



**HAL**  
open science

# Élaboration d'un modèle de prédiction de la biodiversité chez les abeilles à partir d'une revue de littérature

Chantal Rabolin-Meinrad, Abdelhak Rouabah, Remi Noraz

## ► To cite this version:

Chantal Rabolin-Meinrad, Abdelhak Rouabah, Remi Noraz. Élaboration d'un modèle de prédiction de la biodiversité chez les abeilles à partir d'une revue de littérature. GDR POLLINECO, GDR, Oct 2023, Bordeaux, France. hal-04662744

**HAL Id: hal-04662744**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04662744v1>**

Submitted on 26 Jul 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



GDR  
POLLINÉCO

du 4 au 6 octobre 2023

# Élaboration d'un modèle de prédiction de la biodiversité chez les abeilles à partir d'une revue de littérature

Chantal RABOLIN-MEINRAD,  
Abdelhak ROUABAH,  
Rémi NORAZ

Interreg  Co-financé par l'Union Européenne  
Kofinanziert von der Europäischen Union  
Rhin Supérieur | Oberrhein

 VinBiodiv

 lae  
laboratoire  
agronomie et  
environnement

 UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE  
 INRAE



Historiques des recherches

Mise au point d'un indicateur de pollinisation

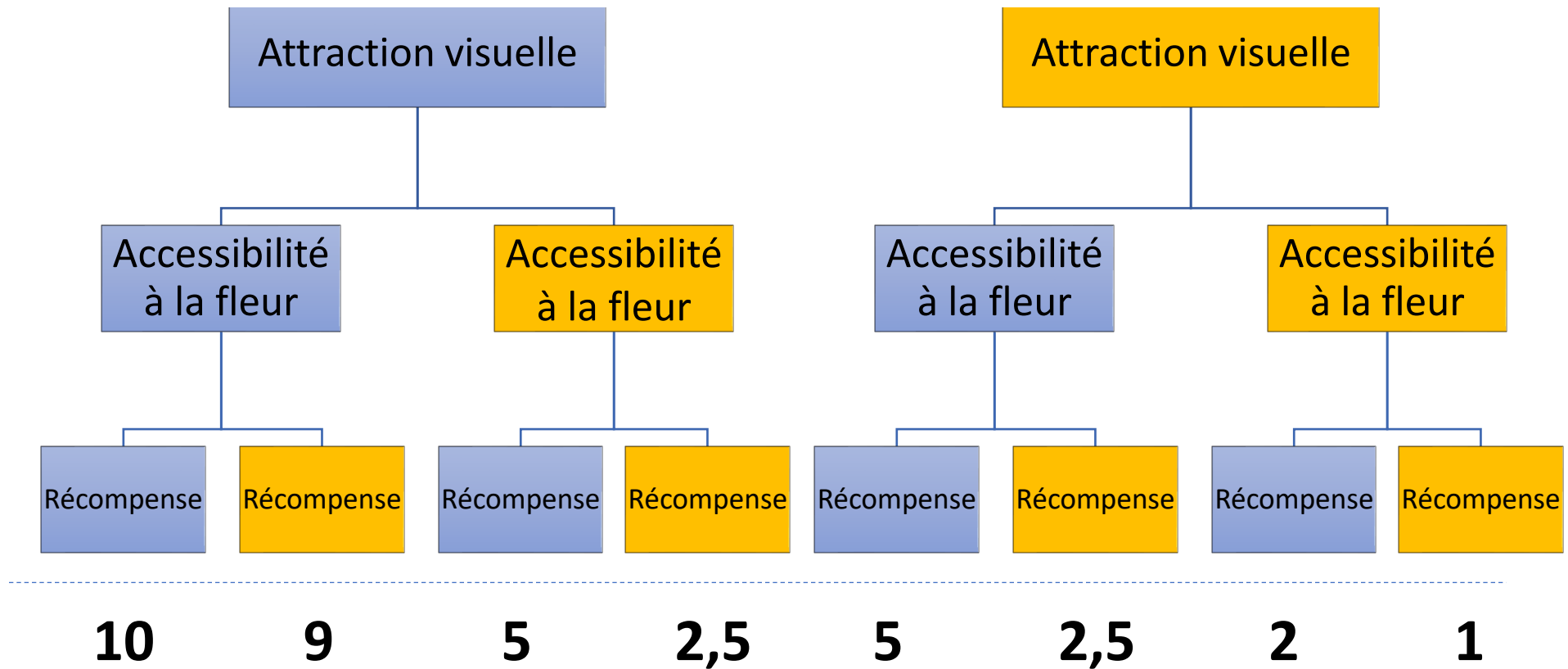
Mise au point de mélange favorisant la diversité et le maintien des pollinisateurs

Aller plus loin...





# Indicateur de pollinisation



Favorable



Défavorable

⊙ Aucune note nulle attribuée

⊙ La récompense a moins de poids que l'attraction visuelle et l'accessibilité à la fleur



## Composition du mélange

Choix d'espèces

Valeur pollinisatrice

Semis 2022

**MELANGE FLEURI VITICOLE LOCALINRAE**  
 80% Fleurs sauvages + 20% graminées sauvages

**Composition\* :**

80% FLEURS SAUVAGES		PMG
• 4%	ACHILLEA MILLEFOLIUM	0.20 VL ALSACE
• 2%	ANTHEMIS TINCTORIA	0.40 ALSACE
• 5.5%	ANTHYLLIS VULNERARIA	2.80 VL ALSACE
• 2%	DIANTHUS CARTHUSIANORUM	1.00 VL ALSACE
• 2.5%	GALIUM VERUM	0.50 VL ALSACE
• 14%	CENTAUREA CYANUS	3.80 VL ALSACE
• 2.5%	CENTAUREA JACEA	1.20 VL ALSACE
• 2%	KNAUTIA ARVENSIS	4.70 VL ALSACE
• 4.5%	LEUCANTHEMUM IRCUTIANUM	0.40 VL ALSACE
• 3.5%	MEDICAGO FALCATA	2.00 VL ALSACE
• 4.5%	ONOBRYCHIS VICIFOLIA	20.00 ALSACE
• 0.3%	ORIGANUM VULGARE	0.10 BASSIN RHENAN
• 3%	PAPAVER RHOEAS	0.10 VL ALSACE
• 3%	SALVIA PRATENSIS	1.80 VL ALSACE
• 7%	SANGUISORBA MINOR	7.00 VL ALSACE
• 4.5%	SILENE VULGARIS	0.70 VL ALSACE
• 2%	LOTUS CORNICULATUS	1.20 VL ALSACE
• 2.8%	ALLIUM SCHOENOPRASUM	1.10 BASSIN RHENAN
• 3%	TRAGOPOGON PRATENSIS	7.00 VL ALSACE
• 0.4%	ECHIUM VULGARE	2.90 VL ALSACE
• 2.5%	PETROHAGIA PROLIFERA	1.30 VL ALSACE
• 0.5%	CENTAUREA SCABIOSA	5.70 VL ALSACE
• 3.5%	DAUCUS CAROTA	1.00 VL ALSACE
20% GRAMINEES SAUVAGES		
• 1.5%	BRACHYPODIUM PINNATUM	3.20 VL ALSACE
• 7%	FESTUCA RUBRA	1.10 VL ALSACE
• 1.5%	ANTHOXANTHUM ODORATUM	0.60 VL ALSACE
• 8%	BROMUS ERECTUS	5.40 VL ALSACE
• 2.5%	FESTUCA GUESTFALICA OVINA	0.50 VL ALSACE

