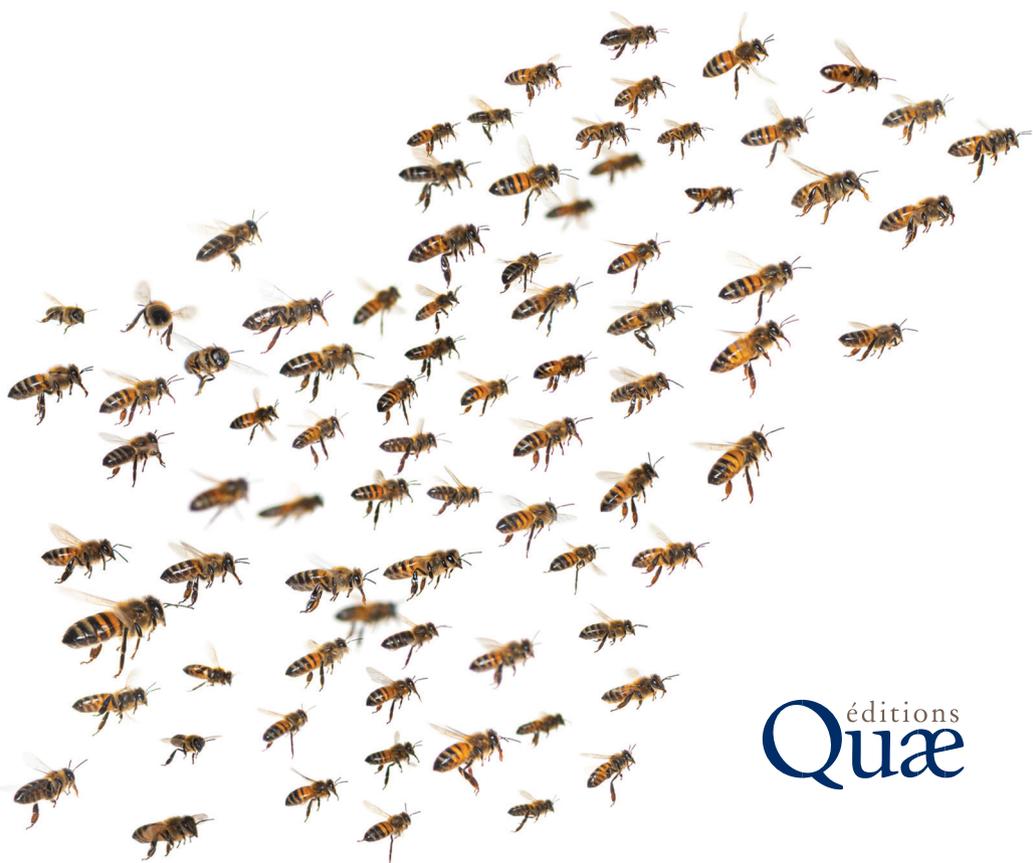


LES INSECTES SOCIAUX

Éric Darrouzet
Bruno Corbara



éditions
Quæ

Les insectes sociaux

Éric Darrouzet
Bruno Corbara

éditions
Quæ

Cet ouvrage reprend en partie le texte de l'ouvrage *Les insectes sociaux* parus dans la collection Carnets de sciences en 2016 aux éditions Quæ.

© Éditions Quæ, 2024.

ISBN (papier) : 978-2-7592-3904-7

ISBN (PDF) : 978-2-7592-3905-4

ISBN (ePub) : 978-2-7592-3906-1

Éditions Quæ

RD 10, 78026 Versailles cedex

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Sommaire

La socialité dans le monde des insectes	7
Ce qu'est la socialité chez une espèce animale.....	8
Le fonctionnement des sociétés d'insectes.....	11
Des traces fossiles des sociétés passées.....	16
Organisation sociale et origine des sociétés	19
Reproduction et organisation sociale.....	20
La création de colonies.....	27
La division du travail chez les non-reproducteurs.....	30
L'altruisme et l'évolution des comportements sociaux.....	34
La communication	37
Communiquer est risqué!.....	38
La communication « corporelle ».....	39
Un langage par l'odeur.....	42
La coopération	49
Des Lego® vivants.....	50
Coopération et approvisionnement alimentaire.....	52
Coopération et capture de proies.....	54
Coopération et défense de la société.....	57
Choix du site de nidification.....	58
Coopération et construction.....	60
Des modèles d'intelligence collective.....	64
De remarquables architectes et ingénieurs	69
Des matériaux de construction très divers.....	70
Des nids pour se protéger des aléas climatiques.....	73
Des nids pour se protéger des prédateurs et parasites.....	79
Des ingénieurs de l'écosystème.....	83

