

Sujet de Stage Master 2 Recherche

Modélisation et simulation Multi-Agents d'une colonie d'abeilles

Encadrant principal : Jérémy Rivière (jeremy.riviere@univ-brest.fr)

Autres encadrants : Vincent Rodin, Frank Singhoff (rodin@univ-brest.fr, singhoff@univ-brest.fr)

Dates et durée du stage : 5 mois à partir de février 2017

Lieu du stage : Lab-STICC, équipe IHSEV, Université de Bretagne Occidentale (UBO) à Brest

Profil recherché :

- Master 1 en informatique, Master 2 orienté recherche en cours
- Systèmes Multi-Agents, Programmation orientée-objet (particulièrement Java) et UML, Visualisation 3D.
- Intérêt pour la biologie, l'interdisciplinarité et les systèmes complexes.

Financement : Suivant la législation dans les laboratoires de recherche publics, soit 550 € net / mois

Contexte du stage :

L'abeille domestique, *Apis mellifera* L. est un insecte social, vivant en colonies, utilisé en apiculture pour la production de miel. Elle est responsable d'une grande partie des pollinisations de végétaux et, de ce fait, indispensable pour l'homme en agriculture.

Un grand nombre de facteurs interviennent dans la vie d'une colonie, rendant le système complexe à appréhender. Les nombreuses interactions, en apparence simples, entre plusieurs dizaines de milliers d'abeilles, engendrent l'émergence de phénomènes complexes tels que des facultés d'auto-adaptation et d'autorégulation de la colonie, en termes d'organisation, de thermorégulation, d'apparition de patterns, etc. Depuis 20 ans, la communauté scientifique constate une surmortalité des colonies d'abeilles [1,2]. Les causes évoquées sont multiples pour expliquer ces pertes : réduction des ressources, facteurs climatiques, agents pathogènes et parasites tels que *Varroa destructor*, pesticides comme certains produits phytosanitaires, ou un ensemble de ces facteurs.

La modélisation informatique d'une colonie d'abeilles, de son organisation et de son fonctionnement pourrait permettre dans un premier temps d'évaluer le rôle et l'importance de différents facteurs sur celle-ci. Le modèle obtenu pourrait être également, dans un second temps, un outil à destination des apiculteurs et des chercheurs afin de tester différentes conditions et différentes pratiques qui influencent le cycle de vie d'une colonie. Grâce à une telle simulation, il serait ainsi plus facile pour les apiculteurs d'anticiper certains gestes ou comportements à adopter pour la sauvegarde de leurs colonies lors d'une exposition à des parasites, des prédateurs, ou des produits phytosanitaires.

Sujet du stage :

L'objectif principal de ce stage est d'implémenter un premier modèle multi-agents, évolutif et générique, d'une colonie d'abeilles. La modélisation devra prendre en compte le cycle biologique, les différents comportements, les interactions et l'organisation en castes d'*Apis Mellifera*, à partir de données biologiques. L'environnement de simulation sera l'intérieur d'une ruche Dadant (modèle de ruche à 10 cadres, largement répandue en apiculture).

Les paramètres extérieurs à la colonie (tels que le climat, les saisons, la température etc.) ainsi que les entrées-sorties avec la ruche (pollen, nectar) devront être simulés dans un modèle populationnel simplifié, qu'il faudra interfacer avec le système.

Enfin, le développement d'une première visualisation 2D/3D de la simulation est attendu. L'accent pourra être mis sur les différents moyens d'interaction et d'intervention de l'utilisateur sur la ruche simulée (ajout/suppression de cadres, engagement de la reine, hivernage des réserves ...).

L'implémentation du modèle multi-agents se fera à l'aide de la plateforme Jade, basée sur le langage Java. L'utilisation d'une telle plateforme apporte un certain nombre d'avantages, tels que l'existence de moyens de communication entre agents et de visualisation de leur comportement, de gestion des threads, ou encore de migration.

Mots-clés : systèmes multi-agents (SMA), modélisation, simulation, système complexe, interdisciplinarité

Collaborations envisagées : INRA, apiculteurs, biologistes.

Bibliographie :

- Becher, M. A., Grimm, V., Thorbek, P., Horn, J., Kennedy, P. J. and Osborne, J. L. (2014), *BEEHAVE: a systems model of honeybee colony dynamics and foraging to explore multifactorial causes of colony failure*. *Journal of Applied Ecology*, 51, 470–482.
- Camazine, Scott (1991), *Self-Organizing Pattern Formation on the Combs of Honey Bee Colonies*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 28(1), 61-76.
- Sumpter, D.J.T., Broomhead, D.S. (2000), *Shape and Dynamics of Thermoregulating Honey Bee Clusters*, *Journal of Theoretical Biology*, 204(1), 1-14.
- Albouy, V. and Le Conte, Y. (2014). *Nos abeilles en péril*. Edition Quae, Série « Carnets de Sciences ».
- Devillers, J. (Ed.) (2014). *In silico bees*. CRC Press.
- <http://jade.tilab.com/>