

# Projet : Simulation interactive d'une ruche virtuelle

Jérémy RIVIERE <sup>1\*</sup>, Vincent RODIN <sup>1</sup>, Frank SINGHOFF <sup>1</sup>, André LOZAC'H <sup>1</sup>, Yves LAYEC <sup>2</sup>,  
Michel RESIBOIS <sup>2</sup>, Cédric ALAUX <sup>3</sup>, Yves LE CONTE <sup>3</sup>

\* jeremy.riviere@univ-brest.fr

<sup>1</sup> Lab-STICC, CNRS, Université de Bretagne Occidentale, 29200 Brest

<sup>2</sup> GDSA29, Koad Laeron, 29290 Milizac

<sup>3</sup> INRA, Unité Abeilles et Environnement, 84914 Avignon

## Objectif

Permettre l'interaction entre l'utilisateur et une simulation observable en 3D d'une colonie d'abeilles, dans un usage :

- Pédagogique** : apprentissage des bonnes pratiques apicoles au travers de scénarios prédéfinis et de moyens d'interaction réalistes ;
- Scientifique** : évaluation des phénomènes d'ordre écologiques, comme l'impact de *Varroa* ou d'autres parasites et pathogènes (Nosema, virus), et anthropiques, comme les effets des pesticides et les pratiques apicoles.

## Approche Scientifique

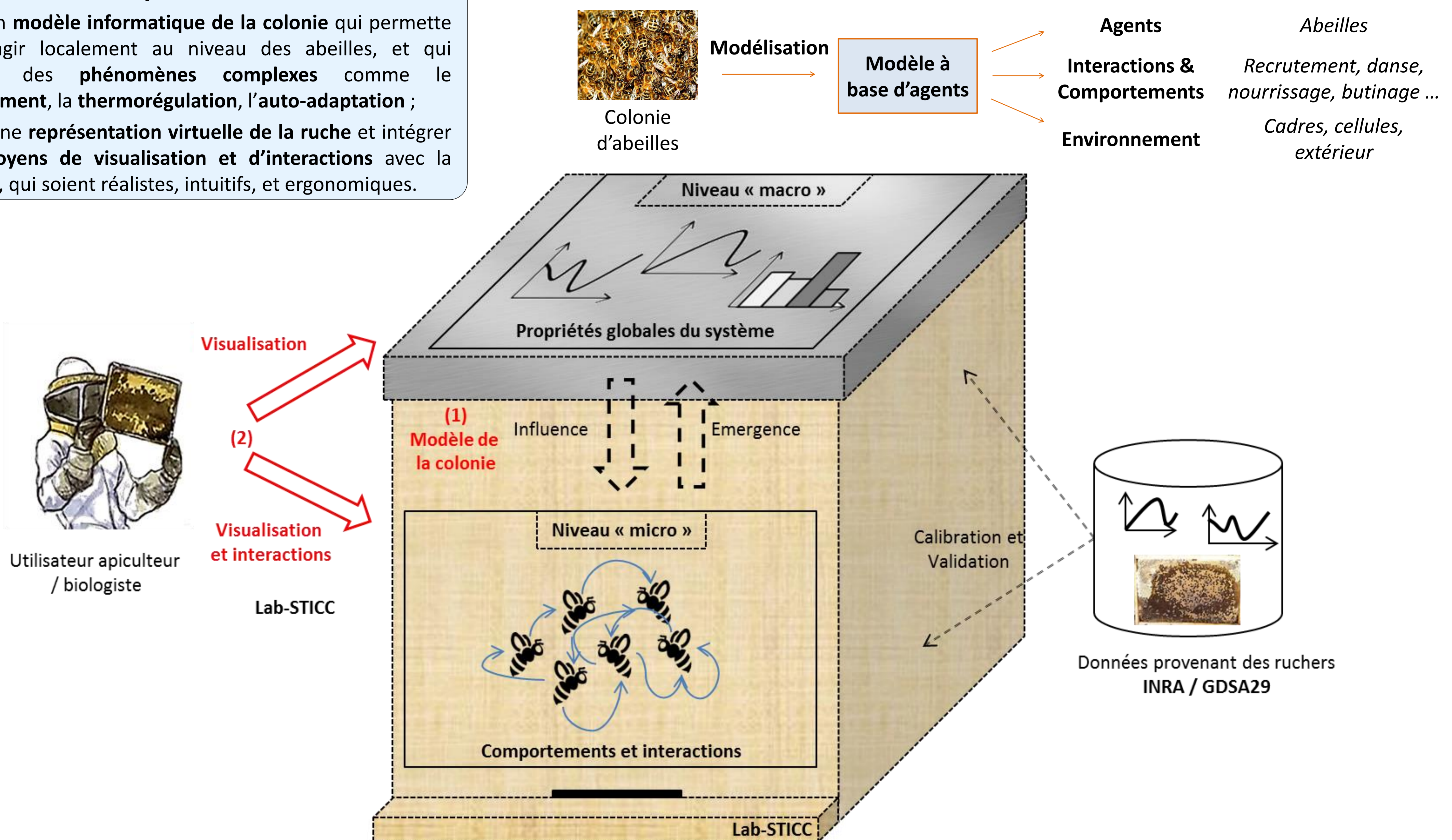
### Modèle à base d'agents d'une colonie d'abeilles

