

**BERT HÖLLDOBLER
EDWARD O. WILSON**
**L'INCROYABLE
INSTINCT
DES
FOURMIS**



Flammarion | **NBS**

Extrait de la publication



Parmi toutes les espèces de fourmis, il en est une qui, durant des centaines de millions d'années, a connu un extraordinaire succès évolutif : les fourmis coupeuses de feuilles, à l'origine des premières « sociétés agricoles », et ce bien avant l'homme de l'époque néolithique.

S'appuyant sur une très riche iconographie et sur les études les plus récentes, ce livre décrit l'éclosion et le développement de leur exceptionnelle civilisation instinctuelle : communication, coopération, division du travail, mutualisme, défense, solidarité, hiérarchie, sacrifice, hygiène... Ces fourmis d'Amérique tropicale, dont les colonies jouent un rôle fondamental dans l'écologie des forêts, des savanes et des prairies, sont le plus remarquable de tous les superorganismes jamais découverts.

Des vols nuptiaux au décès de la reine, du travail de ses millions de descendantes à la culture de leur champignon nourricier, du chef-d'œuvre architectural de leur nid au million de neurones de leur cerveau formidablement structuré, tout chez ces fourmis champignonnistes provoque l'émerveillement.

L'entomologiste et myrmécologue allemand **BERT HÖLLDOBLER** a enseigné la zoologie à l'université Harvard. **EDWARD O. WILSON** est biologiste, spécialiste des fourmis, de la biodiversité et des extinctions massives du *xx^e* siècle, lauréat de plus d'une centaine de distinctions scientifiques et littéraires, dont deux prix Pulitzer.



Flammarion | NBS

Extrait de la publication

L'INCROYABLE INSTINCT DES FOURMIS

DES MÊMES AUTEURS

Bert Hölldobler et Edward O. Wilson

Voyage chez les fourmis. Une exploration scientifique, Seuil, 1996

Edward O. Wilson

Sociobiologie, Rocher, 1987

La Diversité de la vie, Odile Jacob, 1993

L'Unicité du savoir. De la biologie à l'art, une même connaissance,
Robert Laffont, 2000

Naturaliste. Autobiographie, Bartillat, 2000

L'Avenir de la vie, Seuil, 2003

Sauvons la biodiversité, Dunod, 2007

Bert Hölldobler
Edward O. Wilson

L'INCROYABLE INSTINCT DES FOURMIS

De la culture du champignon à la civilisation

*Traduit de l'anglais (États-Unis)
par Christian Cler*

Avec le soutien du



Flammarion | **NBS**

Copyright © 2011, Bert Hölldobler et Edward O. Wilson

L'ouvrage original a paru sous le titre

The Leafcutter Ants. Civilization by Instinct

aux éditions W. W. Norton & Company, Inc.,

London/New York, 2011

Tous droits réservés

Traduction © Flammarion, 2012

ISBN : 978-2-0812-7043-5

Prologue

Si des naturalistes réunis en congrès devaient choisir les sept merveilles du monde animal, ils incluraient certainement les bizarres et puissantes civilisations des coupeuses de feuilles attines. D'un bout à l'autre des régions tropicales et subtropicales du Nouveau Monde, ces insectes dominent forêts, prairies et pâtures.

Dans quelque région de l'Amérique centrale et du Sud où vous vous rendiez, depuis l'intérieur sauvage de ce sous-continent jusqu'aux *plazas* et aux terrains vagues des centres-villes, vous ne tarderez pas à croiser des coupe-feuilles : ce qui attirera votre attention en premier, ce seront les lignes massives d'ouvrières brun rougeâtre. Avancant en colonnes compactes – une dizaine d'individus progressent de front tels des soldats paradant au pas de gymnastique –, ces fourmis assez volumineuses sillonnent des autoroutes larges comme une main humaine, qu'elles débarrassent des végétaux et des débris qui les obstruent ; certaines sont en partance, un nombre à peu près égal étant sur le chemin du retour. La plupart des membres de ce dernier contingent portent un morceau de feuille ou un

pétale de fleur fraîchement coupé que leurs mandibules inclinent au-dessus de leur corps comme un parapluie – ce sont des « fourmis parasols », vous dira-t-on au Texas et en Louisiane.

