadent des fourmis étrangères de s'approcher de l'entrée et en même temps signalent aux propriétaires la proximité des accès.

Un caractère commun aux phéromones est qu'elles agissent à des concentrations incroyablement faibles. Les fourmis champignonnistes déposent une piste chimique lorsqu'elles recherchent des végétaux. La phéromone est délivrée par la glande à poison qui ne contient que 10^{-9} gramme de matière active. L'ensemble de la société stocke ainsi seulement 1 mg de phéromone de piste. C'est pourtant suffisant pour tracer une piste attractive qui ferait trois fois le tour de la Terre au niveau de l'équateur !

Le monde myrmicéen est ainsi un « monde du silence » où les signaux chimiques sont parmi les plus perfectionnés que l'on puisse trouver dans le monde animal. L'émission de substances odorantes va de pair avec l'existence de structures sensorielles capables de les identifier. Ce sont les antennes qui sont porteuses d'organes sensoriels en connexion avec des neurones spécialisés dans la détection des molécules chimiques. Les antennes sont en quelque sorte le « nez » des fourmis.

Page 9/17 - Les fourmis prédatrices : stratégies de chasse

Les fourmis les plus anciennes sont âgées d'environ 120 millions d'années. Les descendants de ces formes ancestrales sont toujours présents. Ce sont des chasseurs redoutables qui capturent de menus insectes au cours de chasses solitaires. Selon les espèces, les stratégies de chasse sont différentes. Les rôles sont répartis et la coopération est de mise.



Une fourmi prédatrice. *Odontomachus bauri* s'apprête à refermer des mandibules-piège sur une larve de grillon. © A. Wild

Il n'y a aucune coopération ni pendant la chasse, ni pendant le transport des proies lors du retour au nid. Certaines espèces sont très spécifiques dans leur choix, ciblant par exemple uniquement des mille-pattes. D'autres, au contraire, sont très éclectiques et capturent tout ce qui passe à portée de leurs mandibules. Ces dernières sont souvent très longues, formant de redoutables pinces.

Les *Odontomachus*, fourmis tropicales redoutables chasseuses

Les *Odontomachus* sont des espèces tropicales de grande taille. Ses longues mandibules portent sur la face intérieure de longues soies tactiles. En chasse, l'ouvrière maintient ses mâchoires ouvertes à 180° si bien que les soies tactiles sont dirigées vers l'avant.

Lorsqu'elles heurtent une proie, elles déclenchent la fermeture des mandibules un peu à la manière des mâchoires d'un piège à loup. La fermeture réflexe se fait à une vitesse extraordinaire puisqu'elle ne demande que 0,13 milliseconde. La vitesse du mouvement mandibulaire est supérieure à celle effectuée par une balle de fusil ! La proie ne peut échapper. Elle est écrasée ou transpercée par les dents acérées. Si elle bouge encore, elle est achevée d'un coup d'aiguillon.

Les *Odontomachus* sont des chasseurs solitaires dont le nid ne possède que quelques dizaines ou centaines d'individus.

Les stratégies des fourmis nomades

Les fourmis nomades, appelées aussi légionnaires, d'Amérique ou d'Afrique ont adopté une autre stratégie. Leurs sociétés sont gigantesques. Les *Eciton* d'Amérique forment des sociétés comptant des centaines de milliers d'ouvrières alors que celles des *Dorylus* d'Afrique (les fourmis magnans) peuvent atteindre 20 millions d'ouvrières. Et pourtant ces sociétés ne possèdent qu'une seule reine dont la fécondité est bien sûr conséquente. Pendant la période de ponte la reine des *Eciton* pond deux œufs par minute soit 100.000 à 300.000 par cycle. Sa longévité étant d'environ 10 ans, c'est 6 millions d'œufs qui seront pondus par cette stakhanoviste de la reproduction.



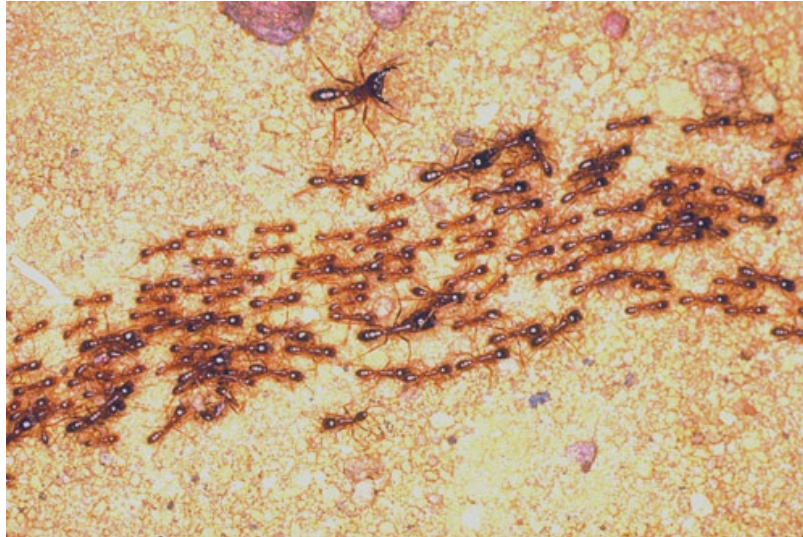
Fourmis magnans. © Axel Rouvin / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)

Les fourmis nomades doivent leur nom au fait qu'elles ne possèdent pas de nids fixes et structurés. Le soir, elles se rassemblent dans un creux de terrain pour former un bivouac ovoïde souvent plus gros qu'un ballon de football. Cette masse vivante, formée par l'enchevêtrement des ouvrières, abrite la reine et le couvain en son milieu. La vie des fourmis nomades est marquée par l'alternance de deux cycles se succédant avec la régularité d'une horloge. Pendant la phase sédentaire qui dure 20 ± 1 jours, l'abdomen de la reine enfle de façon spectaculaire sous la pression des ovaires. Vers la fin de la période, la reine commence sa ponte frénétique. En même temps, les cocons issus de la phase précédente achèvent leur maturation. Pendant la phase sédentaire, il n'y a donc pas de larves dans la société. Cela limite l'appétit de la troupe. Une quinzaine de raids de chasse sont suffisants pour rassasier les ouvrières. Les proies existent en quantité suffisante autour du bivouac qui se reforme tous les soirs à la même place.

