



Résumé

Dr. Guy Theraulaz, Directeur de Recherches au CNRS, Docteur en Neurosciences et en éthologie, dirige l'équipe "Comportements collectifs : éthologie et modélisation" au Centre de Recherches sur la Cognition Animale à l'Université Paul Sabatier à Toulouse. Ses recherches portent sur les comportements collectifs des sociétés animales et les phénomènes d'intelligence collective. Depuis 10 ans il travaille également à la conception de nouvelles techniques inspirées du comportement des insectes sociaux en informatique et en robotique. En 1996, il a reçu la médaille de Bronze du CNRS pour ses travaux sur l'Intelligence en essaim. Il est l'auteur d'une centaine d'articles scientifiques. Il est par ailleurs co-éditeur et co-auteur de quatre ouvrages.

Insectes sociaux : Conception par assemblage

Les insectes sociaux, abeilles, fourmis, guêpes et termites construisent collectivement des nids d'une remarquable complexité. Ces constructions collectives ne pourraient exister sans qu'intervienne une forme de coordination entre les individus. Ces dernières années de nombreux travaux ont montré que les phénomènes de coordination des activités, observés chez les insectes sociaux reposaient sur des mécanismes auto-organisés. L'auto-organisation caractérise des processus au cours duquel des structures émergent au niveau collectif, à partir de la multitude des interactions entre individus, sans être codées explicitement au niveau individuel. Ce principe explicatif permet de montrer que la complexité des structures produites collectivement ne résulte pas nécessairement d'une complexité comportementale et cognitive au niveau individuel mais qu'elle peut spontanément émerger à partir d'interactions entre des individus dont les comportements sont relativement "simples". Une autre classe de mécanismes de coordination largement utilisée par les insectes dans leur activité bâtisseuse repose sur des processus stigmergiques impliquant une succession de stimuli-réponses qualitativement différents. C'est ce type de processus que l'on retrouve au cœur de la construction des nids chez les guêpes sociales. Pour étudier ces processus de construction distribuée chez les guêpes sociales on utilise un modèle formel appelé essaim sur réseau, dans lequel les guêpes sont représentées par des agents qui se déplacent aléatoirement sur un réseau tridimensionnel et ne possèdent aucune représentation globale de l'architecture qu'ils construisent. Il apparaît, dans le cadre de ce modèle, que seuls certains algorithmes comportementaux possédant des propriétés spécifiques produisent des architectures cohérentes, et que le processus de coordination des activités individuelles de construction limite très fortement les types d'architectures réalisables. Ce résultat permet de définir les conditions de stabilité d'un vaste ensemble de processus de morphogenèse dont la logique est similaire à celle utilisée par les guêpes pour construire leur nid. Aujourd'hui, les modèles de comportements collectifs des insectes sociaux fournissent aux informaticiens et roboticiens des méthodes puissantes pour la conception d'algorithmes d'optimisation et de contrôle distribué. Ce nouveau domaine de recherche appelé Intelligence en Essaim a pour objet de transformer la connaissance que les éthologues ont des capacités collectives de résolution de problèmes des insectes sociaux en techniques artificielles de résolution de problèmes, dans lesquelles le modèle sous-jacent d'intelligence est l'intelligence collective d'une colonie d'insectes. Ces techniques sont aujourd'hui appliquées à tout un ensemble de problèmes scientifiques et techniques. En plus de leur capacité, déjà surprenante à résoudre un large spectre de problèmes "statiques", ces techniques offrent souvent un certain degré de flexibilité et de robustesse dans des environnements dynamiques.

Bibliographie
 Bonabeau, E. & Theraulaz, G. (eds.). 1994. Intelligence Collective. Hermès, Paris, 288 p.
 Theraulaz, G. & Spitz, F. (eds.). 1997. Auto-organisation et comportement. Hermès, Paris, 320 p.
 Bonabeau, E., Dorigo, M. & Theraulaz, G. 1999. Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems. Oxford University Press.
 Camazine, S., Deneubourg, J.L., Franks, N., Sneyd, J., Theraulaz, G. & Bonabeau, E. 2001. Self-Organization in Biological Systems. Princeton University Press.