Si vous regardez de plus près ces fourmis portefaix, vous aurez toutes chances d'apercevoir des répliques pygmées qui voyagent « en auto-stop » sur les fragments de feuilles transportés. Ces fourmis miniatures guident-elles leurs grandes compagnes de nid jusqu'à leur foyer comme les cornacs dirigent les éléphants ? Non, leur rôle est plus étrange encore : elles font office de chasse-mouches vivants. Les colonnes de fourmis attirent en effet des mouches parasites qui représentent un danger mortel : fondant sur leurs proies tels des chasseurs bombardiers, ces diptères pondent des œufs sur le cou des grosses fourmis ou près de cette partie de leur organisme, après quoi les asticots qui ne tardent pas à éclore s'enfoncent dans le corps de leur hôte pour se repaître de ses tissus. Les petites gardiennes juchées sur leurs sœurs porteuses de feuilles empêchent ces mouches de pondre en les frappant avec leurs pattes antérieures et leurs mandibules-tapettes.

Pour peu que vous la suiviez dans la bonne direction, la caravane des fourmis chargées de leurs fardeaux respectifs vous conduira jusqu'au nid. Vous devrez parfois remonter cette piste sur une cinquantaine ou même plus d'une centaine de mètres avant de parvenir à bon port : ce trajet pourra vous amener à traverser un sous-bois dense, ainsi, peut-être, qu'une ou deux petites ravines escarpées, puis le nid finira inmanquablement par s'offrir à votre vue, de façon soudaine le plus souvent. Vous contemplerez alors une cité peuplée de millions d'habitantes qui a tout d'une métropole souterraine : non contentes d'excaver de la terre pour coiffer leur habitat d'un dôme circulaire haut d'au

moins deux mètres, les fourmis ont creusé en sous-sol des milliers de chambres d'une taille à peu près équivalente à celle d'une tête humaine – pour être plus précis, leur volume va de un treizième de litre à cinquante litres. Toutes reliées à un labyrinthe de tunnels, ces chambres regorgent d'une masse grise duveteuse : sur leurs murs fins, édifiés de telle sorte qu'une surface maximale soit disponible par unité de volume, pousse une espèce de champignon qui n'existe qu'en symbiose avec les fourmis agricoles que sont les coupeuses de feuilles et leurs proches parentes évolutionnairement moins avancées. Ce champignon devient très rarement un organisme pourvu d'un chapeau et d'un pédoncule – il prolifère à la place sous la forme de tapis d'hyphes filamenteux.

Les murs des cellules dont le champignon se nourrit ont la consistance d'une pâte semblable à du papier mâché : cette substance est fabriquée avec les fragments de plantes et de fleurs rapportés par les ouvrières fourrageuses.

En plus de la sève que les végétaux frais coupés leur fournissent, les fourmis défoliatrices tirent toute leur subsistance du champignon qu'elles cultivent. Elles ont inventé un mode de transformation de la végétation fraîche – matériau que leur système digestif est incapable d'assimiler – en un produit alimentaire comestible. Non seulement leur réussite est comparable en partie à celle des agriculteurs humains, mais c'est grâce à elles qu'une étape décisive de l'évolution organique a été atteinte : en se servant des végétaux frais comme d'un substrat propice à la croissance de leurs récoltes, elles se sont dotées d'une source de nourriture quasi illimitée.

L'interdépendance des coupeuses de feuilles et de leur champignon est l'une des symbioses les plus réussies de tous les temps. Les fourmis étant les principales consommatrices

de végétaux vivants, elles exercent une influence dominante sur les environnements terrestres des tropiques américains. Une colonie adulte consomme à peu près la même quantité de matière végétale qu'une vache : dans la majeure partie de l'Amérique tropicale et partout où elles peuvent envahir les jardins et les champs, les fourmis sont les insectes les plus nuisibles à l'agriculture.

Elles portent donc un nom différent dans chacune des contrées où elles abondent : ce sont les *saúvas* du Brésil, les *isaús* du Paraguay, les *cushis* de Guyane, les *zampopos* du Costa Rica, les *wee-wees* du Nicaragua et du Belize, les *cuatalatas* du Mexique, les *bibijaguas* de Cuba, les fourmis urbaines ou parasols du Texas et de la Louisiane, et les fourmis maniocs de la Guadeloupe.