Les modèles à base d'agents reposent sur une description du niveau « micro » : **Comportement, cycle biologique des abeilles et interactions entre elles**

- Obtenir **par émergence** des phénomènes complexes au niveau de la colonie (le niveau « macro »)
- Liens explicites **entre niveaux « micro » et « macro »**
- **Permettre des actions locales**, sur les abeilles du niveau « micro », et voir leurs effets au niveau « macro »
- **Approche intuitive**, qui ne demande pas de connaissances mathématiques avancées
- **Les paramètres du modèle** sont directement reliés à la biologie de l'abeille

## Propositions

- Faire un **modèle informatique de la colonie** qui permette d'interagir localement au niveau des abeilles, et qui intègre des **phénomènes complexes** comme le **recrutement**, la **thermorégulation**, l'**auto-adaptation** ;
- Créer une **représentation virtuelle de la ruche** et intégrer des **moyens de visualisation et d'interactions** avec la colonie, qui soient réalistes, intuitifs, et ergonomiques.



Modèle à base d'agents de la colonie, simulée dans une ruche virtuelle en 3D, pour permettre sa visualisation et des interactions locales avec l'utilisateur. Les propriétés globales de la colonie émergent des comportements et interactions entre abeilles dans la ruche. L'INRA et le GDSA29 fournissent les données provenant de leurs ruches pour calibrer et valider le modèle.

## Application à une stratégie de lutte intégrée contre *Varroa* Le retrait du couvain de mâles

### Le retrait du couvain de mâles

- **Méthode alternative** qui n'inclue pas l'usage de pesticides
- Se base sur le constat que les cellules de mâles attirent de façon significative le *Varroa*
- **Retraits réguliers des cadres** contenant du couvain de mâles, pour détruire les *Varroa* présents dans les cellules.
- Souvent couplée à un traitement non chimique à l'automne, à base d'acide oxalique ou formique, après engagement de la reine.

### Paramètres

- Périodes des retraits
- Date de la 1<sup>ère</sup> opération
- Nombre de retraits
- Réutilisation du même cadre ?



### Problématique

Méthode prometteuse, mais dont les paramètres dépendent du climat, de l'état initial des colonies, de la santé des reines et de la disponibilité en nectar et pollen au cours de la saison ...

### Comment trouver les meilleurs paramètres ?

#### Protocole d'expérimentation prévu sur 3 ans

- **2 expérimentations in-vivo** sur des ruchers dans le Finistère et à Avignon
- 1 lot témoin et 3 lots pour tester le nombre optimal de répétitions
- Comptage régulier des *Varroa*

En parallèle, **expérimentation in-vitro**, avec la ruche virtuelle

- Pour calibrer, vérifier et valider le modèle ;
- Puis pour **identifier les meilleures combinaisons de paramètres selon le contexte** à court, moyen et long terme.

Crédits Photos :

André Lozac'h, GDSA29

ValtersBrusbardis, Latvian Beekeepers Association