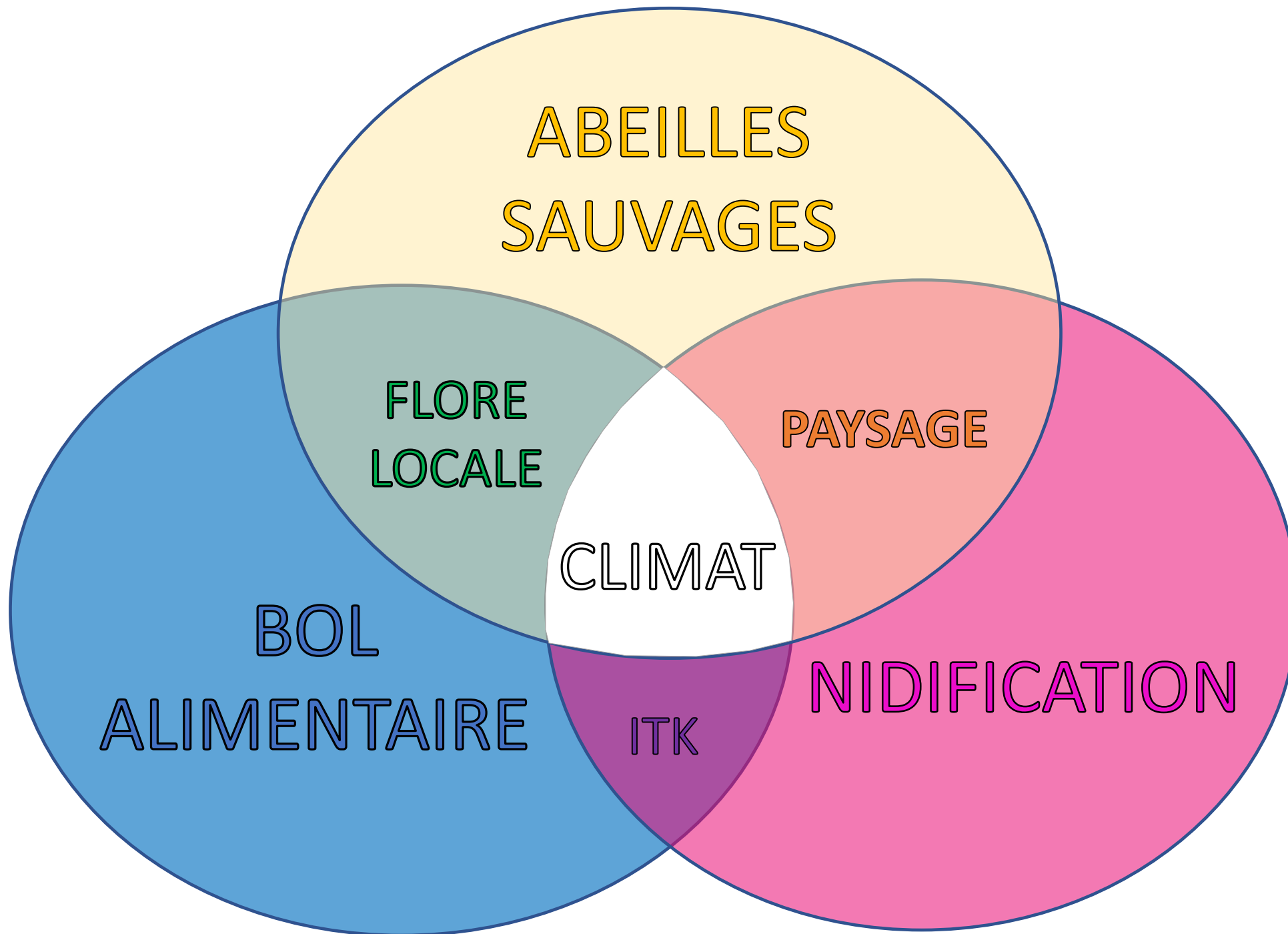
**Semis :**  
 - Densité : 3 à 5 g/ m<sup>2</sup>  
 - Période de semis : printemps / automne (privilégier un semis d'automne si possible, cela permet une levée plus homogène et moins de concurrence des adventices)

COND : 048842      POIDS : 1 KG

Composition strictement réservée à la clientèle  
 Reproduction/publication administrative ou commerciale interdite sans accord préalable.  
 \*Sous réserve des espèces/varétés disponibles

www.nungesser-semences.fr







# Modélisation spatiale des pollinisateurs dans les paysages agricoles: Revue systématique de la littérature scientifique

Abdelhak ROUABAH, Chantal RABOLIN-MEINRAD, Olivier THEROND



## Contexte et objectifs de recherches

**Une approche en termes de modélisation mathématique est particulièrement adaptée pour étudier les effets des changements d'utilisation des terres sur les pollinisateurs et orienter les pratiques de gestion**

### Objectifs de recherches:

**1- Conduire une revue systématique de la littérature scientifique sur les modèles non-corrélatives simulant les effets des changements d'utilisations des terres dans les paysages agricoles sur les pollinisateurs.**

- Examiner des propriétés des modèles et systèmes modélisés: approches de modélisation, groupes de pollinisateurs considérés, processus modélisés, principales sorties, ...
- Identifier des besoins de recherches et faire des propositions d'amélioration pour les modèles

**2- Développer un modèle centré agents pour explorer les relations entre les changements de l'utilisation de terres à différentes échelles spatiales et le comportement de dispersion et le développement des populations de pollinisateurs dans les paysages agricoles (Stage M2: Rémi NORAZ)**

- Identifier les possibilités de couplage et hybridation des modèles existants
- Implémenter le modèle dans la plateforme MAELIA (<http://maelia-platform.inra.fr/>)

# Stratégie de recherche bibliographique et critères d'inclusion des publications

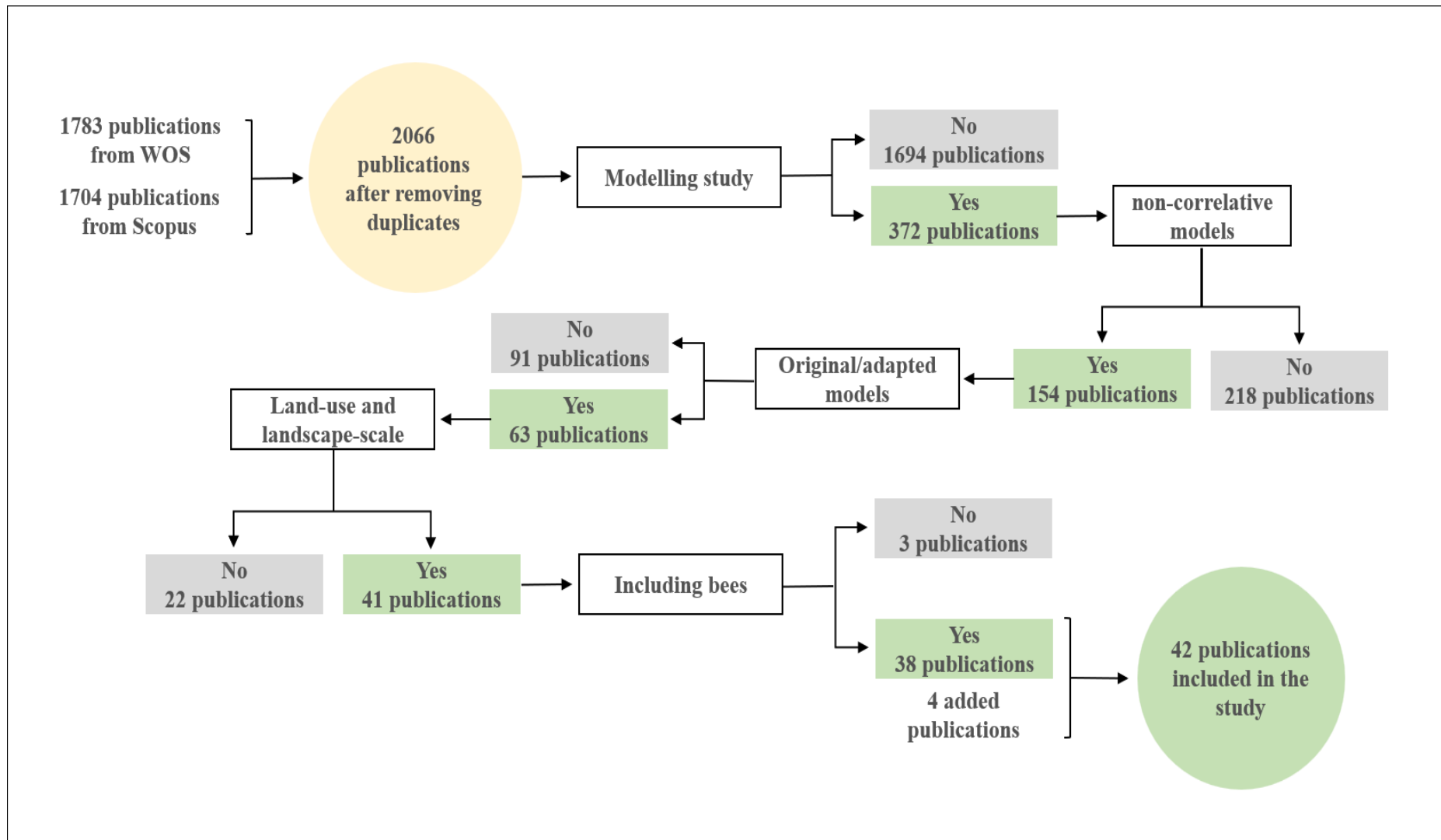
Rechercher les publications évaluées par des pairs dans :  
*ISI Web of Science™* et *Scopus*

Requête utilisée:

*model\**

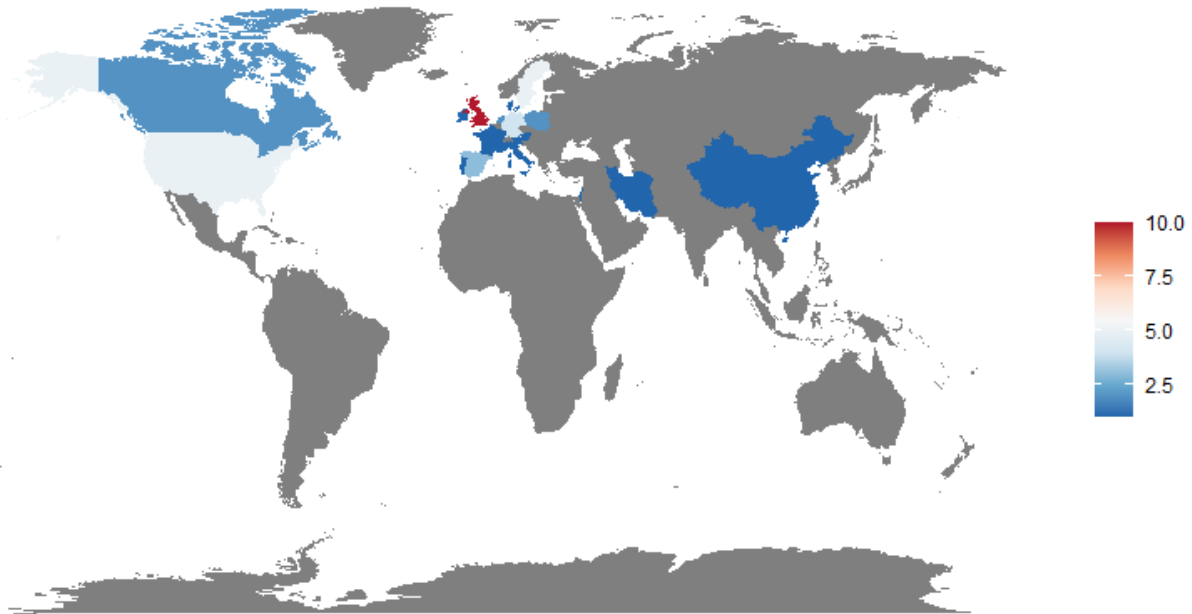
*AND (land\* OR agri\* OR agro\*  
OR crop\* OR grass\*)*

*AND pollinat\**

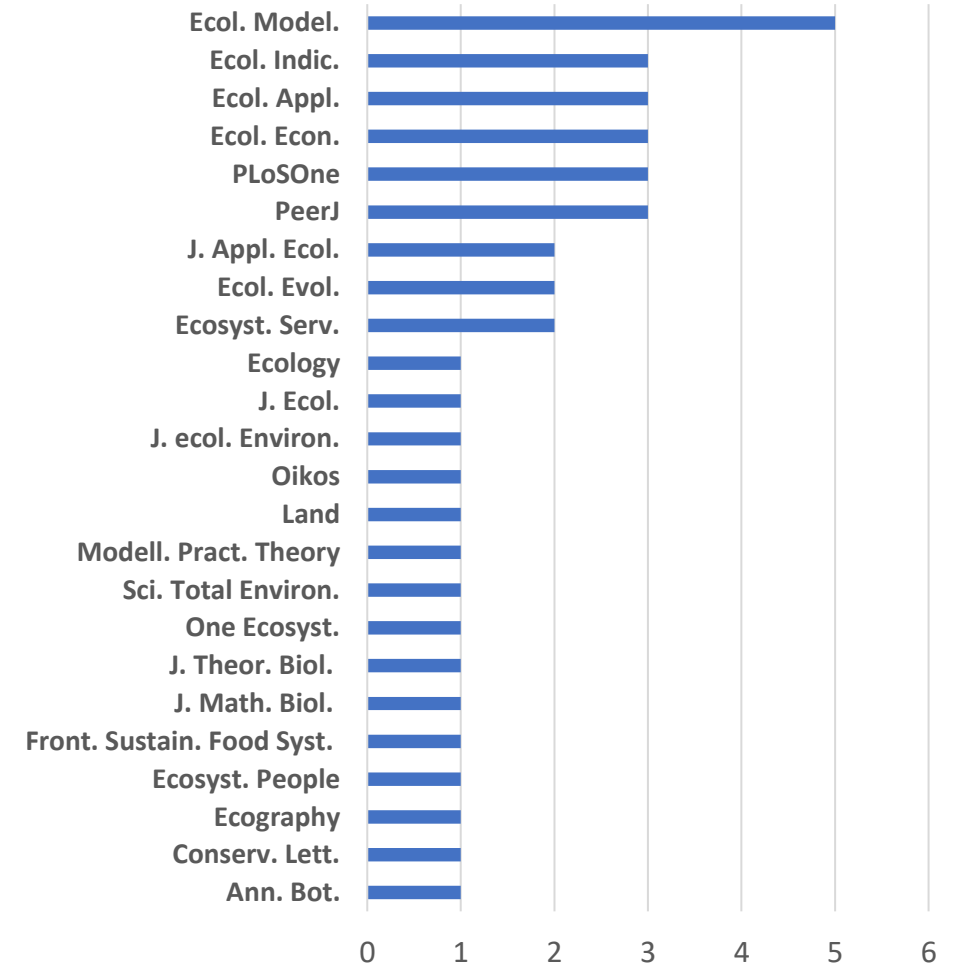


# Quelques résultats

Number of publications by contry



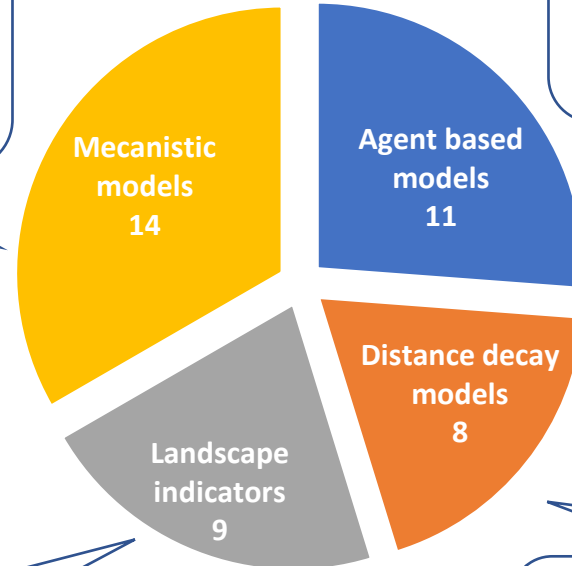
Number of publications by journal



# Quelques résultats

## Différentes approches pour la modélisation spatiale des pollinisateurs dans les paysages agricoles

Représentent un ou plusieurs processus écologiques et agronomiques par un ensemble d'équations (ex. équations différentielles) reliant les entrées du système (ex., occupation des sols, les pesticides) aux sorties (ex. Taux de visites, les rendements).



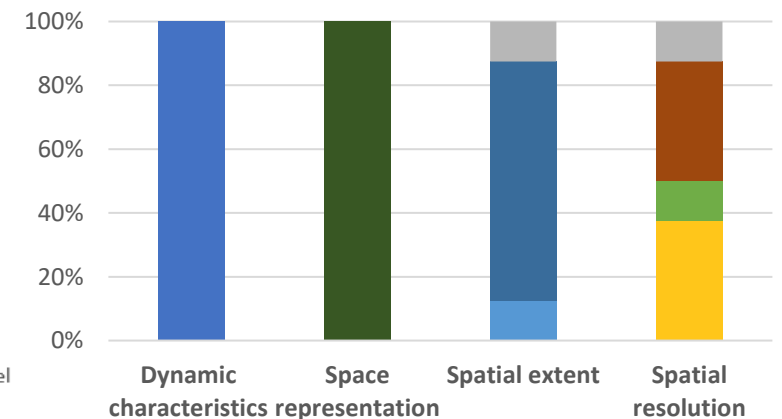
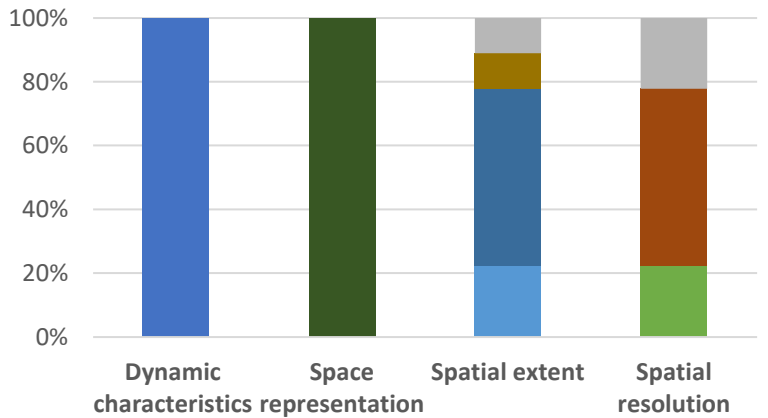
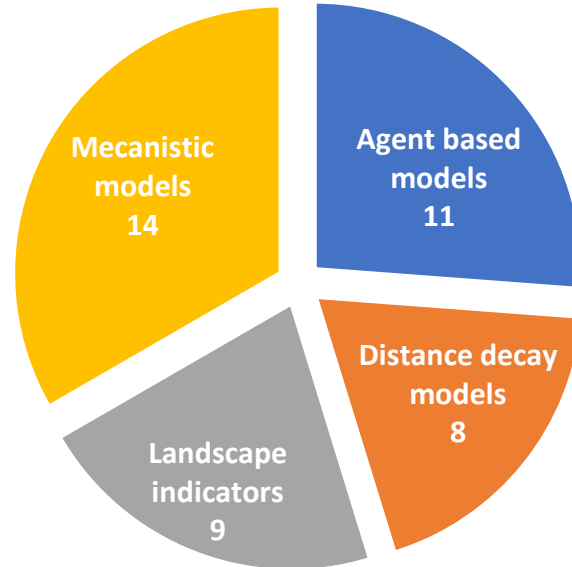
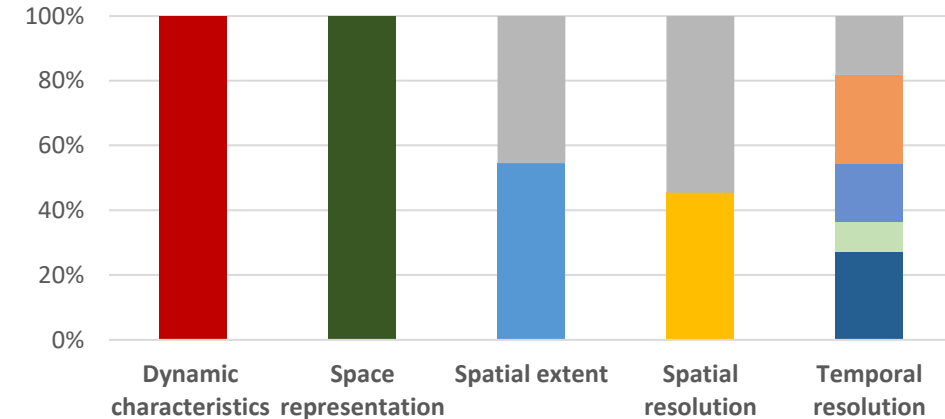
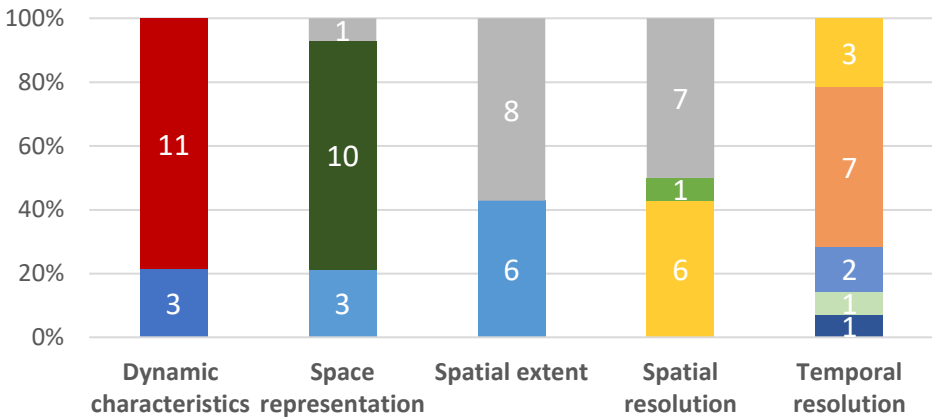
Représentent explicitement les individus ou population d'abeilles en tant qu'« agents » autonomes. Simulent les interactions entre agents et avec leur environnement → capturer des phénomènes émergents dans les systèmes.