Les colonies de coupeuses de feuilles peuvent être définies scientifiquement comme des structures organiques complexes dont le seul objectif consiste à convertir la vie végétale en un plus grand nombre de colonies de fourmis défoliatrices : ces civilisations forgées par la sélection naturelle n'aspirent à rien d'autre qu'à se reproduire en autant de copies que possible avant leur mort inévitable. Parce qu'elles possèdent l'un des systèmes de communication les plus complexes du monde animal, disposent des systèmes de castes les plus élaborés et architecturent leurs nids de telle manière que leurs millions d'occupantes y jouissent de l'air conditionné, elles méritent d'être reconnues comme les superorganismes ultimes du globe terrestre. Leurs sociétés sont d'autant plus remarquables qu'elles se composent exclusivement d'une reine mère et de ses filles : élevés à seule fin de vivre une saison à peine et ne constituant par conséquent qu'une infime minorité, les mâles ne servent qu'à inséminer les reines vierges quand elles s'éloignent de leur nid au cours des vols nuptiaux ; ils

PROLOGUE

meurent ensuite, pour des raisons organiques tout autant que du fait de leur comportement instinctuel.

Si des visiteurs provenant d'un autre système solaire avaient exploré la Terre il y a un million d'années – bien avant que l'humanité n'eût pris son essor, autrement dit –, ils auraient sans doute tenu les colonies de coupeuses de feuilles pour les sociétés les plus avancées que cette planète parviendrait jamais à produire... Néanmoins, il restait un pas à franchir : celui de l'invention de la culture humaine, étape même qui nous a donné l'opportunité d'écrire ce livre.

Les superorganismes ultimes

Personne ne connaît le nombre exact d'espèces animales qui vivent de nos jours sur notre planète, mais tous les biologistes conviennent que des millions d'espèces s'ajoutent aux 1 900 000 environ déjà décrites. Si les investigations quantitatives des faunes de nombreux habitats autorisent à penser qu'il existe près de 8 millions d'espèces, il y en aurait 30 millions, si ce n'est davantage encore, selon d'autres évaluations ¹. La science ne sait toujours rien de la plupart des espèces qui partagent la Terre mère avec nous, et, hélas, cette ignorance pourrait persister à jamais compte tenu de l'extinction des espèces qu'entraîne l'actuelle destruction humaine des habitats naturels.

La moitié à peu près de toutes les espèces animales répertoriées sont des insectes, classe qui comprend 900 000 espèces environ : 2 % seulement des composantes de cet ensemble vivent dans les systèmes sociaux les plus avancés, ou « eusociaux ». On considère qu'une société d'insectes est eusociale dès lors qu'elle satisfait aux critères suivants : soins coopératifs dispensés aux individus immatures ; cohabitation de deux générations au moins dans la même

société ; et coexistence de membres reproducteurs et d'autres non reproducteurs.

Dans chaque espèce parvenue au stade évolutionnairement avancé de l'eusocialité, des castes morphologiques ou tout au moins physiologiques sont distinguables : la caste reproductrice (royale) diffère de la caste non reproductrice (ouvrière). Cette dernière peut être subdivisée à son tour en plusieurs sous-castes morphologiquement distinctes, telles celles des ouvrières minor, media et major. Dans les sociétés eusociales les plus évoluées, le système de division du travail imparti aux ouvrières est si perfectionné que les attributions de tâches et de rôles peuvent dépendre soit de l'âge de l'individu (« polyéthisme d'âge »), soit de particularités morphologiques (« polyéthisme de caste »), soit de ces deux facteurs à la fois. Tout en dépendant de l'organisation sociale et du stade de développement de leur espèce, la distribution des rôles et des tâches entre les ouvrières est plus ou moins flexible d'une colonie (ou d'une société) à l'autre ; néanmoins, un principe élémentaire veut que les individus les plus jeunes passent le plus clair de leur temps à l'intérieur du nid et se consacrent avant tout aux soins de la reine et du couvain, les ouvrières plus âgées s'impliquant davantage dans les activités extérieures plus risquées telles que l'enlèvement des ordures, la construction du nid, le fourragement et la défense du nid et du territoire.

La combinaison de la coopération et de la division du travail confère un formidable avantage aux insectes sociaux. À un moment donné, un organisme solitaire ne peut faire qu'un petit nombre de choses et n'être qu'à un seul endroit : pour peu qu'ils déploient convenablement leur force de travail, les membres d'une société d'insectes sont capables au contraire d'avoir des activités multiples et de se trouver simultanément dans différents lieux. C'est

pourquoi les sociétés d'insectes tels que les fourmis et les termites, notamment, jouent un rôle dominant dans la majorité des écosystèmes terrestres : même si 2 % à peine des espèces d'insectes connues sont eusociales, ces 18 000 espèces sont les principales prédatrices et charognardes de petits animaux, les premières fouisseuses de sol et les proies les plus fréquentes d'autres créatures.