Les événements qui interviennent à la fin de la phase sédentaire vont modifier l'activité de la société. Les œufs éclosent par dizaines de milliers, constituant autant de nouvelles bouches à nourrir. En même temps, les cocons éclosent libérant une nouvelle main-d'œuvre abondante. Les proies ne sont plus en nombre suffisant. La société doit explorer chaque jour une nouvelle aire de chasse. C'est le début de la phase nomade qui dure exactement 16 à 17 jours. Elle est marquée par un déplacement quotidien. Chaque jour la société déménage en entraînant la reine et en emportant le couvain pour installer un nouveau bivouac à 100 ou 300 mètres du précédent. C'est au cours de la phase nomade que les larves grossissent et leur croissance finie, tissent leur cocon. Cet événement marque la fin de la phase nomade et le

début d'une nouvelle phase sédentaire.

Les raids de chasse, quotidiens en phase nomade et presque quotidiens en phase sédentaire, sont impressionnants.



Départ d'un raid de chasse de la fourmi légionnaire africaine *Dorylus nigricans* (la fourmi magnan). La colonne se déplace à la recherche de proies. Elle est protégée par un soldat, mandibules menaçantes. © W.H. Gotwald Jr

C'est un véritable fleuve de fourmis, large d'une vingtaine de centimètres, qui coule dans la forêt tropicale s'éloignant du bivouac à la vitesse de 20 mètres à l'heure. Les fourmis de tête laissent échapper de la phéromone de piste qui guide les chasseuses de l'arrière. Ces dernières passeront bientôt devant avant d'être elles-mêmes remplacées par de nouvelles venues. L'ensemble forme une sorte d'autoroute à quatre voies : les deux voies centrales sont réservées aux fourmis revenant vers leur nid chargées des proies capturées. Les ouvrières des voies extérieures se hâtent vers le terrain de chasse. Pendant la phase sédentaire, le terrain de chasse est limité, puisque centré autour du bivouac. Les fourmis se doivent d'éviter de ratisser deux fois le même terrain. Chaque raid est alors décalé d'environ 120° vers la droite ou vers la gauche par rapport au raid de la veille. Ceci évite de chasser sur un terrain visité précédemment et même sur un terrain contigu que les proies effrayées auraient pu fuir.

Les rôles répartis au cours de la chasse

La division du travail repose sur de fortes différences morphologiques. Les médias restent dans le bivouac et s'occupent des larves. Les médias sont les généralistes affectées à la chasse. Les proies sont transportées essentiellement par des ouvrières spécialisées, munies de longues pattes qui leur permettent d'enjamber les obstacles.



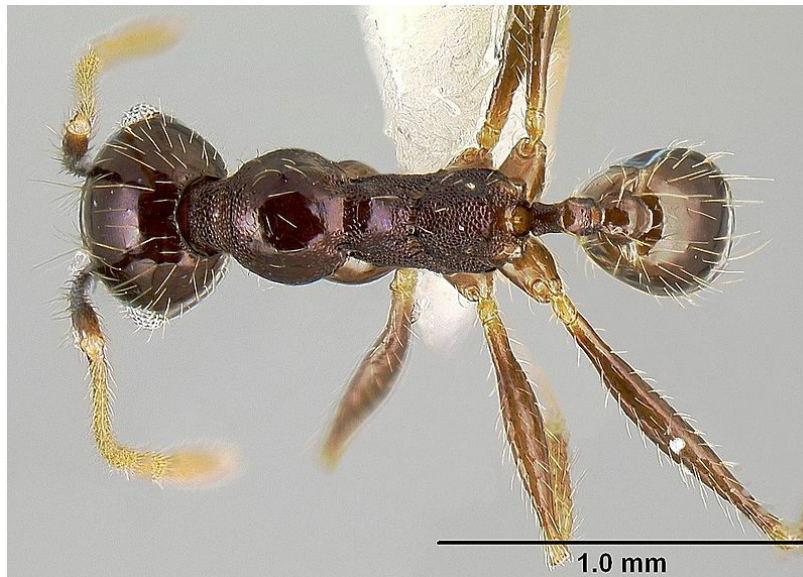
Retour d'une colonne de chasse de la fourmi légionnaire africaine *Dorylus nigricans*. Les proies sont transportées par des ouvrières aux pattes très longues ce qui facilite leur déplacement. © W.H. Gotwald Jr

D'autres ouvrières, plus petites, jouent les cantonniers : selon leur taille, elles s'aplatissent dans les trous de la piste, la nivelant pour favoriser le passage des porteuses. Puis elles se redressent et foncent vers l'avant pour boucher les trous à venir. Les soldats, aux mandibules impressionnantes, se positionnent sur les flancs de la colonne, mâchoires ouvertes et antennes frémissantes. Gare à qui voudrait perturber le raid.

À raison de 25.000 à 200.000 individus impliqués dans la chasse, c'est le sauve-qui-peut dans la litière de la forêt. Le couvain de fourmis d'espèces étrangères est le premier à faire les frais de cette force destructrice. Suivent les blattes, sauterelles, coléoptères, araignées, scorpions... bref tout ce qui ne peut se sauver à temps. Même de petits lézards, de jeunes serpents somnolents, des oisillons, sont capturés. En brousse, les poules ou les lapins encagés sont mis à mort, dépecés et ramenés au nid. Le rapatriement des proies fait l'objet d'une coopération exemplaire. Les petites prises sont transportées individuellement. Les plus grosses font l'objet d'un transport collectif ou sont découpées sur place pour être mieux manipulées. Chaque jour, ce sont 30.000 proies représentant des litres de chair fraîche qui font ainsi retour vers le bivouac pour rassasier ouvrières et larves.

Page 10/17 - La construction du nid et les fourmis tisserandes

Les espèces à faible effectif comme les *Temnothorax* de nos régions ont besoin de peu d'espace pour se loger. Elles peuvent se contenter du contenu creux d'un gland de chêne ou occuper une cavité entre deux pierres plates superposées. Quand l'effectif est plus conséquent, elles peuvent creuser le sol pour aménager des loges.



Pheidole purpurea © John T. Longino Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license

Chez la fourmi méridionale *Pheidole pallidula*, l'ouverture est située sous une pierre qui protège le nid et fait aussi office de chambre chaude où l'évolution du couvain est accélérée par le rayonnement solaire. La captation de la chaleur peut se faire par l'intermédiaire d'un dôme de terre que les fourmis des prairies réalisent en remontant à la surface la terre excavée lors du creusement des chambres souterraines.

