

Eusocialité et superorganisme

Agnès FAYET

Photos : A. Fayet - E. Bruneau



Les sociétés animales ont des niveaux d'organisation variables. La typologie des sociétés animales place l'eusocialité au stade supérieur de l'échelle. Faisons le point sur ce sujet qui souligne en particulier la complexité des sociétés d'abeilles mellifères et mélipones.

Les degrés de socialité chez les insectes

Degrés de socialité	solitaire	grégaire	subsociaux	coloniaux	communaux	eusociaux
Interactions constantes ou temporaires		+	+	+	+	+
Comportements parentaux			+	+	+	+
Site d'élevage commun / « bourgade »				+	+	+
Coopération dans l'élevage des jeunes					+	+
Elevage commun + Tâches spécialisées						+
Individus reproducteurs spécialisés						+
Exemples	Osmie rousse <i>Osmia rufa</i>	Blatte <i>Blatta orientalis</i> - Criquet migrateur <i>Locusta migratoria</i>	Perce-oreille <i>Forficula auricularia</i>	Scolyte <i>Ips typographus</i> - Andrène <i>Andrena vaga</i> - Abeille à culottes <i>Dasygaster hirtipes</i>	Nécrophore <i>Necrophorus vespillo</i>	Abeille mellifère <i>Apis mellifera</i> - Abeille mélipone <i>Apis mellifera</i>

Qu'est-ce que l'eusocialité ?

L'eusocialité est un mode d'organisation sociale animale sophistiqué. Les groupes d'individus composant la société sont organisés en castes caractérisées par un polymorphisme. Une caste reproductrice (composée d'un seul individu) se distingue d'une caste non reproductrice. La vie communautaire s'exerce au sein d'une colonie où s'exprime la complémentarité des individus. Autre caractéristique importante : les générations coexistent, permettant une entière coopération de la communauté, en particulier dans l'élevage collectif des jeunes.



Les espèces eusociales

Dans la liste des insectes eusociaux, nous trouvons les abeilles sociales (ex. *Apis mellifera* et *Apis melipona*), les bourdons (ex. *Bombus terrestris*), les guêpes sociales (ex. *Vespula vulgaris*), les frelons (ex. *Vespa crabro*), les fourmis (ex. *Formica rufa*) et les termites. Deux espèces de mammifères (le rat-taube nu, *Heterocephalus glaber*, et le rat-taube de Damara, *Cryptomys damarensis*) ainsi qu'une espèce de crustacés récemment découverte (la crevette eusociale, *Synalpheus regalis*) sont également considérées comme des animaux eusociaux. Parmi les 750 000 espèces d'insectes répertoriées, 13 000 seulement sont eusociales, les plus anciennes étant des isoptères, les termites, dont les 2300 espèces sont toutes eusociales et monophylétiques, c'est-à-dire descendant d'un même ancêtre commun. Chez les hyménoptères, c'est bien différent puisque seule une minorité des espèces a évolué vers l'eusocialité - dont notre abeille mellifère. Cette évolution s'est faite en 12 étapes¹ parallèlement à la diversification et à l'accroissement des plantes à fleurs (angiospermes) au Crétacé (il y a plus de 100 millions d'années). On s'accorde toutefois à dire que les fourmis sont probablement toutes eusociales à partir d'un même ancêtre commun (monophylétiques) depuis plus de 120 millions d'années. C'est peut-être ce qui explique partiellement leur étonnante et rapide adaptation à des milieux très différents. On parle à leur sujet d'eusocialité avancée dans la mesure où certaines espèces sont polycaliques, c'est-à-dire qu'elles bâtissent plusieurs nids pour une même colonie. On a par ailleurs remarqué chez certaines espèces (chez *Formica rufa* par exemple) un fonctionnement en réseau entre fourmilières parentes (collaborations et communication).

Comment expliquer l'apparition de l'eusocialité chez les hyménoptères ?