Ernst Josef Fittkau et Hans Klinge² ont calculé par exemple que les fourmis et les termites réunis (insectes dont toutes les espèces vivent en société) de la *terra firme* (forêt non inondée) brésilienne constituent 30 % environ de la biomasse animale de la région : si l'on inclut les mélipones (abeilles sans dard) et les guêpes *Polybia* dans les insectes sociaux, ils représentent ensemble plus de 75 % de la biomasse de la totalité des insectes de la même région. À la lumière de ces données et d'autres indices de l'histoire naturelle, nous estimons quant à nous que ces organismes – les fourmis et les termites, en particulier – occupent dans l'environnement terrestre une place qu'on peut qualifier de centrale, et ce depuis dix millions d'années dans toutes les parties du monde. Ils ont évincé les insectes solitaires des sites de nidification les plus favorables : les formes solitaires s'installent généralement sur les rameaux les plus distants du tronc, sur les morceaux de bois rendus extrêmement friables par l'humidité ou la sécheresse, ou à même les feuilles – bref, leurs lieux de nidification sont plus isolés et transitoires. Au risque de simplifier à l'excès, les insectes sociaux se tiennent au centre de l'écosystème, les insectes solitaires étant relégués dans les zones périphériques.

Divisées à présent en dix-neuf sous-familles taxonomiques, les fourmis font preuve d'une impressionnante diversité adaptative : elles surpassent sur ce plan tous les autres groupes d'insectes eusociaux. Près de 14 000 espèces sont

scientifiquement décrites, mais tant de nouvelles espèces sont régulièrement découvertes que les taxonomistes supposent qu'il pourrait en exister jusqu'à 25 000. Bien que toutes les espèces de fourmis soient eusociales, les organisations sociales de groupes d'espèces particuliers varient grandement : dans certaines espèces, par exemple, chaque colonie (dite « monogyne ») ne dispose que d'une seule reine, alors qu'il y en a plusieurs dans les colonies (dites « polygynes ») d'autres espèces. Les colonies de certaines espèces ne se composent que d'un nombre relativement restreint d'ouvrières (de 50 à 200), alors que celles d'autres espèces en abritent des centaines de milliers, voire des millions comme chez quelques coupe-feuilles. Aussi diversifiés sont les modes de fondation et de reproduction coloniales ainsi que les modalités organisationnelles des systèmes de division du travail, la façon dont la communication fonctionne d'un individu à l'autre ou au sein d'un groupe, et, enfin, les méthodes de fourragement des colonies et la nature des ressources qu'elles exploitent³.

Pour les myrmécologues – c'est-à-dire les spécialistes des fourmis –, l'évolution myrmécéenne comporte plusieurs sommets : ils citent, entre autres, les fourmis légionnaires des néotropiques et les fourmis magnans d'Afrique ; les fourmis tisserandes arboricoles du genre *Oecophylla* d'Afrique, d'Asie et d'Australie ; et les « supercolonies » de fourmis *Formica yessensis* (dont l'une, découverte sur la côte de la baie d'Ishikari de l'île japonaise d'Hokkaidō, s'est révélée contenir 306 millions d'ouvrières et 1,08 million de reines vivant dans 45 000 nids interconnectés, tous dispersés sur un territoire de 2,7 kilomètres carrés)⁴ – on pourrait mentionner aussi les éleveuses nomades du genre *Dolichoderus* (= *Hypoclinea*) de la forêt pluviale de la péninsule malaisienne⁵ et, surtout, les cultivatrices de champi-

gnons de la tribu des Myrmicinae Attini. Si complète soit-elle, toutefois, aucune liste ne saurait rendre compte exhaustivement de l'étonnante diversité des styles de vie des fourmis : ces exemples ne sont rien de plus qu'un échantillon des modes d'existence les plus spectaculaires qu'elles ont adoptés à un moment ou un autre d'une histoire évolutive remontant à 120 millions d'années environ.