Proposent des scores en fonction de la qualité d'habitats dans le paysage → une indication sur l'état des populations d'abeilles ou du service de pollinisation.

Utilisent un kernel de distribution pour prédire la probabilité de visite des abeilles en fonction de la capacité d'habitats à fournir des sites de nidification et de la quantité de ressources florales disponibles dans le rayon de dispersion

# Quelques résultats

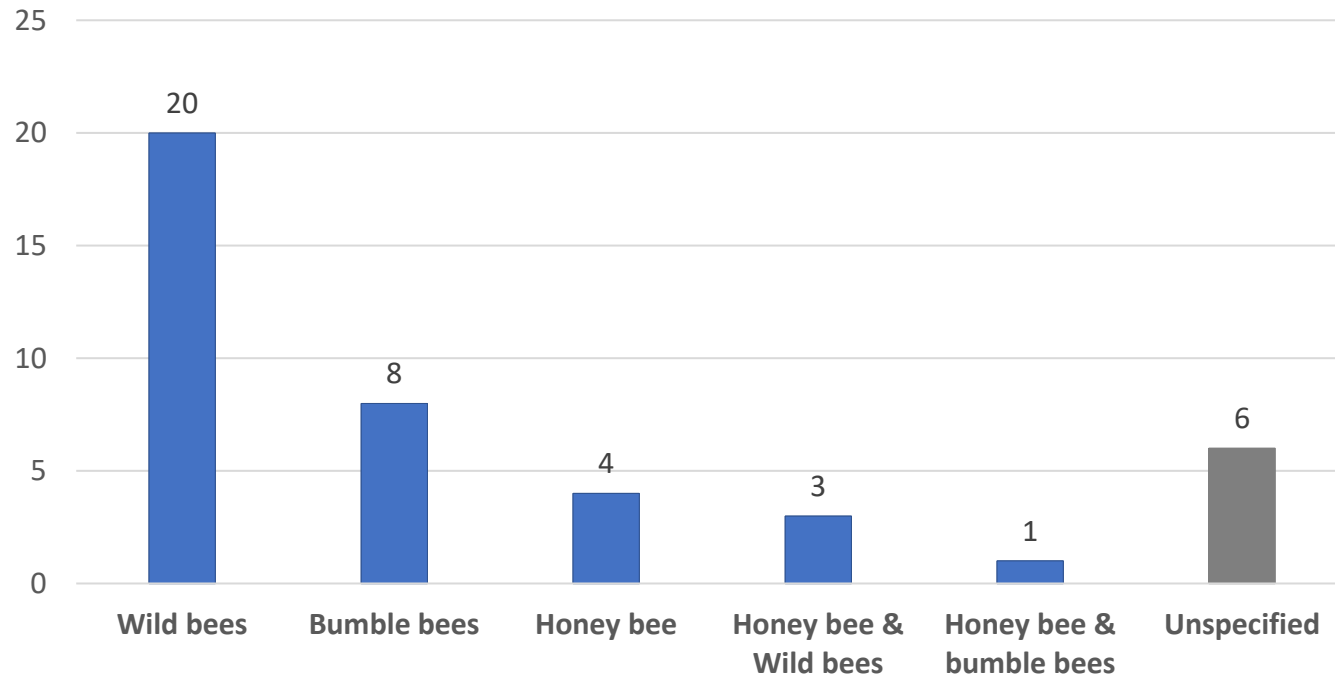
## Différentes approches pour la modélisation spatiale des pollinisateurs dans les paysages agricoles



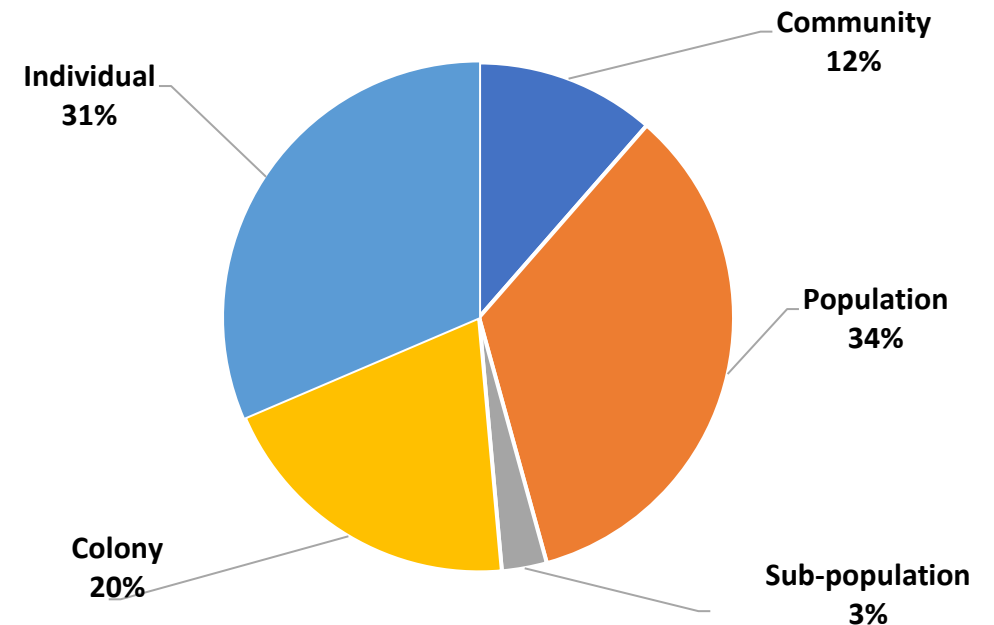
## Quelques résultats

- **Les abeilles sauvages (solitaires et sociales) sont les groupes de pollinisateurs les plus représentés**
- **La population est le niveaux écologiques le plus considéré**