En 1964, le biologiste britannique **William Donald Hamilton** (1936-2000) propose une théorie biologique évolutive appelée « sélection de parentèle ». Selon lui, « les comportements altruistes seront favorisés par la sélection si les coûts (risques) pour effectuer le comportement sont moindres que les bénéfiques (avantages) escomptés². » Autrement dit, pour simplifier, l'eusocialité relèverait d'une stratégie altruiste qui ferait qu'une ouvrière « sacrifie » sa descendance propre pour prendre soin de celle d'un individu apparenté (la reine), ce qui est une manière indirecte de transmettre ses gènes. Cette stratégie répond à la formule :

$$\text{coût} < \text{bénéfices} \times \text{risques}$$

L'entomologiste, sociobiologiste et environnementaliste **Edward Osborne Wilson** (1929-), spécialiste des fourmis et des insectes sociaux³, se réapproprie l'idée que la préservation du gène, plus que la conservation de l'individu, est au centre de la stratégie évolutionniste. Un des aboutissements de cette stratégie est ce qu'il nomme **le superorganisme**⁴. Le superorganisme est une unité d'animaux eusociaux qui prend la forme d'un **organisme composé** caractérisé par un nid commun (protégé et approvisionné), une reine (un utérus) à la longévité supérieure aux autres individus, des individus déterminés par leur fonction sociale et un système de communication sophistiqué. Hamilton comme Wilson développent une vision darwinienne de l'évolution signifiant que tout être est optimisé pour favoriser l'évolution de son espèce.



Adam Opiola - cc - by - sa - 3.0
Formica rufa

Rémy Chauvin (1913-2009), entomologiste, professeur d'éthologie et de sociologie animale et directeur du laboratoire de biologie de l'abeille de l'INRA de 1948 à 1964, a contesté vigoureusement cette position⁵ en avançant l'argument que certaines ouvrières peuvent n'avoir aucun patrimoine génétique en commun : le phénotype des ouvrières est très mélangé du point de vue paternel (reine fécondée par plusieurs mâles). Il cite l'exemple des insectes sociaux polygynes, parmi lesquels de nombreuses espèces de fourmis (ex. *Formica polyctena*) qui vivent dans des colonies d'un million d'individus avec 5000 reines dont chacune a pu s'accoupler avec une dizaine de mâles.

L'entomologiste, sociobiologiste et environnementaliste **Edward Osborne Wilson**



PLoS/Jim Harrison - CC



P. Kirk Visscher, entomologiste, spécialiste des comportements sociaux et de l'écologie des insectes sociaux à l'université de Californie Riverside, propose quant à lui une théorie qui approfondit et affine les positions précédentes : **l'altruisme préférentiel**⁶. Selon lui, une préférence serait développée entre les ouvrières qui possèdent le même génotype. Selon ses expériences sur l'abeille mellifère, au déclenchement d'un élevage royal, les ouvrières élèvent de préférence les jeunes larves de leur parenté. Une reconnaissance du parent, préliminaire à l'altruisme, serait donc possible chez *Apis mellifera*. Il reste cependant quelques zones d'ombre : la reconnaissance du parent s'avère imprécise et incomplète, ainsi que variable selon les colonies.

Quel avantage à être un superorganisme ?

C'est avant tout l'efficacité qui sous-tend la vie d'un superorganisme. Efficacité dans la défense du territoire, dans l'approvisionnement et le partage des ressources alimentaires, dans la défense du groupe (système d'alarme, intimidation des prédateurs, lutte) et dans l'élevage des jeunes. Les fourmis sont des superorganismes raffinés qui ont su accumuler de nombreux atouts. En fonction des espèces, elles expérimentent le parasitisme social, la prédation, l'esclavage et le suicide. Elles peuvent vivre en symbiose avec des plantes, des animaux ou des champignons, pratiquer l'agriculture et l'élevage, être nomades. Elles savent parfois utiliser des outils. Leur polymorphisme est dans certains cas poussé à l'extrême. Elles sont très adaptables. Elles ont un système de défense très efficace (y compris la prophylaxie). Elles développent des stratégies de conquête. Elles bénéficient d'un régime alimentaire mixte. Et, dernier atout, elles n'ont aucun rapport établi avec l'homme. A contrario, l'abeille mellifère se trouve dans une grande dépendance par rapport à son milieu. Son régime alimentaire est végétarien. Elle dispose d'un système de défense relatif (surtout la prophylaxie). Elle est à la fois la proie et l'hôte de prédateurs et parasites exotiques (*Vespa velutina*, *Varroa*). Elle souffre de l'anthropisation du milieu. Et, dernier élément, elle est sou-