Interactions avec les micro-organismes et les plantes	85
Interactions avec les champignons et les micro-organismes.....	86
Interactions avec les plantes.....	90
Interactions avec les animaux	101
Interactions avec les arthropodes non sociaux.....	102
Interactions entre insectes sociaux.....	104
Interactions entre fourmis.....	106
Des fourmis qui cohabitent.....	108
Interactions avec les vertébrés.....	111
Les insectes sociaux et l'homme	115
Hommes et abeilles, 10 000 ans de cohabitation.....	116
L'entomophagie.....	118
Les insectes dans la médecine traditionnelle.....	120
Des sources d'inspiration pour nous.....	123
Les termites, de véritables fléaux pour l'agriculture et les constructions.....	126
La piqûre détournée.....	126

Cet ouvrage rédigé à quatre mains est le fruit d'un labeur ayant nécessité, à l'instar des tâches réalisées par les insectes sociaux, coopération et division du travail. Les contributions respectives des deux « ouvriers » impliqués se distribuent comme suit : « La socialité dans le monde des insectes » (ED), « Organisation sociale et origine des sociétés » (BC), « La communication » (ED), « La coopération » (BC), « De remarquables architectes et ingénieurs » (BC & ED), « Interactions avec les micro-organismes et les plantes » (BC), « Interactions avec les animaux » (BC), « Les insectes sociaux et l'homme » (ED).

Avant-propos

Il existe de nombreux ouvrages sur les abeilles, les papillons, les coléoptères, les fourmis... En revanche, les organisations sociales que l'on rencontre chez les insectes n'ont guère été présentées dans la littérature pour le grand public. Sous la forme d'une synthèse très accessible, ce livre vous propose de partir à la découverte du monde multiforme et étonnant des insectes sociaux.

Le qualificatif « sociaux » n'est pas surfait, car ces insectes vivent dans des sociétés, certes très différentes de la nôtre, où des interactions ayant une finalité cohésive et communautaire s'opèrent entre les membres. Ils ont colonisé des milieux très divers du globe, devant sans doute à cette vie en société leur remarquable succès dans les écosystèmes terrestres. Ainsi, dans certaines forêts d'Amérique tropicale, la biomasse des fourmis et des termites dépasse celle, cumulée, de tous les autres animaux; sur le même continent, les fourmis champignonnistes consomment plus de feuilles que tous les autres herbivores réunis; quant aux abeilles mellifères, leur rôle fondamental dans la pollinisation de nombreuses plantes à fleurs n'est plus à démontrer.

Capables de modifier leur environnement, tous ces insectes sociaux communiquent entre eux et prennent soin de leur descendance. Certains ont inventé des formes d'agriculture et d'élevage bien avant l'apparition de l'homme sur Terre.

Parmi leurs espèces, nombreuses sont celles qui partagent des caractéristiques communes, d'autres ont des spécificités inattendues. Comment se construit une fourmilière, un nid de guêpes ou une termitière de structure et de taille si spectaculaires qu'on la dénomme « termitière cathédrale »? Comment ces insectes vivent-ils ensemble dans leurs sociétés? On parle souvent de véritable coopération et d'altruisme. Quelles relations entretiennent-ils avec les autres espèces vivantes, micro-organismes, champignons, plantes, autres animaux? Quelles sont celles que l'homme, au cours de son histoire, a établies avec eux? Enfin, que peut apporter leur étude à nos propres sociétés? Ce livre en indique quelques pistes, mais les insectes sociaux sont loin d'avoir révélé toutes leurs énigmes...

La socialité dans le monde des insectes



Chenilles grégaires de Malacosoma neustria (Lépidoptères) vivant dans un nid de soie tissé.