Fourmilière : le nid de la fourmi rousse

Les fourmis rouges des bois qui appartiennent au genre *Formica* ont un comportement plus complexe. Elles édifient leur solarium en entassant des aiguilles d'épicéa. Le dôme de *Formica paralugubris* dans le Jura peut mesurer 1,20 mètre de haut.



Le dôme de la fourmi rousse des bois *Formica paralugubris* est édifié en lisière de la forêt pour mieux capter les rayons du soleil. © A. Maeder

L'édifice est parfaitement climatisé grâce au labeur d'ouvrières dédiées aux travaux extérieurs. Le matin, elles pratiquent des ouvertures en déplaçant les aiguilles ce qui permet au soleil de réchauffer les couches supérieures du nid. Ces ouvertures seront bouchées l'après-midi pour éviter la surchauffe. En même temps que les ouvrières de l'extérieur jouent au mikado avec les aiguilles, celles du service intérieur déplacent les larves et les cocons pour leur procurer une température optimale.

Les nids de la fourmi tisserande



***Oecophylla longinoda*, fourmis tisserandes. © Karmesinkoenig Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Germany license**

Les nids les plus singuliers appartiennent aux fourmis tisserandes, *Oecophylla longinoda*. Dans les forêts africaines, cette espèce établit ses nids dans les arbres. Une même société, bien que possédant une seule reine, possède des dizaines de nids qui occupent un ou plusieurs arbres. Ces fourmis très agressives sont connues pour leur travail qui rappelle une activité humaine. La confection de leur nid passe par la réalisation d'un tissu de soie qui peut ressembler au labeur des tisserands. Les espèces de la sous-famille des *Formicinae*, à laquelle appartiennent les œcophylles se nymphosent à l'intérieur d'un cocon. La larve du dernier stade possède des glandes labiales hypertrophiées qui sécrètent la soie avec laquelle elle confectionne le cocon. Chez les œcophylles, la nymphe est nue. La soie est détournée par les ouvrières pour un autre usage. La construction du nid commence par un travail qui implique une coopération poussée à l'extrême. Les ouvrières rapprochent et plient plusieurs feuilles pour réaliser une sorte de bourse.



Les fourmis tisserandes installent leurs nids entre des feuilles qu'elles replient pour former la poche qui abritera la société. Ce travail nécessite une coopération sophistiquée entre ouvrières. © C. Leroy

En s'accrochant les unes aux autres elles réalisent un pont entre deux feuilles. Puis tirant toutes en même temps, elles raccourcissent la chaîne vivante et maintiennent rapprochées les feuilles. L'opération de tissage peut alors commencer. Une ouvrière major s'empare avec ses mandibules d'une larve parvenue au dernier stade et effectue des va-et-vient entre deux feuilles. Chaque fois que la tête de la larve vient au contact d'une feuille, une goutte de soie est émise qui adhère à la surface foliaire. L'ouvrière se déplace vers l'autre feuille, étirant un fil de soie dont l'extrémité viendra se coller sur le bord de cette deuxième feuille. Le passage répété de l'ouvrière entre les deux feuilles met en place une nappe soyeuse qui colle les feuilles entre elles.



Les fourmis tisserandes au travail. Une ouvrière tient une larve fileuse entre ses mandibules. La soie forme une nappe qui maintient les feuilles entre elles. © D. Stoffel

L'implication de nombreuses fourmis, chacune tenant une larve serrée entre ses mandibules, renforce la solidité du tissu soyeux qui réunit plusieurs feuilles et ferme le nouveau nid.

La construction des abris de la fourmi tisserande est un chantier permanent. Il faut en effet de nombreux nids pour abriter une population qui atteint 500.000 individus. D'autre part, les nids de feuilles sont fragiles et ne résistent que peu de temps au dessèchement qui les brise.

Page 11/17 - Régime alimentaire des fourmis

Certaines fourmis ont un régime alimentaire fixe, d'autres utilisent la symbiose avec les cochenilles ou les pucerons pour obtenir le miellat dont elles se nourrissent.



Les différentes espèces de fourmis n'ont pas le même régime alimentaire. Ici, *Formica rufa*. © Adam Opiola Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 Generic and 1.0 Generic license

Régime alimentaire des fourmis rouges des bois

Les fourmis rouges des bois du genre *Formica* ont un régime alimentaire mixte. Comme les fourmis prédatrices, elles font une grande consommation de proies animales. Toutes sortes d'arthropodes leur conviennent : araignées, chenilles, diptères, punaises... sont activement chassés et capturés. Les carapaces dures des coléoptères ne résistent pas à la force de leurs mandibules. Le butin est d'autant plus impressionnant que certaines fourmis rouges des bois réalisent de véritables mégapoles en fédérant leurs dômes.

La supercolonie qui nidifie dans le Jura vaudois regroupe environ 1.200 nids peuplés de 200 millions d'individus occupant un domaine de 70 hectares. Les pistes chimiques qui relient tous ces dômes ont un développement total de plus de 100 km. Toutes les ouvrières s'identifient comme faisant partie de la même société car elles partagent les mêmes phéromones de reconnaissance évoquées dans les pages précédentes. Leur cuticule est porteuse d'hydrocarbures spécifiques qui autorisent leur passage d'un nid à l'autre. Cette gigantesque force de frappe peut ainsi récolter annuellement 400 millions de proies. Leur impact est particulièrement spectaculaire lors de l'attaque des forêts par des défoliateurs. On remarque l'existence d'îlots de verdure autour des nids alors que le reste de la forêt est ravagé. Le rôle hygiéniste est reconnu puisque les fourmis rouges des bois font l'objet de mesures de protection.

Les ressources en protéines ne constituent que 35 % de leur menu. Les matières sucrées représentent l'essentiel de leur alimentation. Les fourmis rousses exploitent le miellat produit par les pucerons des épicéas. En réponse à des caresses antennaires, les pucerons émettent par l'anus des gouttelettes sucrées qui représentent l'excès de sève qu'ils prélèvent à l'aide de leurs pièces buccales piqueuses-suceuses.