vent élevée par l'homme qui, en outre, la sélectionne. A cette rapide comparaison entre fourmis et abeilles, on comprend que l'avantage à être un superorganisme est tout relatif. La complexité structurelle de ces organismes vivants peut accélérer leur adaptation ou handicaper leur survie.

L'intelligence collective, héritage des fourmis et des abeilles

Le comportement des insectes sociaux a bioinspiré⁷ les ingénieurs (en informatique par exemple) et a contribué à une transformation des échanges humains comparable aux modifications provoquées par l'invention de l'imprimerie. Si le modèle des sociétés humaines n'est pas la copie conforme des superorganismes insectes, les comportements humains étant naturellement impactés par la dimension individualiste héritée de la condition de mammifère, une meilleure utilisation des compétences individuelles au bénéfice de la communauté ainsi que l'utilisation d'un système de communication de plus en plus sophistiqué permet de s'en rapprocher en termes d'efficacité sociale. Observer les fourmis et les abeilles a permis de valider l'intérêt d'une mise en synergie des compétences des individus qui trouve son application aujourd'hui dans la gestion du personnel dans les entreprises. Constatant la haute complexité de leurs systèmes de communication a permis de faire émerger des modèles de co-construction des savoirs et de mutualisation des connaissances qui ne sont plus des modèles hiérarchiques mais des modèles interac-

tifs, sous la loupe des recherches en pédagogie. Pour le biologiste Joël de Rosnay, « l'homme se transforme progressivement en « neurone de la Terre », intégré au système nerveux qu'il a créé. Le mariage de la biosphère et de la technosphère dans sa forme la plus avancée et la plus dématérialisée est à l'origine de la constitution du cerveau planétaire et de la société en temps réel. (...) Cet être nouveau en voie d'émergence dans les sociétés industriellement les plus avancées est l'homme symbiotique⁸. » L'important désormais est que le macroorganisme hybride qu'est devenue l'humanité ne perde pas de vue son modèle vivant initial et ne se déconnecte pas de la nature qui l'a engendré. Les abeilles doivent rester sa boussole alors qu'il se trouve au milieu des tentations et des utopies de la science qui ne s'encombre généralement pas de considérations éthiques.

Bibliographie

1. 3. Wilson E.O., (1971) **The Insect Societies**, Harvard University Press, Cambridge, p. 562
2. Hamilton, W.D., (1964) **The genetical evolution of social behaviour I and II**, Journal of Theoretical Biology, vol. 7, p. 1-16, 17-52
4. Wilson E.O., (1990) **Success, Dominance and the Superorganism: the Case of the Social Insects.** xxii p. + 104 p.
5. Chauvin R., (1997) **Le darwinisme ou la fin d'un mythe**, Edition du Rocher
6. Visscher P. Kirk, Dukas R., (1995) **Honey bees recognize development of nestmates' ovaries**, Animal Behaviour Volume: 49, Issue : 2, Publisher : Elsevier Ltd, p. 542-544
8. de Rosnay J., (1998) **L'Homme symbiotique. Regards sur le troisième millénaire**, Seuil, p. 468

MOTS CLÉS :

biologie, superorganisme, évolution

RÉSUMÉ :

eusocialité et superorganisme. Définitions et mises en perspective.

7. La bioinspiration est un mode de réflexion ou de conception inspiré des modèles naturels pour produire des idées ou des systèmes artificiels. Végétaux, animaux, champignons, bactéries, virus sont observés pour produire des applications concrètes (intelligence artificielle, matériaux composites, nanotechnologies, etc.).