L'apparition et l'évolution de la socialité au sein du règne animal intriguent depuis bien longtemps les biologistes. En effet, le passage d'une vie solitaire à une vie sociale avec d'autres individus est considéré comme l'une des transitions majeures dans l'histoire de la vie sur Terre, au même titre que l'apparition du code génétique (inscrit au cœur de l'ADN) ou de la reproduction sexuée. Actuellement, les espèces dites sociales ont atteint divers degrés de spécialisation et de complexité. Parmi celles-ci se distinguent tout particulièrement l'espèce humaine, mais aussi les autres grands primates, de petits mammifères comme les rats-taupes, et même des crevettes!

Par ailleurs, il existe un autre grand groupe d'espèces qui vivent en sociétés, souvent fort complexes, et dont les individus ne peuvent pas vivre isolément. Ignorées et mal connues pour certaines, ou *a contrario* très proches de l'homme à l'instar de l'abeille mellifère, ces espèces sont parfois inquiétantes et souvent mal aimées : il s'agit des insectes sociaux.

Ce qu'est la socialité chez une espèce animale

Des degrés de socialité bien différents

Toute espèce vivant en groupe est-elle une espèce sociale? La réponse est non. En effet, un rassemblement de plusieurs individus de la même espèce n'est pas forcément lié à une vie en société. Par exemple, la présence de nombreuses huîtres ou moules accrochées sur un même rocher est la conséquence non pas d'une vie en société, mais de la recherche par chaque individu d'un environnement adéquat à sa survie et à son développement (présence de ressources nutritives, d'un support pour se fixer et résister aux mouvements des vagues, etc.).

Au cours de l'évolution, la transition entre une forme de vie solitaire et une forme de vie sociale complexe a nécessité différentes étapes de socialité qui se caractérisent par des comportements sociaux de plus en plus complexes. Des paramètres tels que l'attraction entre individus, l'existence de comportements dits parentaux, la coopération entre adultes pour le soin aux jeunes, la spécialisation des tâches et enfin l'existence d'individus spécialisés dans la reproduction permettent de répartir les espèces vivantes selon leur degré de socialité. Six stades de socialité peuvent être ainsi définis : solitaire, grégaire, subsocial, colonial, communal et eusocial.

- En bas de l'échelle de la socialité se trouvent les animaux dits solitaires. Chaque individu vit seul sans s'occuper de ses congénères, hormis lors de la

recherche d'un partenaire sexuel pour la reproduction chez les adultes. En général, après avoir copulé, les deux partenaires se quittent. Dans certaines occasions, de tels animaux se retrouvent en nombre, sans pour autant interagir les uns avec les autres, par exemple pour chercher de la nourriture ou pour s'abreuver. Seule une ressource environnementale les a attirés.

- Dans le cas des animaux grégaires, stade suivant sur l'échelle de la socialité, des individus de la même espèce peuvent se rassembler à certains moments de leur vie. Cette concentration est liée à des phénomènes d'attraction réciproque. L'environnement n'intervient pas. Les individus eux-mêmes en sont à l'origine, en produisant des phéromones. Ces molécules sont volatiles, c'est-à-dire qu'une fois produites elles sont transportées à distance par voie aérienne. Elles sont ensuite perçues par d'autres individus de la même espèce qui, en réponse, changent de comportement et se rassemblent. Les blattes qui se regroupent dans un abri en constituent l'exemple type.

- L'étape supérieure est le stade subsocial. À la différence des animaux précédents, les adultes reproducteurs présentent des comportements parentaux. Ils investissent du temps et de l'énergie pour s'occuper des jeunes en développement. Ces comportements permettent d'accroître la survie de leur descendance, comme chez les oiseaux, qui couvent leurs œufs et s'occupent ensuite des oisillons.

- Au-dessus du stade subsocial se trouve le stade colonial. Dans ce cadre, les individus se rassemblent sur un site de nidification commun. Les parents s'occupent de leur progéniture en ignorant celle de leurs voisins.

- Chez certaines espèces, les individus peuvent s'occuper non seulement de leur descendance, mais aussi de celle d'autres congénères. On parle cette fois de stade communal. Une coopération des femelles pour le soin aux jeunes se met en place, sans spécialisation des tâches.