L'association pucerons-fourmis constitue une symbiose mutualiste. Chaque partenaire y trouve un avantage : le miellat produit par les pucerons pour les fourmis et la protection offerte par les fourmis pour les pucerons. © D. Cherix

Les quantités de miellat recueillies sont impressionnantes puisque les ouvrières se livrent nuit et jour à la collecte et véhiculent une quantité de jus sucré équivalent au $\frac{3}{4}$ de leur masse. On a calculé que la récolte quotidienne de miellat est de l'ordre de 120 à 170 g par jour. Au total, un dôme de taille moyenne récupère annuellement une vingtaine de kilogrammes de ce délicieux liquide. Les pucerons apprécient la visite des fourmis qui d'une part leur évite de s'engluer dans leurs propres excréments et d'autre part chassent par leurs allers et venues les minuscules guêpes parasites pondant dans leur corps. Les colonies de pucerons sont bien plus prospères quand elles sont fréquentées par des fourmis. Au total chacun y trouve son compte : les fourmis par l'accès à une source de nourriture, les pucerons par une protection efficace. C'est un parfait exemple de symbiose mutualiste.

Régime alimentaire des fourmis granivores ou moissonneuses

Ajoutons que les fourmis des bois récoltent aussi des graines pour compléter un régime alimentaire varié. C'est un apport limité puisqu'il ne constitue que 4 % de leur collecte. Pour d'autres espèces, les fourmis granivores ou moissonneuses, les graines constituent la partie essentielle de leur alimentation.



Une ouvrière d'une espèce d'une fourmi moissonneuse transporte une graine. © A. Wild

Beaucoup pratiquent une moisson collective en créant des pistes chimiques qui les mènent au pied des plantes arrivées à maturité. Il est très fréquent de rencontrer en région méditerranéenne ces longues files de fourmis chargées de graines. On observe facilement une relation positive entre le poids de la graine récoltée et la taille de l'ouvrière fourrageuse. Ramenées au nid, elles sont stockées dans des greniers dont l'aération en limite l'humidité. Ainsi maintenues au sec et privées par décortilage de leur enveloppe hygrophile, les graines ne peuvent germer. Elles seront broyées par les ouvrières majors, ramollies par la salive des ouvrières médias puis consommées. Il arrive que les récolteuses laissent échapper la graine pendant le transport. Ces graines germeront, favorisant la dissémination de la plante productrice.

Les fourmis moissonneuses ne sont pas les seules à cibler un seul type d'aliment.

Sucre et cochenilles au menu des fourmis

D'autres fourmis consomment exclusivement des matières sucrées. Pour ce faire, elles peuvent compter sur le hasard qui leur fait découvrir une source de matières sucrées, les exsudations des bourgeons par exemple. Mais il est beaucoup plus sécurisant d'avoir une source sucrée permanente. Comme l'éleveur dispose de lait en permanence en soignant son troupeau de vaches, les fourmis bergères d'Asie disposent d'un aliment sucré en élevant des troupeaux de cochenilles. Les cochenilles, comme les pucerons sont des homoptères piqueurs-suceurs qui expulsent du miellat par l'anus. Peu mobiles, elles sont inféodées à la plante qui les nourrit.



Les cochenilles fournissent une source alimentaire sucrée prisée par la fourmi d'Argentine. © A. Wild

En milieu tropical, la croissance des plantes n'est pas tributaire du rythme des saisons. On trouve côte à côte des plantes en arrêt végétatif et des plantes en pleine croissance. Seules ces dernières produisent une sève riche en acides aminés qui nourrit les cochenilles. Ces dernières doivent donc changer régulièrement de plante-hôte. Dans l'île de Bornéo, ce sont les fourmis bergères *Dolichoderus cuspidatus* qui se chargent du transfert. Ces fourmis vivent en effet en parfaite symbiose mutualiste avec les cochenilles. Lorsqu'une plante cesse de produire la sève adéquate, les fourmis bergères construisent un nouveau réseau de pistes vers une plante fraîche. Les milliers de cochenilles qui constituent le cheptel sont transportées vers un site provisoire, une sorte de parking. Elles voyagent entre les mandibules des fourmis ou bien se font porter sur le dos de leurs partenaires.



Les fourmis bergères de Malaisie se nourrissent du miellat des cochenilles qu'elles élèvent. Régulièrement, elles déménagent leur cheptel pour le rapprocher de la plante nourricière. Une ouvrière de la fourmi bergère transporte ici une cochenille sur son dos. © U. Maschwitz

Quelques individus sont transportés sur une plante fraîche. Si ces individus « goûteurs » performent les canaux

conduisant la sève, le site est considéré comme favorable et l'ensemble des cochenilles sont déménagées. Si au contraire, les goûteurs refusent d'actionner leurs stylets perforants, c'est que la plante n'est pas satisfaisante. Une autre plante sera testée, toujours à l'aide des fourmis transporteuses.

Quand la bonne plante a été trouvée, les cochenilles du parking y sont acheminées. Si le nid des fourmis est trop éloigné de ce site, les ouvrières chargées de la reine et du couvain se rapprochent de leur troupeau en établissant un nouveau bivouac près de la nouvelle plante nourricière. De plus, une partie des ouvrières s'amassent autour des cochenilles, les protégeant de la pluie et de leurs prédateurs ou parasites. Bien sûr les fourmis bergères profitent pleinement du miellat produit. La symbiose mutualiste est devenue obligatoire. Les cochenilles ont absolument besoin des fourmis pour accéder à une nouvelle plante-hôte et les fourmis s'alimentent exclusivement du miellat des cochenilles. Comment ne pas faire le rapprochement avec le nomadisme, où l'homme, chargeant tentes, femmes et enfants, suit son troupeau de pâturage en pâturage ?

Page 12/17 - Les fourmis champignonnistes et l'agriculture

Le passage des activités de chasse-cueillette à celle de l'agriculture est une transition culturelle majeure dans l'évolution des civilisations humaines. En fixant les populations, elle est à l'origine de l'énorme expansion de la population entraînant à son tour l'altération de l'environnement. Elle s'est produite il y a environ 10.000 ans. Sait-on que l'agriculture a aussi été inventée par les fourmis... il y a 50 millions d'années ?



***Acromyrmex octospinosus*, fourmis champignonnistes. © Deadstar0 licence Creative Commons Paternité - Partage des conditions initiales à l'identique 3.0 Unported**

Fourmis champignonnistes : pourquoi cultiver un champignon ?