Number of publication by bee group



Proportion of publication by ecological level

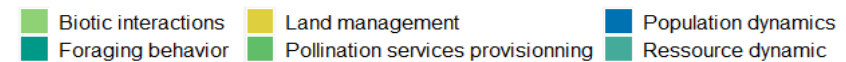
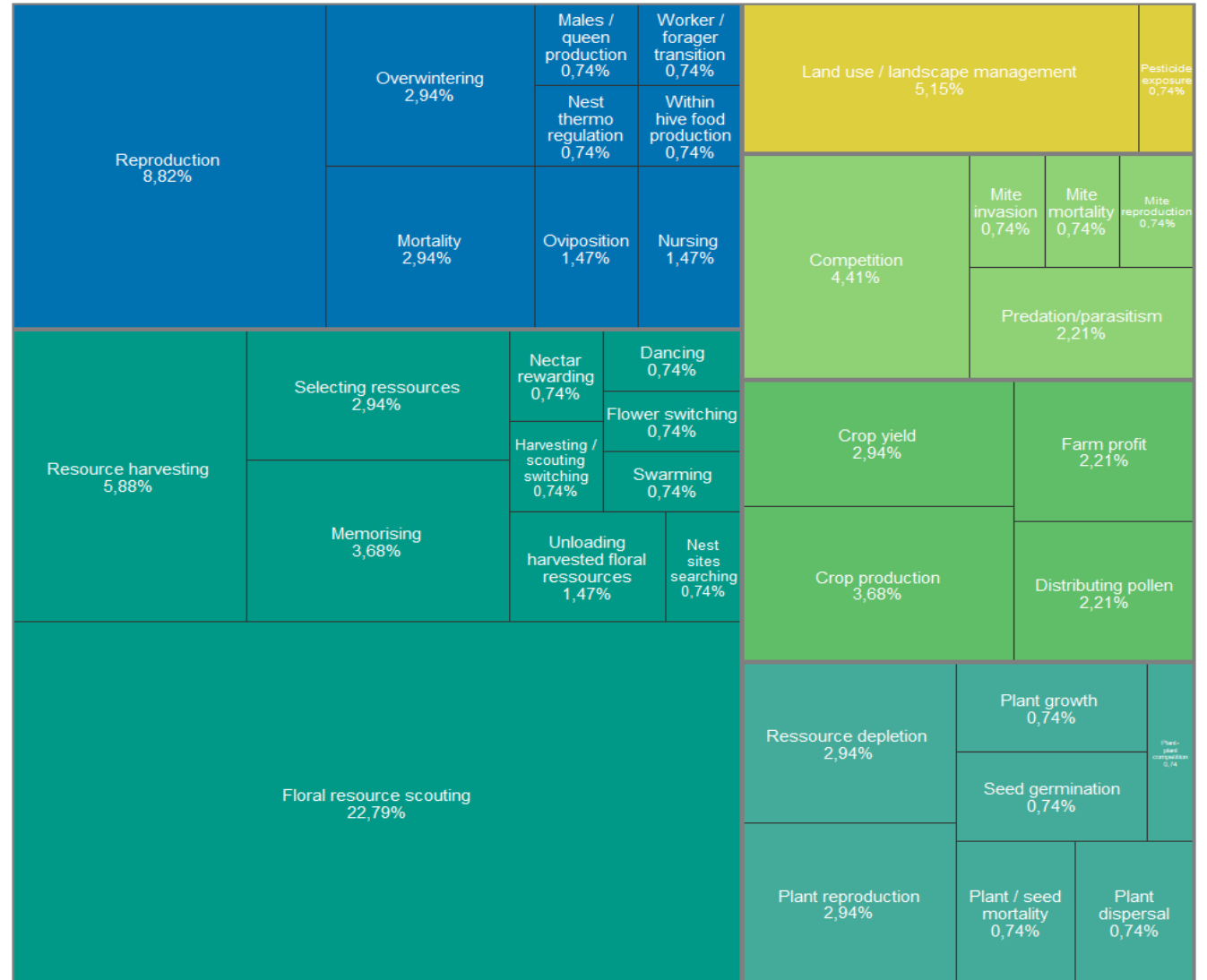


# Quelques résultats

## 38 processus écologiques et agronomiques (terminologie homogénéisée entre publications) regroupés en Quatre classes

La recherche de la ressource florale, processus le plus représenté (31 modèles) seul ou avec d'autres processus de dynamiques des populations d'abeilles.

Faible représentation des processus liés à la dynamique de disponibilité des ressources et aux interactions biotiques.

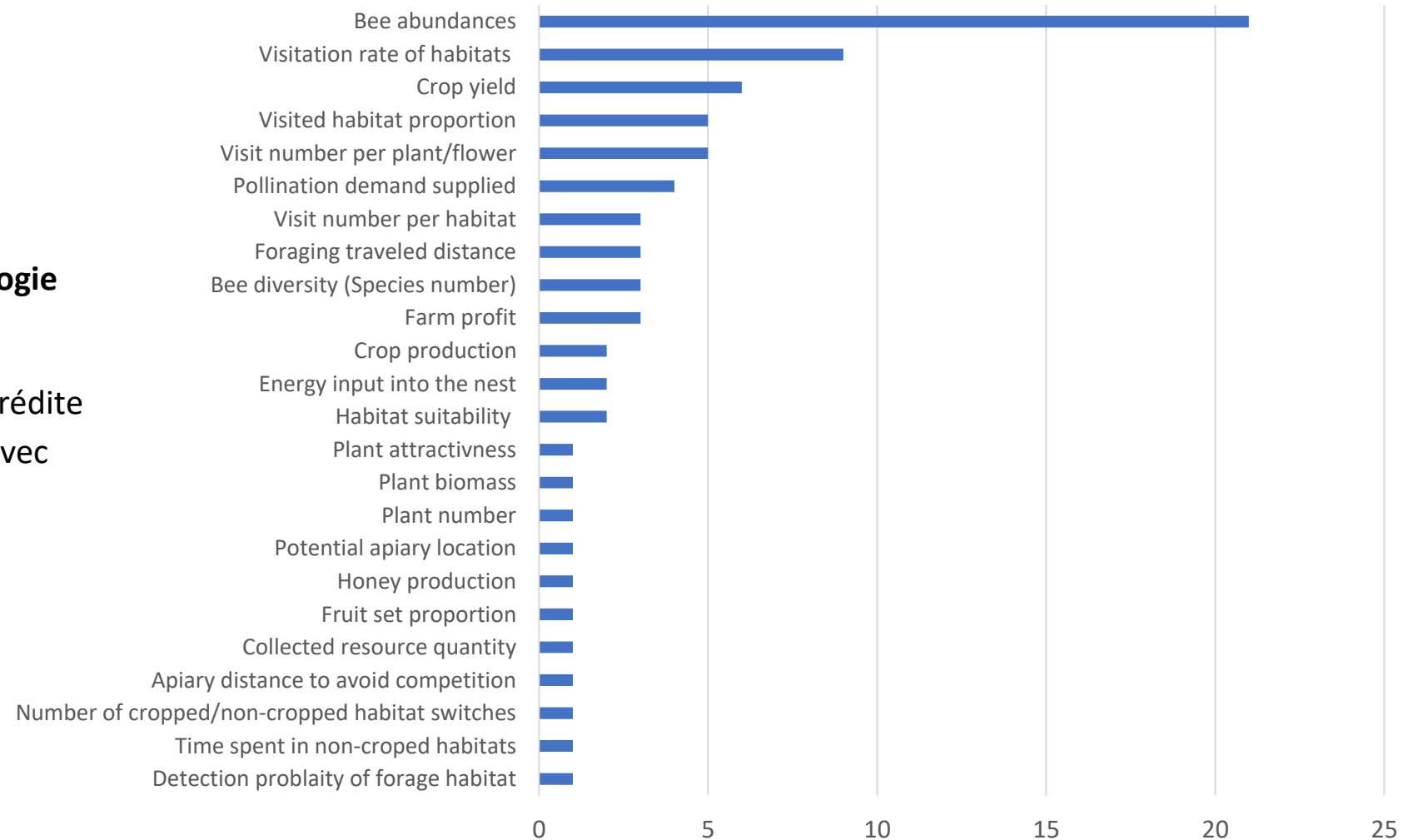


# Quelques résultats

## 24 variables de sortie prédites (terminologie homogénéisée entre publications)

La richesse spécifiques des abeilles peu prédite (seulement 3 modèles) en comparaison avec l'abondance et le taux de visites.