L'évolution biologique a probablement poussé la capacité cérébrale des fourmis individuelles à son maximum ou presque : au-delà d'une certaine limite, les lignées en cours d'évolution ont continué à progresser grâce à leur organisation sociale. Loin de découler du comportement particulièrement complexe des individus appartenant à telle ou telle colonie, les exploits si stupéfiants des fourmis légionnaires, des fourmis tisserandes ou des fourmis coupe-feuilles tiennent aux actes concertés de maintes congénères travaillant ensemble : observer une seule fourmi isolée de sa colonie, c'est voir tout au plus une chasseuse sur le terrain ou une petite bête à l'aspect ordinaire en train de creuser un trou dans le sol. En tant que tel, cet individu unique déçoit au plus haut point : il n'a même rien d'une fourmi, car ce qui compte, c'est la colonie entière, seul équivalent de l'entièreté d'un organisme non social. L'unité à examiner pour comprendre la biologie et l'évolution de la colonie tout autant que celles de la fourmi qui en fait partie intégrante, c'est la colonie.

Parler de « superorganisme » ne permet pas seulement d'établir une analogie et de filer une métaphore qui incitent à comparer en détail une société à un organisme classique. Le concept d'un niveau supérieur à l'organisme a joui d'une très grande popularité tout au long de la première moitié du XX^e siècle : comme nombre de ses contemporains, le grand entomologiste américain William

Morton Wheeler y fit allusion à moult reprises dans ses écrits. Dans l'influent article intitulé « The ant colony as an organism » qu'il publia en 1911, il soutint que la colonie de fourmis est un véritable organisme, et non son simple analogue. Elle se comporte, disait-il, comme un tout. Elle possède des propriétés distinctives – une taille, un comportement et une organisation propres – qui se transmettent d'une génération à la suivante. La reine est l'organe reproducteur ; les ouvrières sont le cerveau, le cœur, les intestins et les autres tissus qui la maintiennent en vie ; quant à l'échange de liquide et de nourriture entre les membres d'une même colonie, il équivalait à la circulation du sang et de la lymphe. Mais, si élaboré ou inspirateur fût-il, cet exercice finit par épuiser ses possibilités heuristiques : les limitations de cette approche principalement fondée sur l'analogie devinrent de plus en plus évidentes à mesure que les biologistes en surent davantage sur la communication, la formation des castes et la division du travail qui sont au cœur de l'organisation coloniale. Dès 1960, par conséquent, l'expression « superorganisme » avait presque totalement disparu du vocabulaire scientifique.

En matière de science, pourtant, les vieilles idées meurent rarement : tel le géant Antée de la mythologie grecque, beaucoup se contentent de tomber à terre, où elles reprennent des forces avant de resurgir. Tant pour les organismes que pour les colonies, l'affinement progressif des connaissances a incité de plus en plus à conclure que la colonie entière est le phénotype élargi de la reine et de ses compagnes sur lequel la sélection évolutionnaire opère. Les comparaisons de ces deux niveaux d'organisation biologique que l'organisme et le superorganisme représentent ont été ainsi précisées et approfondies⁶ : par-delà la simple

délectation intellectuelle que l'analogie tend à procurer, ce nouvel exercice permet désormais d'articuler les informations afférentes à la biologie du développement aux enseignements de l'étude des sociétés animales de telle manière que les principes généraux exacts de l'organisation biologique puissent être dégagés. Pour la biologie, la question d'intérêt général est en effet celle des similitudes – des règles et des algorithmes communs – entre la morphogénèse d'une part et la sociogénèse d'autre part.

Les colonies de fourmis sont plus que la somme de leurs parties : ce sont des unités opérationnelles dont les traits émergents procèdent des interactions complexes de leurs membres. Et les potentialités ultimes de l'évolution superorganismique ne sont peut-être nulle part plus patentes que chez les défoliatrices des genres *Atta* et *Acromyrmex*, fourmis ô combien spectaculaires sur lesquelles nous allons maintenant nous pencher.

Table des matières

<i>Prologue</i>	7
1. Les superorganismes ultimes.....	13
2. La percée attine	21
3. L'ascension des coupeuses de feuilles	41
4. Le cycle de vie des fourmis coupe-feuilles	43
5. Le système de castes des <i>Atta</i>	63
6. La récolte de la végétation.....	73
7. La communication chez les <i>Atta</i>	93
8. Le mutualisme fourmi-champignon	109
9. L'hygiène dans la symbiose	117
10. La gestion des déchets	131
11. Agropredateurs et agroparasites.....	135
12. Nids de coupe-feuilles	139
13. Pistes et grandes routes.....	149
<i>Remerciements</i>	155
<i>Glossaire</i>	157
<i>Notes</i>	169
<i>Index</i>	195
<i>Table des illustrations</i>	199

Mise en page par Meta-systems
59100 Roubaix

N° d'édition : L.01EHBN000492.N001
Dépôt légal : février 2012