Ces fourmis cultivent un champignon qui constituera l'essentiel de leur alimentation. Quelle est la raison de cette culture ? Les végétaux sont formés essentiellement d'hémicellulose et de cellulose. Ces polysaccharides sont des chaînes complexes d'oses comme les xylanes, la pectine, l'amidon... que les fourmis ne peuvent dégrader, faute d'enzymes ou de micro-organismes appropriés. Le champignon est lui capable d'effectuer ce travail car il possède les enzymes adéquates.

Mode d'action des fourmis champignonnistes

C'est en Amérique que l'on rencontre les deux genres majeurs de fourmis champignonnistes : les *Atta* et les *Acromyrmex*. Tout commence par la récolte de végétaux que les fourmis transformeront en un jardin souterrain sur lequel poussera le champignon. La récolte des feuilles est un travail collectif qui implique une étroite spécialisation au sein des ouvrières médias. Les ouvrières récolteuses suivent une longue piste chimique qui les mène au site de récolte. Certaines médias grimpent dans les arbres et coupent le pétiole des feuilles qui tombent au sol. D'autres découpent les feuilles en fragments transportables par une seule fourmi. Enfin une troisième catégorie de médias est chargée du transport du matériel végétal vers le nid. C'est un spectacle toujours saisissant de voir de longues files d'ouvrières portant le fragment végétal serré entre leurs mandibules.



Les ouvrières des fourmis champignonnistes ramènent vers le nid des fragments de végétaux qui constitueront le jardin sur lequel elles feront pousser un champignon symbiotique. © D. Stoffel

Taille et vitesse de la porteuse transposées à l'échelle humaine donnent un individu se déplaçant à 25 km/h. Une vitesse supérieure à celle des marathoniens. Et encore le marathonien ne porte pas de charge alors que la fourmi transporte ce qui ressemble à un petit parasol au-dessus de sa tête. La colonne de récolte est protégée par de très gros soldats. Certaines espèces d'*Atta* formant des sociétés de plusieurs millions d'individus, la récolte est impressionnante. On estime qu'un seul nid d'*Atta colombica* récolte entre 85 et 470 kg de matière sèche par an. C'est dire que les champignonnistes sont un fléau qui pèse lourdement sur l'économie sud-américaine.



Un nid de fourmis champignonnistes. La structure aérienne du nid de cette fourmi champignonniste couvre plusieurs dizaines de m². On distingue les ouvertures par où les ouvrières coupeuses de feuilles s'engouffrent dans les chambres souterraines. Certaines de ces ouvertures, en particulier celles munies d'une cheminée, assurent une ventilation des chambres où est cultivé le champignon et celles servant de dépotoirs. © K. Jaffe

L'impressionnant nid des fourmis champignonnistes

Les porteuses parvenues au nid s'engouffrent dans le nid souterrain qui est gigantesque. En coulant 6 tonnes de ciment liquide par les ouvertures, on a révélé une structure formée de milliers de chambres dans lesquelles est cultivé le champignon. Le nid atteint 6 à 8 mètres de profondeur. Quarante tonnes de terre sont ramenées à la surface par les ouvrières et éparpillées sur une surface qui peut atteindre 70 m².

Le fragment de feuille est confié à une ouvrière plus petite qui entreprend de le découper en fines lanières. Le matériel végétal est ainsi transmis à des ouvrières de plus en plus petites qui le découpent en fragments de plus en plus minuscules. Des ouvrières minors récupèrent ces fragments infimes et les incorporent à une masse végétale qui prend l'aspect d'une grosse éponge de ménage criblée de trous et de canaux. C'est le jardin à champignon.



Les fourmis champignonnistes récoltent des feuilles qu'elles transformeront en un jardin sur lequel elles font pousser le champignon symbiote dont elles se nourrissent. Ce jardin ressemble à une éponge. Le mycélium forme un feutrage d'un blanc sale. © M. Poulsen et J.-J. Boomsma

Les parois des cavités sont tapissées d'une substance duveteuse ressemblant à de la moisissure. Ce sont les filaments mycéliens ou hyphes du champignon c'est-à-dire la partie végétative d'un champignon, supérieure à chapeau, plus exactement une lépiote. Mais l'élément reproducteur, c'est-à-dire le chapeau porteur des spores, ne se développe jamais dans un jardin en bonne santé. En revanche, le mycète produit des fructifications destinées aux fourmis. Les hyphes s'allongent et développent des renflements de 0,5 mm de diamètre appelés choux-raves en raison de leur vague ressemblance avec ce légume.



Le champignon symbiote des fourmis champignonnistes produit des fructifications gorgées de sucres simples et de lipides. Ces « choux-raves » sont produits uniquement pour alimenter les fourmis. © J. Wüest

La culture des champignons par les fourmis jardinières

Ce sont les fourmis les plus petites de la société, des jardinières, 250 fois moins lourdes que les soldats, qui ont en charge la culture du champignon. Leurs pratiques culturales sont très semblables à celles de l'Homme. Elles arrachent à la partie inférieure du jardin des touffes de mycélium qu'elles implantent à la partie supérieure qui vient de recevoir de nouveaux fragments végétaux. En même temps, elles enrichissent la partie neuve du jardin de gouttes fécales assimilables à un apport d'engrais. Mais ces gouttes fécales sont aussi riches en enzymes capables d'hydrolyser les polysaccharides végétaux. Ces enzymes proviennent du champignon. En consommant du champignon, les ouvrières absorbent les enzymes du mycète, qui après avoir traversé leur tube digestif, se retrouvent dans le rectum. Les fourmis se comportent ainsi comme un convoyeur d'enzymes.



