



EN VASE CLÉS, FACE À DES ROBOTS SENSORIELS. Guy Theraulaz, spécialiste du comportement des insectes, étudie les fourmis au laboratoire d'éthologie et cognition animale de Toulouse. Pour mieux comprendre l'organisation de leurs colonies et s'en servir comme modèle d'activité sociale.

PHOTOS : PASCAL GOETRELICK

# LES FOURMIS PLUS FORTES QUE L'ORDINATEUR !

Des labos étudient l'intelligence collective des insectes pour créer des robots et des réseaux Internet plus performants.

# Les modes de gestion de France Télécom et de Honda s'inspirent du comportement collectif des insectes

**POUR DÉCRIRE L'INTELLIGENCE EN ESSAIM**, on compare les insectes à des robots, équipés de capteurs à infrarouge, qui allègent la colonie à l'aube. Ces petits engins ont été mis au point par l'École polytechnique de Lausanne.

**E**n quoi consiste l'intelligence collective des insectes ? Autant que les fourmis vous l'expliquent elles-mêmes ! Sur cette invitation, Guy Theraulaz, spécialiste du comportement des insectes au laboratoire d'écologie et d'évolution animale de Toulouse, se penche dans une petite pièce blanche. Il, une sorte de circuit avec deux voies parallèles est installé. À l'une des extrémités, le chercheur dépose quelques gouttes d'un liquide translucide : « Tout simplement de l'eau sucrée, dont nos fourmis raffolent. » À l'autre, il place quelques dizaines d'insectes, qui découvrent les lieux pour la première fois. Curieux, certains s'engagent dans le circuit, et, arrivés à l'embranchement entre deux chemins de longueurs différentes, se répartissent équitablement entre eux pour aller se délecter de nourriture, avant de revenir au point de départ. Mais après quelques minutes, le trajet le plus court est choisi par un nombre croissant de fourmis. Une heure de débamboulades frénétiques plus tard, l'ensemble de la colonie est embarqué sur la voie rapide !

## Des signatures olfactives reconnues par leurs congénères

Ces fourmis ont résolu un problème complexe à partir de comportements individuels simples, explique Guy Theraulaz. C'est à dire en déposant simplement des signatures olfactives de leur passage, que leurs congénères reconnaissent et suivent. C'est la définition de l'intelligence collective des insectes, appelée aussi intelligence en essaim. Un phénomène que l'on commence à peine à



**SUR UNE BRANCHE**, une chercheuse observe un coléoptère et la façon dont les flux d'individus s'organisent.



**MODÉLISÉS EN 3D**, les règles qui régissent la colonie sont ensuite appliquées à nos entreprises.

comprendre. Les sociétés d'insectes offrent de multiples exemples de

cette ingéniosité. Ainsi, elle entre en jeu lorsque plusieurs fourmis construisent un nid en formant de véritables chaînes vivantes pour assembler deux feuilles. Le plus étonnant est que les problèmes résolus naturellement par ces insectes ressemblent à ceux qui tracassent, depuis des décennies, des générations de mathématiciens, statisticiens et informaticiens. Par exemple, dans les réseaux de communications, « pour aller d'un point à un autre, les informations sont acheminées en "paquets" sur une voie très constituée de voies et de nœuds intermédiaires, commente Guy Theraulaz. Si la voie la plus courte est congestionnée, comment diriger les données vers la meilleure autre

voie ? Eh bien, dès qu'un chemin vers une source alimentaire est obstrué, les fourmis, elles, savent choisir l'autre chemin le plus rapide. »

## Des modèles appliqués aux usines et aux entreprises

Chercheurs et industriels se sont donc lancés sur la piste de l'intelligence en essaim. Leur credo : mieux comprendre l'organisation d'une ruche, d'une termitière ou d'une colonie de fourmis, simuler sur ordinateur leur fonctionnement pour appliquer cette connaissance à la résolution de problèmes concrets. Et ça marche !

En utilisant des programmes informatiques simulant le comportement de « fourmis virtuelles », des chercheurs de l'université libre de Bruxelles ont mis au point un système de gestion du trafic sur le Net. Les premiers résultats montrent qu'il est plus

efficace que ceux utilisés actuellement.

Aux États-Unis, pour réduire le temps de production dans une usine, Unilever se sert d'un modèle fondé sur l'activité des fourmis : la gestion de leur nourriture à l'inspiration la façon de disposer le stock de milliers de pièces fourmies par les sous-traitants pour optimiser la circulation des véhicules. Avec un collègue américain, Guy Theraulaz a restructuré le fonctionnement des cabines de peinture dans une usine automobile, en se basant sur l'organisation du travail dans une colonie d'abeilles. Et à Caen, la société Eurobios, qui compte dans ses rangs une dizaine de scientifiques, propose aux entreprises (Honda, General Motors, France Télécom) des modes de gestion ou de prévision des risques inspirés de la complexité des sociétés d'insectes.

Pour percevoir complètement le secret de l'intelligence collective de ces microsocié-

tés, le laboratoire de Guy Theraulaz dispose depuis quelques mois d'une nouvelle arme : les micro-robots fourmis Alice, mis au point par Gilles Caporin à l'École polytechnique fédérale de Lausanne. Dotés de micro-capteurs à infrarouge et de sen-

seurs tactiles disposés dans des antennes articulées, ces insectes robotisés sont mis au contact de fourmis vivantes, avec lesquelles ils établissent un véritable échange. « En modifiant certains paramètres du comportement d'un robot, nous pouvons mesurer l'effet de ce changement sur le comportement collectif de la colonie, et donc mieux contrôler l'évolution de cette dernière », poursuit le chercheur. Et comprendre ainsi de quelle façon se met en place, dans le secret des nids de termites et de fourmis, l'ingénierie intelligente collective des insectes. ■ **Philippe Lina**

## @ En savoir plus

<http://cognition-ups-tlse.fr/guytheraulaz/octoberaugs.html> L'équipe toulousaine Comportements collectifs, écologie et modélisation présente ces études, en particulier les algorithmes comportementaux permettant l'émergence de phénomènes collectifs.  
[www.eurobios.com](http://www.eurobios.com) Activités et principes scientifiques de l'entreprise française qui aide des industriels à optimiser leur organisation.