- Enfin, le stade ultime de la socialité est représenté par les animaux dits eusociaux – les biologistes parlent de « vraie socialité » ou d'« eusocialité ».

L'eusocialité, le stade ultime de la socialité

Les animaux dits eusociaux sont caractérisés par trois critères bien précis. Tout d'abord par la division du travail, avec en particulier l'existence d'un nombre réduit d'individus (parfois un seul!) assurant la reproduction. Le deuxième critère est l'entraide, la coopération entre les individus pour s'occuper des jeunes. Le dernier critère est le chevauchement de plusieurs générations au sein du groupe.

Par simplification de langage et conformément à l'usage, nous appellerons désormais « insectes sociaux » les insectes qui correspondent à ces critères.

Chez ces insectes, au sein de la colonie, il y a entre les individus une coopération qui se caractérise par une répartition des tâches. Une caste de « reproducteurs » assume la reproduction, c'est-à-dire de la production de l'ensemble des individus constituant la colonie, alors qu'une caste dite de non-reproducteurs se charge d'élever la descendance des premiers. Ces non-reproducteurs ont « sacrifié » leur production de descendants pour s'occuper de ceux qui leur sont génétiquement proches (leurs frères et sœurs). On parle même de comportement altruiste.

L'existence de ce comportement altruiste explique aussi différents degrés de l'eusocialité. On parle d'espèces dites « primitivement eusociales » comparativement à d'autres, présentées comme « hautement eusociales ». En effet, cette perte de la capacité reproductive des individus non reproducteurs n'est pas forcément définitive chez les espèces primitivement eusociales. Car les non-reproducteurs possèdent les organes dévolus à la reproduction, même s'ils ne sont pas fonctionnels. Ils ont conservé toutes leurs potentialités de se reproduire, mais elles sont mises en sommeil. Si les reproducteurs étaient amenés à disparaître, des individus non reproducteurs pourraient se mettre à se reproduire et, dans certaines conditions, assurer la survie de la colonie. Par contre, dans le cas des animaux hautement eusociaux, les non-reproducteurs présentant une atrophie partielle ou totale de leurs organes reproducteurs ne pourront pas assurer la reproduction en cas de problème.

La caste des non-reproducteurs est majoritairement constituée d'ouvriers et/ou d'ouvrières. Ces individus assument des travaux généraux comme la recherche de nourriture, les soins prodigués aux jeunes, la collecte de divers matériaux pour élaborer le nid, etc. Chez certaines espèces d'abeilles et de guêpes, les ouvrières se chargent également de la défense de la colonie si le besoin s'en fait sentir, alors que parmi d'autres espèces, comme les termites, les ouvriers peuvent muer et se spécialiser en soldats en acquérant des modifications morphologiques adaptées à la défense de la colonie (mandibules de grande taille, etc.).

Enfin, le troisième paramètre de l'eusocialité est la coexistence de plusieurs générations à un instant donné au sein de la colonie. Les descendants vont aider leurs parents pendant au moins une partie de leur vie.

Qui sont les insectes sociaux ?

Il faut noter que seules quelques milliers d'espèces d'insectes sont sociales parmi les centaines de milliers d'espèces décrites à ce jour. Cette eusocialité

ne concerne que certains Dictyoptères (les termites) et Hyménoptères (les abeilles, les fourmis, les guêpes). En effet, dans un même ordre de la classification animale, toutes les espèces ne sont pas forcément sociales. Par exemple, chez les Hyménoptères, toutes les fourmis vivent en sociétés plus ou moins complexes, alors qu'il existe des guêpes et des abeilles dites solitaires. Ces dernières vivent seules et n'établissent pas de sociétés composées de nombreux individus. Toutefois, à la différence des Hyménoptères, tous les termites sont des insectes sociaux.

Pourquoi n'existe-t-il pas de termites solitaires ?

Chez les Hyménoptères, il existe des abeilles et des guêpes solitaires. Pourquoi n'y a-t-il pas de termites solitaires ? Cette socialité « obligatoire » pourrait s'expliquer en partie par leur alimentation à base de cellulose. La cellulose, constituant majeur des végétaux est, de ce fait, la molécule organique la plus abondante sur Terre. Il s'agit d'un polymère formé d'un enchaînement complexe de molécules de glucose (sucre simple). Le glucose, facilement absorbable au niveau de l'intestin, est un substrat énergétique directement utilisable par les cellules. Les molécules de glucose constitutives d'une molécule de cellulose sont reliées par de fortes liaisons chimiques.