Le nid de cette champignoniste de la savane argentine est parvenu à maturité. La coupole formée par la terre excavée mesure 6 m de diamètre et représente un volume d'environ 16 m³. La coupole est percée de 169 ouvertures. Certaines sont simplement destinées au passage des millions d'ouvrières qui aménagent les chambres souterraines dans lesquelles se pratique la culture d'un champignon symbiotique. D'autres sont surmontées de cheminées d'un vingtaine de cm de haut destinées à assurer la ventilation du nid. L'air frais pénètre par les ouvertures les plus basses alors que l'air chaud sort par les cheminées du haut. © C. Kleineidam

Au total, le matériel végétal sera soumis à la dégradation de ses polysaccharides grâce à l'action des enzymes du champignon, soit directement, soit indirectement quand elles transitent par le tube digestif des ouvrières. Ce sont essentiellement les xylanes et l'amidon qui sont dégradés, la cellulose restant à peu près intacte. Les carbohydrates issus de la dégradation, donc des sucres simples, se concentrent dans les choux-raves ainsi que des lipides. Les hyphes sont elles riches en protéines. Il ne reste plus aux ouvrières qu'à consommer les choux-raves et les hyphes pour trouver tout ce qui est nécessaire à leur métabolisme. Si les ouvrières du service extérieur consomment aussi de la sève obtenue en découpant les feuilles, les larves sont nourries exclusivement avec les productions du champignon.

Le maintien en bon état sanitaire de la culture mycélienne fait apparaître des adaptations remarquables. La chaleur et l'humidité qui règnent dans les chambres de culture favorisent la prolifération de pathogènes : bactéries et moisissures parasites sont des ennemis mortels du champignon symbiotique. Les fourmis savent lutter très simplement. Avec leurs mandibules, elles arrachent et rejettent les fragments de jardins contaminés. Exactement comme le jardinier arrache les mauvaises herbes. Elles utilisent aussi des produits phytosanitaires. Leurs glandes métopleurales sécrètent des substances antibiotiques qui éliminent les bactéries pathogènes. L'adaptation la plus remarquable concerne la lutte contre un champignon parasite qui détruit le champignon symbiote. Les fourmis chargées de la culture mycélienne ont noué au cours de l'évolution une association mutualiste avec une bactérie filamenteuse. Cette bactérie est logée dans des cryptes nourricières qui s'ouvrent dans la cuticule des fourmis.



Fourmis champignonnistes. Vue d'un fragment de jardin à champignon recouvert du feutrage mycélien blanc. L'ouvrière est recouverte d'une bactérie filamenteuse qu'elle élève afin de produire un antifongique qui protège le champignon symbiote. © B. Baer

Voisine des *Streptomyces* productrices de la célèbre streptomycine, la bactérie filamenteuse des champignonnistes produit un antifongique puissant qui vient à bout du champignon parasite.

Conclusion sur les fourmis champignonnistes et leurs cultures

Ainsi, la fourmi champignonniste est une véritable agricultrice : elle fabrique le terreau nécessaire, l'ensemence, apporte des engrais, désherbe, applique des produits phytosanitaires et récolte. Cette activité nécessite un mutualisme complexe. Les bénéfices pour la fourmi sont d'ordre alimentaire comme on vient de le voir. Ils sont évidents aussi pour le champignon. Il pousse dans un microclimat souterrain qui lui apporte chaleur et humidité. Ce milieu le protège d'organismes mycétophages. La « trousse à pharmacie » des fourmis le protège des maladies et des parasites. Il n'a nullement besoin de s'épuiser à produire des éléments reproducteurs (le chapeau). La fourmi se charge de le multiplier et de le disséminer. Lors du vol nuptial, la reine fondatrice emporte un fragment de mycélium qu'elle entretient soigneusement lors de la fondation. La relation symbiotique mutualiste se retrouve dans le couple fourmi-bactérie filamenteuse. Cette dernière donne des antifongiques à la fourmi qui en retour la nourrit et assure sa multiplication. En même temps qu'un fragment de mycélium, la reine fondatrice emporte aussi quelques filaments bactériens assurant ainsi leur propagation.

Page 13/17 - Les arbres à fourmis

Les relations étroites que les fourmis entretiennent avec des pucerons, des cochenilles ou des champignons, mettent en jeu un mutualisme souvent sophistiqué. Il ne l'est pas moins quand le partenaire est un arbre. Il existe en effet, dans les régions tropicales, des arbres à fourmis ou myrmécophytes qui ne peuvent vivre sans leur hôte à six pattes. Quels bénéfices chaque partenaire tire-t-il de la présence de l'autre ?



Association fourmis - arbre à fourmis. Ce *Cecropia* d'Amérique tropicale possède des tiges creuses. Il suffit à la fourmi associée de ronger la moelle qui occupe le centre de la tige pour trouver un logement à sa convenance. © A. Wild

Arbres à fourmis : des logements sûrs

Les *Cecropia* en Amérique tropicale et les *Macaranga* dans l'Asie du Sud-Est possèdent des tiges creuses qui constituent des logements sûrs pour peu que l'on enlève la moelle centrale et que l'on perce des trous de sortie.

Chez des acacias, ce sont les épines qui sont évidées par les fourmis associées et constituent un logement confortable. Un petit problème peut surgir quand les fortes pluies tropicales inondent les chambres. Les ouvrières doivent écoper leur demeure. Elles boivent l'eau en excès, sortent sur la tige et dressant leur abdomen à la verticale, expulsent la gouttelette par l'anus. Ce travail de pompage exige environ 3.000 vidanges avant que les fourmis aient à nouveau leurs pattes au sec.

Arbres à fourmis : des sources alimentaires

Les fourmis logées, il convient de les nourrir. Les arbres à fourmis produisent des nectaires extrafloraux sans rapport avec la pollinisation, c'est-à-dire avec les glandes à nectar logées dans les fleurs. Les nectaires extrafloraux sont riches en divers sucres qui font le régal des fourmis. Les myrmécophytes produisent aussi des corps nourriciers. Sur les acacias, ils forment des petits chapelets jaunes ou orange situés à la base des folioles basales.



Association fourmis - arbre à fourmis. Cet acacia produit des corps nourriciers jaunes pour nourrir ses fourmis associées. © A. Wild

Ils sont riches en protéines et en lipides. Nectaires extrafloraux et corps nourriciers sont produits spécialement par l'arbre pour nourrir ses fourmis associées. Si l'on détruit expérimentalement les fourmilières, l'arbre cesse de les produire car il n'a plus aucun intérêt à dépenser l'énergie nécessaire à leur formation.