Pour digérer la cellulose, c'est-à-dire casser ces liaisons et libérer les monomères de glucose, un organisme vivant a besoin d'enzymes spécifiques. Les termites ne disposent pas d'un système enzymatique assez performant. Ils font appel à des organismes avec lesquels ils vivent en symbiose (bactéries, flagellés et/ou champignons). Ces derniers réalisent cette digestion à leur place. Les molécules de glucose libérées par ces symbiotes sont ensuite digérées par les termites. Ces organismes symbiotes sont donc nécessaires aux termites. Ils sont transmis entre termites de génération en génération, une transmission grandement facilitée par la vie en société.

Le fonctionnement des sociétés d'insectes

Seul le groupe compte !

Les insectes sociaux sont présents depuis le temps des dinosaures, et ils ont persisté jusqu'à nos jours. Le fait d'avoir traversé les âges montre une véritable réussite évolutive. Elle est en grande partie liée au comportement coopératif des individus de la colonie. Quand une tâche doit être faite (construire et agrandir le nid, aller chercher des matériaux de construction, chasser des proies pour assurer la subsistance de la colonie et en particulier des nombreuses larves en développement, s'occuper des reproducteurs,

les nourrir, etc.), chaque individu peut assumer une fonction en coordination avec ses frères et sœurs pour assurer la réalisation de celle-ci. L'activité des ouvriers est caractérisée par leur capacité à changer de tâche selon les besoins de la communauté.

Tous les ouvriers réalisent diverses activités de manière collective, et cela en totale coopération. Il est difficile à un humain de comprendre la réalisation de ces activités sans l'intervention de chefs, de maîtres d'œuvre ou de contremaîtres, c'est-à-dire sans ordres donnés par des individus qui se chargent de la coordination de chacun. Les scientifiques parlent d'un phénomène d'auto-organisation. Chaque individu de la colonie participe à une action particulière de son propre chef. En fait, chacun participe à une action collective en fonction de son degré de sensibilité à celle-ci. Une action est comme un stimulus qui recrute des insectes pour l'accomplir. Prenons l'exemple du nid. Au début, celui-ci est de petite taille et constitue de ce fait un stimulus assez faible. Certains insectes vont être sensibles à ce stimulus et vont donc participer à la construction. D'autres insectes n'y seront pas sensibles et soit collaboreront à d'autres tâches, soit resteront en attente d'être recrutés. Le nid va croître en taille et le stimulus qu'il représente augmenter en intensité. À ce moment, d'autres insectes y deviendront sensibles, et par conséquent participeront à la construction, et ainsi de suite.

En fait, les insectes sont influencés par le stimulus de l'action à entreprendre. Dans les années 1950, le terme « stigmergie » a été proposé pour expliquer ce phénomène d'auto-organisation où la construction influence les insectes. Ainsi, sans avoir besoin d'un chef, toutes les actions individuelles de chaque individu de la colonie forment un ensemble cohérent. On parle d'ailleurs d'intelligence collective et même de « superorganisme » au sujet des colonies.

La capacité de chaque insecte à participer à la défense du groupe, parfois au détriment de sa propre survie, représente un autre facteur important caractérisant une colonie d'insectes sociaux. L'exemple le plus classique est la défense d'une colonie d'abeilles contre un intrus. L'attaque d'une abeille entraîne son suicide. En effet, lors de la piqûre, l'abeille ne pourra pas retirer son dard de l'épiderme de sa victime. À cause de sa forme en harpon, elle le laisse en place avec la glande à venin. L'abeille perd donc une partie de ses organes, ce qui entraîne rapidement sa mort.

Ce type de comportement suicidaire existe aussi chez certaines espèces de termites. Certains termites particuliers, appartenant à la caste des soldats, font, en contractant leurs muscles abdominaux, monter la pression au sein

de leur abdomen jusqu'à entraîner son explosion. Ils font cela à proximité d'agresseurs, comme des fourmis, pour les asperger du contenu agressif d'une glande abdominale. Le produit tue l'agresseur, mais cette action entraîne aussi la mort du défenseur.

Un nid douillet et protecteur

La plupart des insectes sociaux se caractérisent par leur capacité à élaborer des nids, parfois avec une architecture complexe. Ces nids ont pour fonction de défendre l'ensemble des individus de la colonie contre les prédateurs, mais aussi contre des conditions environnementales défavorables. L'élaboration collective d'une telle structure permet de créer un microclimat local favorable au développement des larves et à la survie des adultes, ainsi qu'à la culture, dans des loges dédiées, de champignons chez certaines espèces de fourmis et de termites dites champignonnistes.

Des associations symbiotiques très anciennes

Certains termites (sous-famille des Macrotermitinae) vivent en symbioses avec d'autres organismes pour des bénéfices réciproques. Il s'agit par exemple des termites champignonnistes. Ceux-ci cultivent des champignons symbiotiques (*Termitomyces* sp.) sur une matrice organique, les meules à champignons. Cette culture leur prodigue une ressource nutritive nécessaire à la colonie. Les champignons dégradent les molécules complexes de la matrice végétale (lignine et cellulose) en substances que les termites peuvent utiliser. En échange, les insectes favorisent la reproduction du champignon.

Cette « collaboration » entre termites et champignons se visualise facilement dans le nid par l'existence de la matrice servant à la culture des champignons. Celle-ci a la forme d'une éponge, constituée de fragments de végétaux sur lesquels poussent les champignons. Cette association symbiotique remonte à des temps très reculés. En effet, on a retrouvé des fossiles de nids dont certaines loges renfermaient des structures strictement comparables aux meules à champignons actuelles. Ces nids, retrouvés dans le désert du Tchad, remontent à sept millions d'années.

Les abeilles élaborent collectivement un nid sous la forme de galettes verticales portant sur les deux faces des alvéoles disposées horizontalement. Ces dernières reçoivent les œufs pondus par la reine ou servent à stocker de la nourriture sous forme de miel et de pollen. Cependant, cette structure est ouverte aux quatre vents, ce qui complique grandement le maintien d'une température optimale pour le développement des larves. Pour contrôler la

température au sein du nid, quand la température extérieure se refroidit, les ouvrières se massent sur les galettes et font monter localement la température en battant des ailes. Ce travail musculaire dégage de la chaleur.

Les guêpes et les frelons d'Europe construisent pour leur part des nids légèrement plus complexes. Ils élaborent des galettes disposées horizontalement, les unes accrochées aux autres par des piliers, portant sur la face inférieure les alvéoles ouvertes vers le bas. Le tout est enfermé dans une enveloppe constituée de plusieurs feuillets alternant avec des couches d'air. Finalement, l'être humain n'a pas inventé grand-chose en termes d'isolation !

Les fourmis et les termites élaborent des nids avec des structures internes diverses et complexes. Dans de tels nids, la surface extérieure peut monter à 60°C sous un soleil d'été, alors que l'intérieur de la structure reste à 25-30°C. Dans la journée, quand le soleil tape sur la structure et fait monter la température dans le nid, les ouvrières créent des trous d'aération et régulent la température grâce à un système de climatisation extrêmement efficace. Les ouvrières contrôlent les mouvements de l'air au sein du nid en ouvrant ou fermant tout un réseau de tunnels.

À côté de ces fantastiques bâtisseurs, certaines espèces investissent peu dans la construction du nid, voire pas du tout, quand le nid n'est utilisé que de manière transitoire. Les fourmis légionnaires, que l'on trouve dans les régions tropicales d'Amérique et d'Afrique, sont dans ce cas, avec des colonies le plus souvent en mouvement et qui restent peu de temps au même endroit. Elles représentent un véritable fléau car elles dévorent tout ce qui se trouve sur leur passage. Chez les fourmis *Eciton burchelli*, la colonie s'arrête régulièrement, environ tous les quinze jours, pour permettre à la reine de pondre. Elle est entourée par de nombreuses ouvrières agrippées les unes aux autres, constituant une boule de 50 cm de diamètre environ. La reine reste protégée plusieurs jours au centre de la boule.