***Pseudomyrmex* sp. © Dreed41 / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)**

La contrepartie des fourmis

Les fourmis qui trouvent ainsi le gîte et le couvert, doivent une contrepartie. Elle se manifestera sous la forme d'une protection de l'arbre contre les mangeurs de feuilles. Les *Pseudomyrmex* qui logent dans les épines creuses des acacias sont des fourmis redoutables. Elles sont munies d'un aiguillon dangereux. Dès qu'un insecte se pose sur une

feuille, elles se précipitent en masse et mettent le phytophage en fuite. Au besoin elles l'attaquent à coups d'aiguillon. Le phytophage apportera des protéines aux fourmis peut-être un peu lassés de manger toujours sucré. Au besoin, c'est l'arbre qui alertera ses associés. Quand un *Macaranga* est rongé par un insecte, la feuille blessée émet une substance qui mime la phéromone d'alarme des fourmis. Ces dernières sortent en masse et attaquent l'intrus.

La contribution des fourmis à l'association peut prendre une forme surprenante. *Tococa occidentalis* est un arbuste de la forêt amazonienne avide de lumière. Il s'installe donc dans les clairières avec sa fourmi mutualiste. La symbiose prend une forme classique avec fourniture du gîte et du couvert par la plante et défense contre les ravageurs pour la fourmi. Mais ces dernières font encore mieux. Lorsque des plantes poussent trop près de leur arbre au risque de lui faire de l'ombre, elles descendent de leur myrmécophyte, se dirigent vers les plantes intruses et les mordent au niveau des faisceaux de nervures. Puis se retournant elles arrosent d'acide formique la blessure. Le poison ayant des vertus herbicides, les plantes envahissantes ne tardent pas à dépérir. Grâce aux fourmis, une aire circulaire vide de végétation est établie autour de l'arbre-support qui bénéficie à nouveau du soleil. Ce corridor a tellement intrigué les autochtones qu'ils l'ont baptisé « jardin du diable ».

Page 14/17 - Les fourmis esclavagistes : la fourmi amazone

Que les fourmis pratiquent la chasse, la cueillette, qu'elles pratiquent ou non une symbiose mutualiste, elles sont dans l'obligation de trouver et ramener de la nourriture. Un travail évidemment harassant, coûteux en énergie et dangereux. Il existe une manière de contourner l'obstacle. C'est de faire accomplir ces tâches par autrui. Cette pratique est bien connue de l'espèce humaine : c'est l'esclavagisme.



***Polyergus rufescens* Latr, fourmi esclavagiste. © Thomasz Kucza / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)**

L'esclavagisme a été pratiqué dans l'Antiquité égyptienne ou gréco-romaine et plus tard par le monde arabe et occidental. Réapparaissant de-ci de-là au gré des soubresauts historiques, cette pratique est condamnée par la morale. Les fourmis n'ont point la notion du bien et du mal. Elles sont animées par un seul but imposé par l'évolution : reproduire et disséminer les gènes dont elles sont porteuses. Dès lors, l'esclavagisme est un trait de vie parmi d'autres.

La fourmi amazone, fourmi esclavagiste

Il a été adopté par des espèces qui au cours de l'évolution ont perdu la capacité à élever leurs larves et à rechercher leur nourriture. La fourmi amazone *Polyergus rufescens*, partout présente sous nos climats, constitue un bon exemple. Tout commence quand les ouvrières de la fourmi amazone sortent en masse de leur nid et se dirigent vers une cible repérée au préalable par des ouvrières « éclaireuses ». La cible est habituellement constituée par les placides ouvrières d'une espèce du groupe *Formica fusca*. La colonne des amazones entreprend un raid de pillage. Parvenues aux environs du nid cible, quelques amazones en dégagent l'entrée permettant au gros de la troupe de s'engouffrer sous terre. Les pilleuses ressortent quelques minutes plus tard en portant serré entre leurs mandibules un cocon de *Formica*. Le charroi est facilité par la forme des mandibules de l'esclavagiste : elles sont effilées et courbées à la manière d'un sabre ottoman.



L'ouvrière de cette fourmi esclavagiste possède des mandibules qui sont des armes redoutables mais sont aussi capables de transporter délicatement les cocons de l'espèce pillée. © A. Wild

Si elles sont adaptées au transport d'un objet cylindrique, le cocon, elles sont aussi des armes remarquables. Elles percent avec facilité la tête des ouvrières *fusca* qui voudraient s'opposer à leur intrusion. D'ailleurs les *fusca* se débloquent très vite car les amazones disposent aussi d'une arme chimique : elles émettent une phéromone mandibulaire qui a un double effet. D'une part elle panique les *fusca* qui refluent en désordre, d'autre part, elle stimule l'ardeur au combat des amazones.

Les cocons de *fusca* ramenés au nid ne tardent pas à éclore, libérant de jeunes ouvrières *fusca*. Nées dans un milieu inconnu, ces ouvrières se familiariseront avec leur nouvel environnement. Elles vont donc dérouler leur programme comportemental normalement en soignant d'abord les larves et la reine des amazones comme si c'étaient des larves et une reine de leur propre espèce. Plus tard, elles sortiront du nid pour chercher et ramener de la nourriture.

La fourmilière des amazones est donc mixte ; la reine de *Polyergus* trône au milieu d'une cour formée d'ouvrières esclavagistes d'une couleur rouge-orange et d'ouvrières esclaves gris cendré.



Le nid mixte des fourmis esclavagistes (couleur rouge-orange) et esclaves (couleur grise). © A. Wild

Tout pourrait aller pour le mieux, si les ouvrières esclaves n'avaient pas une durée de vie limitée. Comme il n'y a pas de reine *Formica fusca* dans le nid de l'esclavagiste, le renouvellement des ouvrières esclaves n'est pas assuré. Lorsque le nombre d'ouvrières esclaves baisse dangereusement, les amazones effectuent un nouveau raid de pillage en évitant de se focaliser sur le même nid-cible. Elles sont ainsi assurées de trouver de nouvelles esclaves.

Page 15/17 - Fourmis : s'orienter et retrouver son nid

Les fourmis développent deux stratégies d'orientation : la piste chimique à l'aide de phéromones et la mémoire topographique.



Les fourmis du genre *Pachycondyla* ne suivent pas de piste chimique. Elles fourragent individuellement et retrouvent leur nid en mémorisant des repères topographiques. © J. Orivel

La piste chimique

Nombreuses sont les espèces qui au cours de leurs sorties de chasse ou de cueillette laissent derrière elles une piste chimique. Le retour au nid n'offre alors aucune difficulté. Il suffit de remonter cette sorte de fil d'Ariane. Cette navigation est parfaite quand la source alimentaire est abondante et stable dans le temps comme le sont les colonies de pucerons ou les concentrations de cochenilles. Les fourmis des bois sont des adeptes de ce comportement à condition bien sûr de renforcer la piste par des dépôts réguliers de phéromone. L'hiver venu, la piste chimique disparaît.