Savoir choisir son site de vie

Les insectes sociaux vivent au sein d'un nid qui leur procure une protection efficace. Toutefois, il est nécessaire que certains individus quittent le nid pour aller chercher des matériaux de construction et de la nourriture. Cela implique un cahier des charges lourd de conséquences. Tout d'abord, le choix du site de nidification est primordial, car il va déterminer les chances de survie de la colonie. Il dépend des ressources de nourriture disponibles à proximité, des phénomènes de compétition avec d'autres

colonies (de la même espèce ou d'autres espèces) pour l'accès et l'utilisation de ces ressources nutritives et enfin des conditions environnementales locales (degré d'ensoleillement, température, polluants...).

Pour vivre vieux, vivons en société!

Les insectes solitaires ont des durées de vie variables, mais en général assez courtes : de quelques jours à quelques semaines. Chez les insectes sociaux, une colonie peut vivre plusieurs années. Par exemple, une colonie de fourmis *Lasius niger* a vécu une trentaine d'années en laboratoire. En Afrique, des colonies de termites du genre *Macrotermes* ont vécu plusieurs dizaines d'années, mais sans que l'on soit vraiment sûr qu'il s'agissait de la même colonie. La reine peut vivre plusieurs années voire des dizaines d'années chez les fourmis et les termites. Dans le cas des guêpes et des frelons, la reine vit en général environ un an. En fait, la durée de vie d'une colonie est liée directement à la durée de vie de la reine. La longévité des autres individus de la colonie est plus courte. Elle dépend de l'appartenance à une caste donnée. Les ouvrières vivent en général entre un mois et demi et deux ans selon l'espèce à laquelle elles appartiennent.

Des sociétés matriarcales

À la différence des colonies de termites (Dictyoptères), celles des Hyménoptères sociaux sont exclusivement constituées de femelles. Les mâles apparaissent à certaines périodes de l'année ou selon certaines conditions. Leur activité, ou leur fonction, est uniquement dédiée à la reproduction. Ils ne participent pas aux tâches de la colonie, qu'ils vont d'ailleurs quitter pour rechercher des partenaires sexuelles issues d'autres colonies.

De ce fait, les colonies d'abeilles, de guêpes, de frelons, de bourdons et de fourmis sont constituées principalement de femelles, qui se chargent de toutes les activités nécessaires à la survie de la colonie. Ces sociétés sont constituées de quelques dizaines à plusieurs milliers d'ouvrières, les individus les plus nombreux au sein de la colonie, et en général d'une reine, qui assure la production des descendants. Néanmoins, certaines espèces de fourmis peuvent former des colonies dites « polygynes » où cohabitent plusieurs reines.

Enfin, il y a les mâles. Chez les Hyménoptères, leur fonction consiste uniquement à féconder les femelles reproductrices. Mais ils ne vivent que quelques semaines. Seuls les mâles termites ont une durée de vie plus longue et des tâches plus variées. À la différence des colonies d'Hyménoptères,

aux sociétés composées de femelles (reine et ouvrières), les colonies de termites sont composées des deux sexes. La reine termite vit avec son mâle reproducteur, et la caste ouvrière est composée de femelles et de mâles.

Des capacités cognitives impressionnantes

Pour collaborer collectivement à l'accomplissement d'une tâche, il est nécessaire que chaque participant échange des informations avec ses frères et sœurs. Pour cela, les insectes sociaux ont des systèmes de communication très élaborés. Par exemple, durant l'évolution, les abeilles mellifères ont développé un système de communication très complexe : « la danse des abeilles ». Par les mouvements que fait une ouvrière rentrée au nid, elle informe ses sœurs qu'elle a trouvé de la nourriture. Elle les informe aussi de la direction et de la distance pour atteindre cette ressource. Les fourmis et les termites ne sont pas en reste. Ils utilisent une grande variété de modes de communication basés sur des informations chimiques, visuelles, tactiles, voire auditives. Une fois qu'une ressource de nourriture a été localisée et que des congénères ont été recrutés pour l'exploiter collectivement, chaque individu doit pouvoir s'orienter spatialement de manière efficace. Pour cela, chacun utilise des repères visuels présents dans son environnement (la lumière polarisée, des objets tels que des arbres...). Ces espèces de fourmis et de termites présentent parfois des aptitudes à l'orientation temporelle qui sont fonction de la ressource exploitée (du nectar produit par des plantes à certains moments précis de la journée, du rythme d'activité des insectes proies, etc.).

Les insectes sociaux font également preuve de capacités d'apprentissage pour le moins étonnantes. Une fourmi d'Amérique tropicale, *Ectatomma ruidum*, et une espèce méditerranéenne, *Cataglyphis cursor*, sont capables d'apprendre en quelques jours à se déplacer en des endroits où elles peuvent collecter de la nourriture à des moments précis de la journée. D'autres espèces de fourmis peuvent reconnaître les odeurs associées à la ressource alimentaire. Ainsi, certaines identifient le stade de développement de la plante sur laquelle des pollinisateurs viennent butiner, ces derniers servant de proies aux fourmis.

Des traces fossiles des sociétés passées

Les restes fossilisés d'un organisme vivant sont en général les parties dures de celui-ci ayant subi un ensemble de réactions chimiques complexes. Ces transformations, qui se sont réalisées dans des conditions

physico-chimiques bien particulières, permettent aux collectionneurs actuels de collecter des coquillages ou des os d'animaux ayant disparu il y a des millions d'années. Dans le cas des insectes, il est assez rare de trouver leurs fossiles conservés dans la pierre. On connaît mieux les insectes conservés dans l'ambre. L'ambre est de la sève d'arbre ayant coulé en emprisonnant des animaux ou des plantes. Elle s'est ensuite solidifiée et transformée durant des milliers d'années. Toutefois, dans des dépôts sédimentaires, il est possible de trouver des fossiles qui ne sont pas des animaux, mais des traces de leurs activités. On parle alors d'ichnofossiles.

Parmi les plus connus, on trouve les traces de pas de dinosaures ; par exemple, dans le Jura, des centaines de traces de divers dinosaures sont visibles dans d'anciennes carrières. Certains ichnofossiles sont des nids d'insectes sociaux pouvant remonter à plus de 200 millions d'années. Les ichnofossiles de nids d'abeilles, de guêpes, de fourmis et de termites, retrouvés de par le monde, ont été élaborés dès la fin du Jurassique et au début du Crétacé. Le problème est de déterminer quelles espèces d'insectes ont construit ces anciens nids, car malheureusement il ne reste aucune trace de leurs anciens habitants. Le seul moyen d'avoir une idée des bâtisseurs est d'analyser la morphologie de ces structures en la comparant à celle de nids actuels.

Chaque famille d'insectes a sa propre marque de fabrique, ses propres techniques de construction. La plupart des nids élaborés par les termites et les fourmis sont composés de tunnels et de chambres. De nombreuses structures peuvent de ce fait être confondues, sans que l'on puisse déterminer si ce sont des termites ou des fourmis qui en sont les bâtisseurs. Néanmoins, un détail architectural permet parfois d'identifier le constructeur. Les nids des abeilles ou des guêpes se distinguent des précédents par des cellules alvéolaires circulaires ou hexagonales. Reste le problème d'identification de l'espèce. Mais, là aussi, des détails architecturaux peuvent renseigner sur les bâtisseuses. Des nids de divers Hyménoptères et de termites ont ainsi été décrits dans la littérature scientifique ; mais certains de ces insectes n'ont pu être identifiés.

Les ichnofossiles de nids sont une source importante d'informations sur l'évolution des comportements des insectes sociaux, notamment sur la construction de leur habitat. Une grande complexité des fossiles a été mise en évidence. Ils vont de structures simples avec une seule loge ou chambre à des structures très élaborées, composées de centaines voire de milliers de chambres, de cellules et de tunnels.

L'étude de nombreux ichnofossiles de nids semble montrer que les nids ont peu évolué depuis 200 millions d'années. En effet, certaines structures se retrouvent à l'identique de nos jours. Ce *statu quo* évolutif de l'architecture indique que ces insectes bâtisseurs ont réalisé très tôt une construction optimale du nid pour répondre à leurs divers besoins. Ces architectures se seraient ainsi conservées au cours des âges.