La mémoire topographique

Pourtant au printemps, les premières ouvrières qui sortent du nid se rendent directement à l'arbre exploité l'année précédente. C'est que ces ouvrières mettent en jeu un autre comportement. Elles ont mémorisé l'environnement physique de leur nid ce qui leur permet de retrouver l'arbre et ses pucerons. Elles pourront alors basculer d'un processus à l'autre : bien vite, la mémoire topographique cèdera la place au dépôt d'une piste chimique indispensable pour les jeunes ouvrières qui n'ont pas eu l'occasion de mémoriser les lieux.

La fourmi-cadavre et le repérage

Lorsque la nourriture est dispersée de manière aléatoire, la recherche individuelle s'avère plus performante. C'est le cas pour de nombreuses espèces qui chassent des proies vivantes ou mortes. La fourmi-cadavre *Pachycondyla clavata*, ainsi appelée à cause de son odeur écœurante, est spécialisée dans la capture des termites africains qui forment des colonnes erratiques dans la forêt équatoriale. Le hasard présidant la rencontre du chasseur et du chassé, la quête individuelle est plus efficace. La fourmi-cadavre apprend alors des repères topographiques pour retrouver son nid. Elle utilise pour cela l'image de la canopée, c'est-à-dire l'assemblage des branches hautes.

La fourmi du désert

Reste le cas des fourmis qui vivent dans des lieux désertiques ou semi-désertiques. Les ressources alimentaires y sont dispersées (cadavres d'insectes morts souvent de dessiccation) et les repères topographiques trop rares pour être utilisés. C'est le problème auquel sont confrontées les fourmis du désert *Cataglyphis bicolor*.

Lorsqu'une chasserresse sort du nid, elle effectue de nombreux crochets, allant d'un côté à l'autre, revenant sur ses pas, manifestement à la recherche d'une proie d'une manière aléatoire. Elle peut parcourir 600 m en une vingtaine de minutes. La proie trouvée, l'ouvrière se dirige en ligne droite vers son nid qu'elle atteint en 5 ou 6 minutes. Privée de repères terrestres, l'ouvrière n'a pu se guider que sur des repères astronomiques dont le plus visible est le soleil. En d'autres termes, la fourmi des déserts est capable de tenir un cap, c'est-à-dire de se déplacer en maintenant un angle constant avec le repère céleste. C'est le principe de la navigation à la boussole. La chasse étant assez longue, on a même pu démontrer que l'ouvrière tient compte du déplacement apparent du soleil au cours de la journée. Elle décalera son trajet retour de quelques degrés apparemment parcourus par le soleil lors du long trajet aller.

Page 16/17 - Conclusion sur les fourmis

Il y aurait encore beaucoup à dire sur la biologie et le comportement des fourmis tant sont nombreuses les solutions que l'évolution a apportées à des problèmes précis.



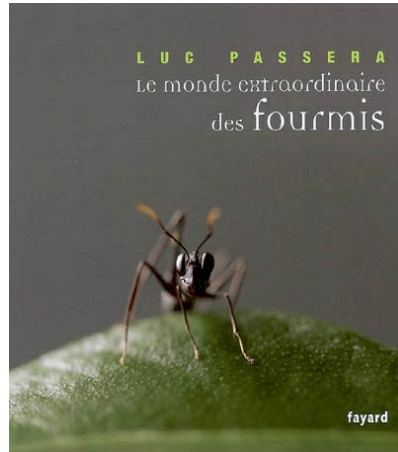
La société des fourmis est étonnante. Ici, *Pseudomyrmex ferruginea*. © Ryan Somma / Flickr - Licence Creative Common (by-nc-sa 2.0)

Le cadre de cette « carte blanche » est trop étroit pour évoquer l'histoire des fourmis parasites, celle des fourmis envahissantes inquiétantes pour le devenir de la biodiversité, l'utilisation de l'outil pratiquée par d'autres pour dominer les espèces concurrentes ou capturer de nouvelles proies, les luttes guerrières pour monopoliser de nouveaux territoires, les ruses chimiques utilisées par de nombreux arthropodes pour s'introduire au cœur des fourmilières. Et la liste de mœurs étonnantes s'allongera au fur et à mesure que l'on découvrira de nouvelles espèces. Si elles sont aujourd'hui inconnues, c'est qu'elles vivent dans des lieux insolites, ou difficiles d'accès. Pour y survivre l'évolution les a sûrement dotées d'armes ou de comportements inédits dont le décryptage passionnera les futures générations de myrmécologues.

Pour conclure, il convient d'attirer l'attention sur le rôle de la reine dans la société de fourmis. On a longtemps pensé qu'elle était le donneur d'ordres dans la fourmilière, exactement comme le fait un monarque dans les monarchies absolues. Il n'en est rien. Il n'y a pas de chef chez les fourmis. Les constructions les plus élaborées, les comportements de chasse les plus complexes naissent des interactions entre les individus. C'est la richesse de la communication, avec en particulier l'usage des phéromones, qui est la clé de leurs performances. Les fourmis sont un excellent exemple d'intelligence collective : elles trouvent ensemble des solutions insolubles pour un être seul.

Page 17/17 - En savoir plus sur les fourmis

Pour aller plus loin dans la connaissance des fourmis, découvrez les livres de l'auteur.



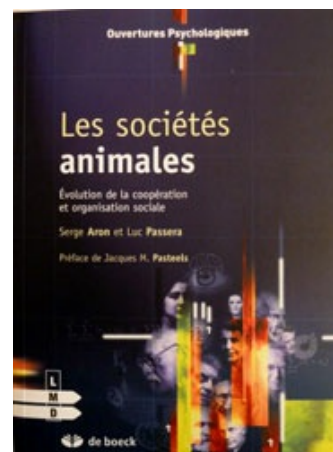
[Cliquer pour acheter le livre](#)



[Cliquez pour acheter le livre](#)



[Cliquez pour acheter le livre](#)



[Cliquez pour acheter le livre](#)



[Cliquez pour acheter le livre](#)



FUTURA - SCIENCES.COM

Le savoir s'invite chez vous