### Number of publications by output variable



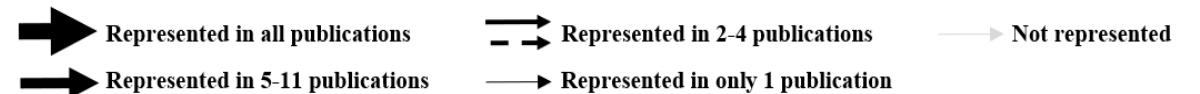
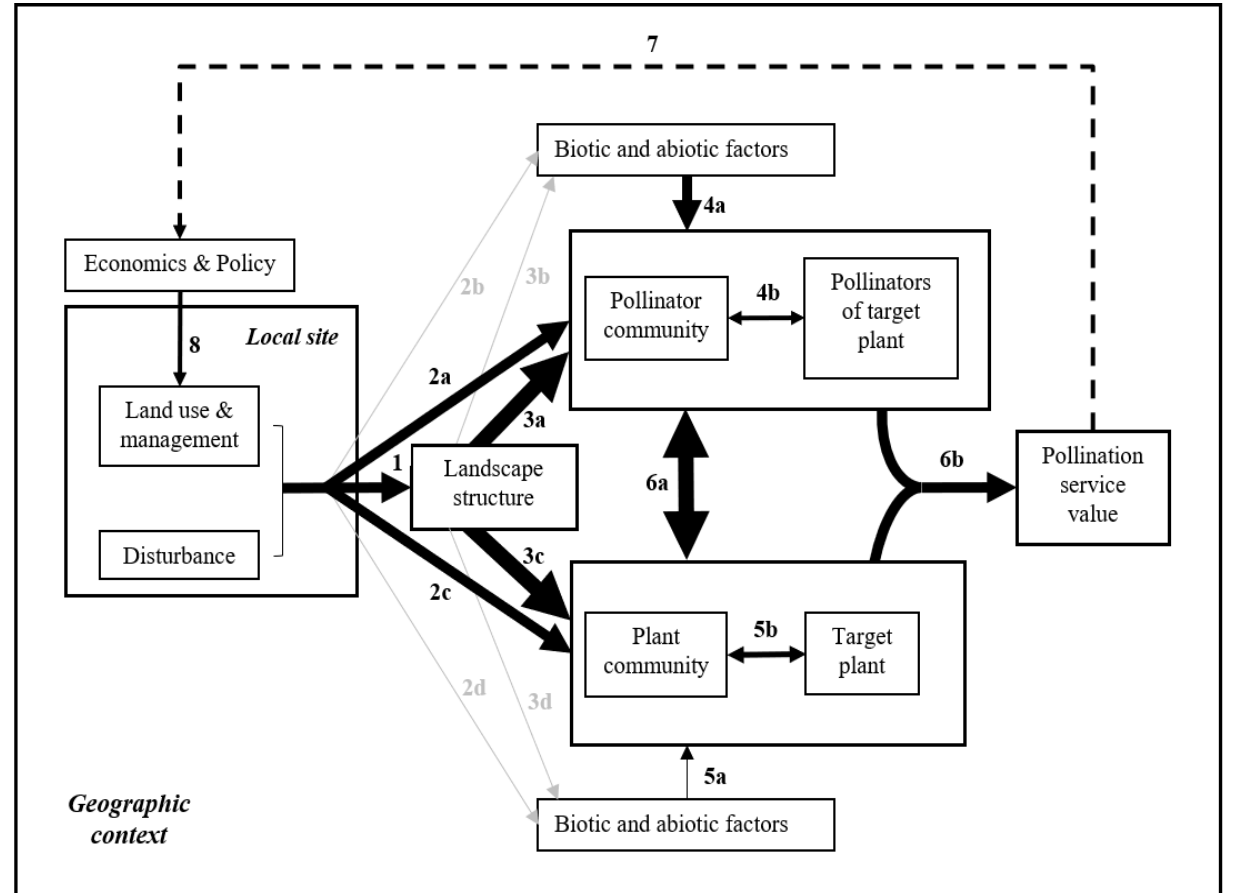


# Capacités et limites des modèles

Paramétrisation prometteuse des modèles pour reproduire une représentation théorique des processus de dispersion et du développement des populations/colonie d'abeilles.

## Mais

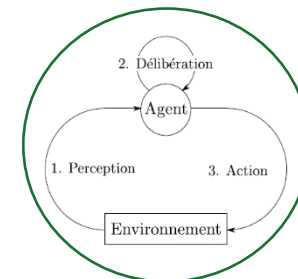
- Faible description des pratiques agricoles au niveau local par rapport aux pratiques de gestion au niveau du paysage,
- Focus sur le groupe d'abeilles (abeille domestique, bourdons et abeilles solitaires), et faible représentation des autres groupes de pollinisateurs,
- Dynamique de la disponibilité des ressources florales très peu prise en compte (seulement dans deux modèles),
- Interactions biotiques (compétition, prédation, ...) et effet du climat très peu et implicitement implémentées.



Niveau de représentation des interactions et *feedbacks* définies dans le modèle conceptuel de Kremen et al., (2003)

# Contexte

- Importance des insectes dans la pollinisation et l'agriculture
- Déclin globale et systémique des populations d'insectes
- Causes multifactorielles du déclin: changement d'utilisation des terres, utilisation de pesticides, ...
- La modélisation comme outil de décision à la protection des pollinisateurs
- Objectif: développement d'un modèle spatial sur les pollinisateurs au sein d'un paysage agricole





# Jachères & bandes fleuries

- Couche SIG utilisée: RPG
- Caractérisation à partir de la liste nationale des espèces mellifères pour les jachères mellifères déclarée en IAE



*Fiches aide - déclaration  
des éléments favorables à  
la biodiversité BCAA 8*

# Dynamiques de populations des pollinisateurs

Partie collecte de nourriture et dispersion:

Häussler et al (2017)

Blasi et al (2022)

1 espèce d'abeille domestique,  
*Apis Mellifera*

Khoury et al 2013



2 espèces de bourdons:

Bumble-BEEHAVE (Becher et al,  
2018)

Duchateau & Velthuis (1998)

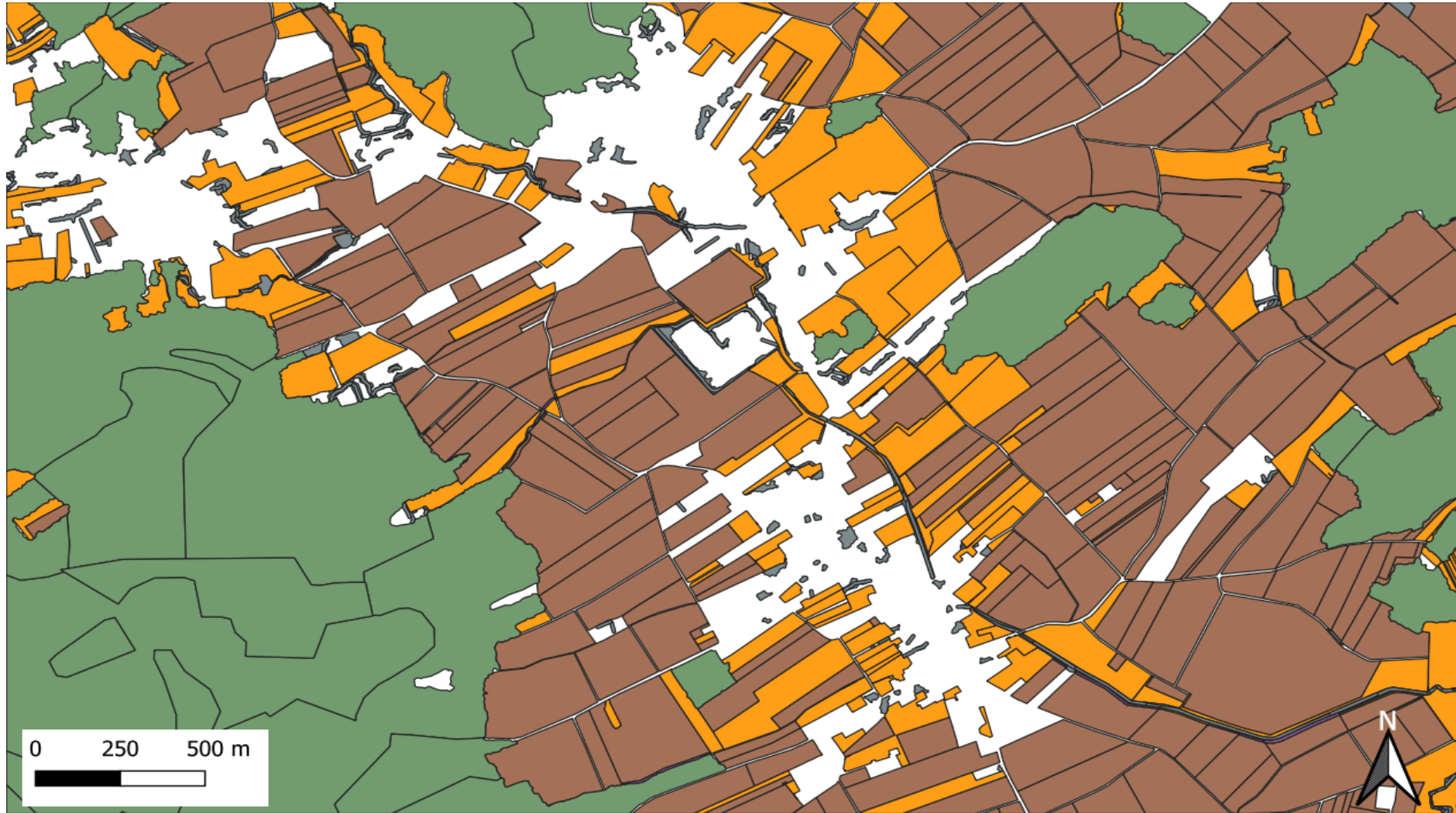


3 espèces d'abeilles solitaire:

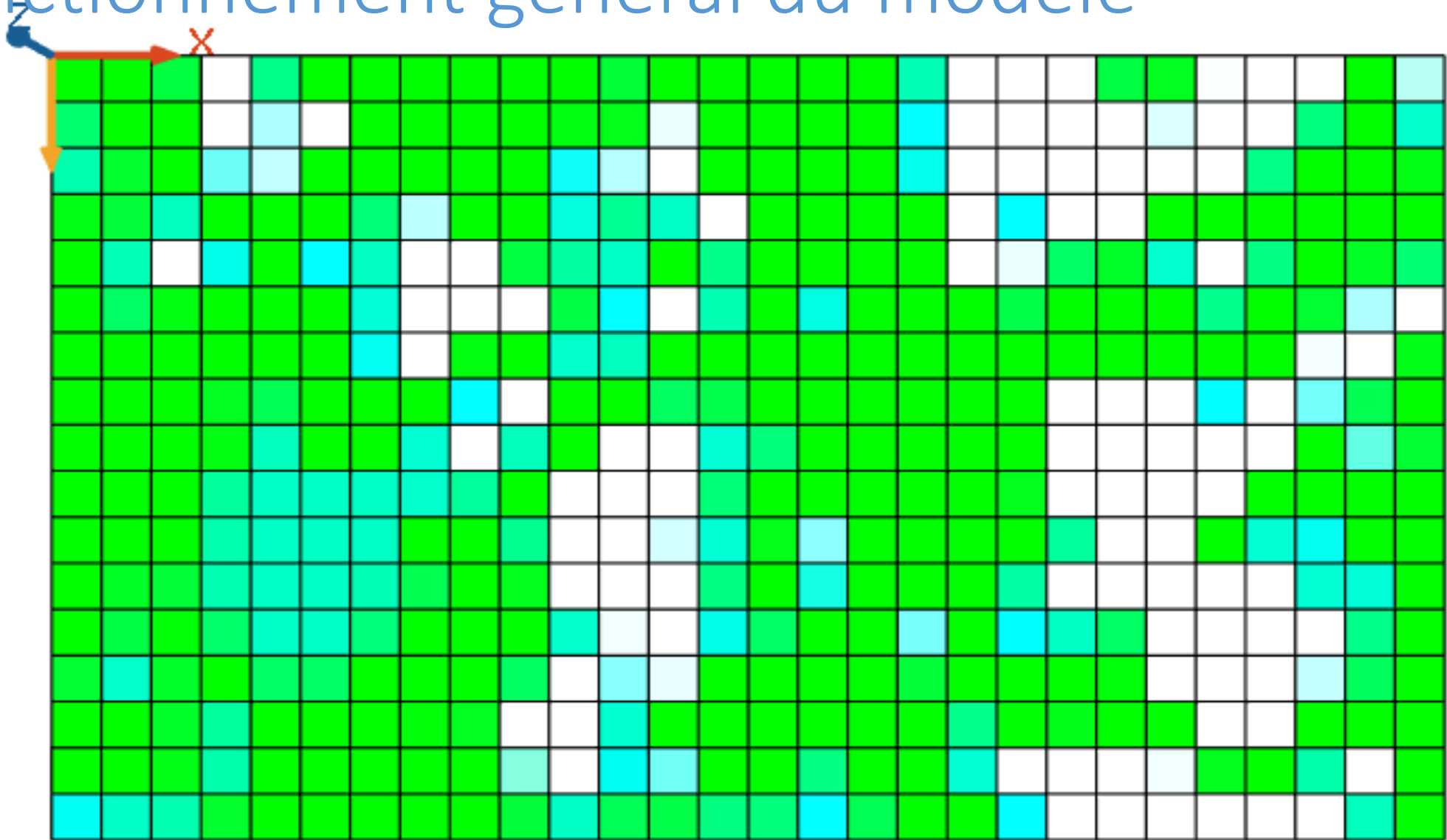
Recherche bibliographique



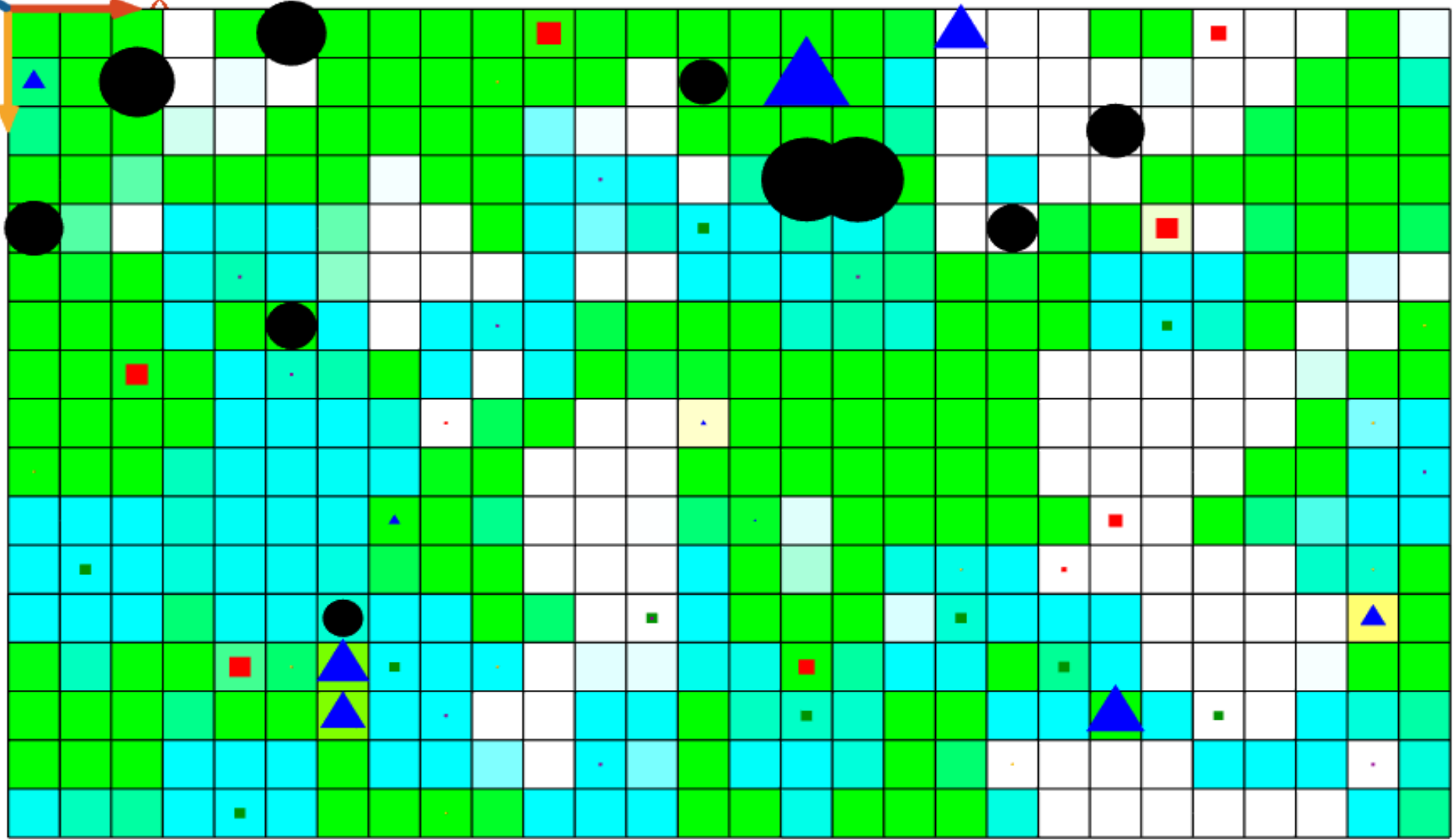
# Fonctionnement général du modèle



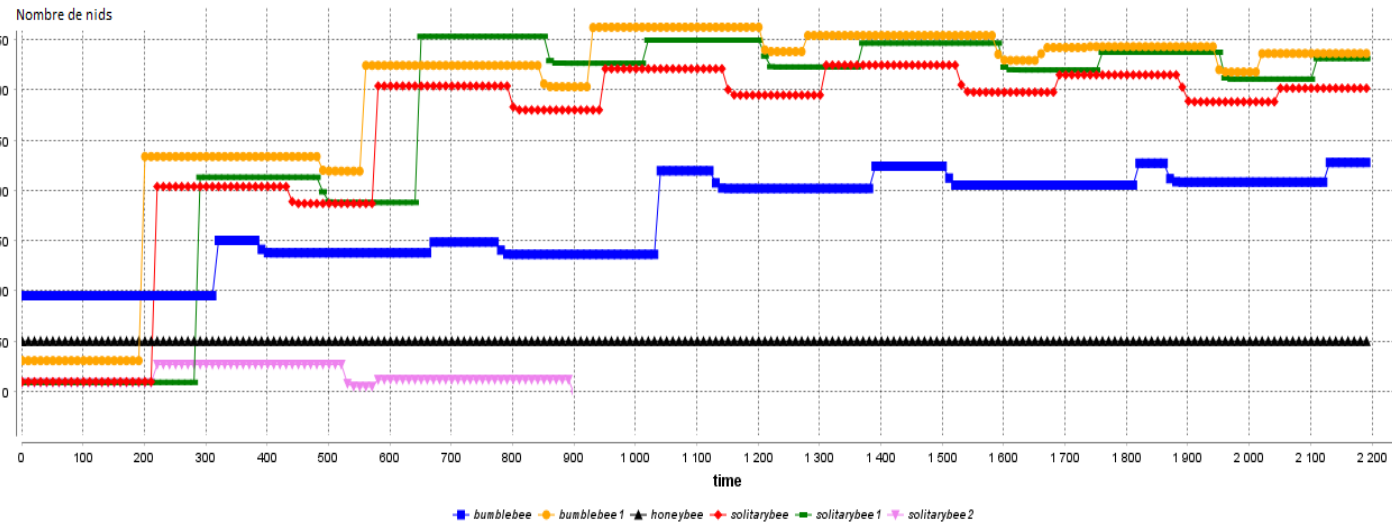
# Fonctionnement général du modèle



# Fonctionnement général du modèle

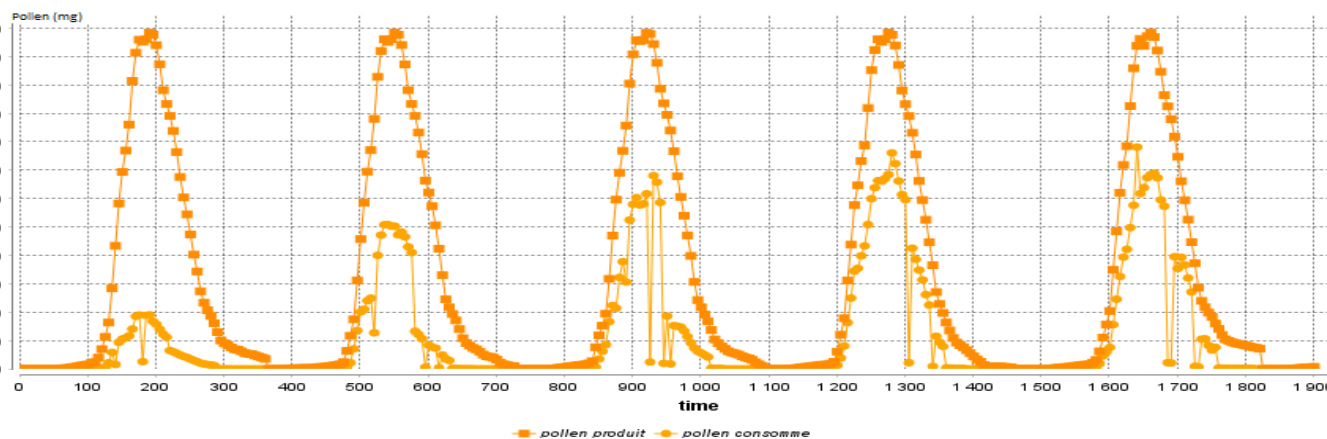


# Exemples de sorties du modèle



Evolution du nombre de nids/colonies des différentes espèces de pollinisateurs sur l'ensemble du paysage au cours du temps

- Le nombre de nids varie en fonction des événements de dispersion et de la mortalité hivernale



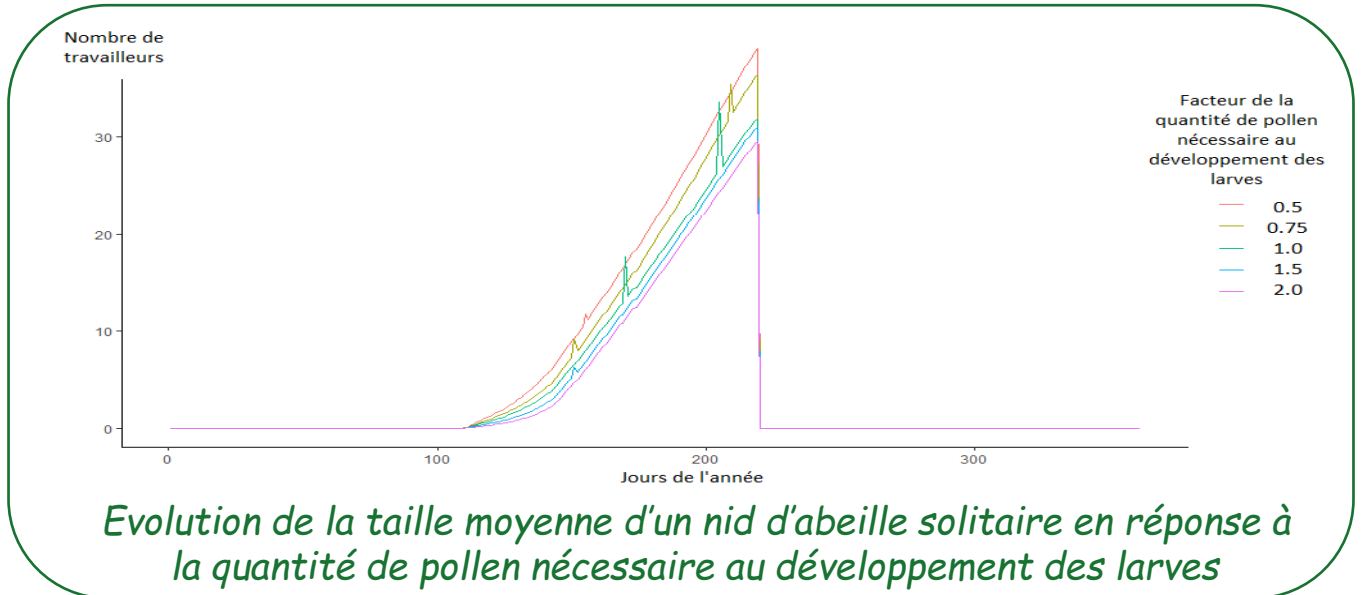
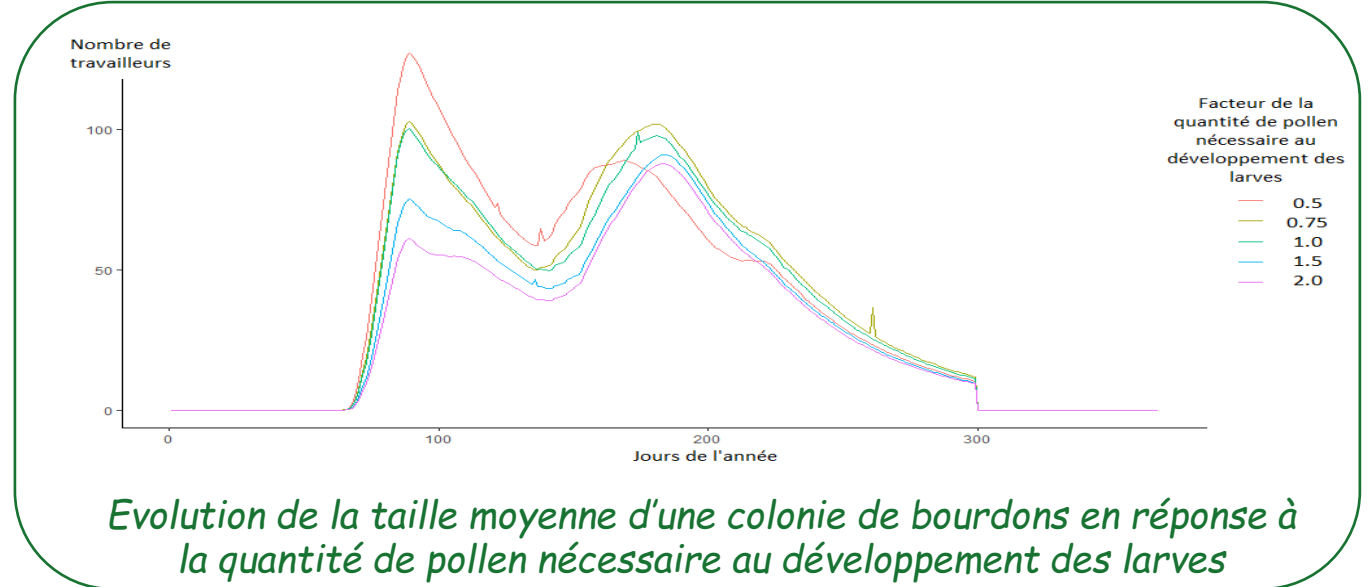
Dynamique de production de pollen par les éléments du paysage et de la consommation de pollen

- Augmentation de la part de la ressource produite qui est consommée par les pollinisateurs
- => Pollen ressource limitante ?



# Exemples de résultats de l'analyse de sensibilité: besoins en pollen

- Représentation des comportements de pollinisateurs avec des besoins différents en pollen
- Tendence à la diminution de la taille des populations quand la demande en pollen augmente



# Innovations et pistes d'améliorations du modèle

## Innovations du modèle:

Meilleure prise en compte des dynamiques de production de la ressource

Implémentation des effets de la variabilité du climat

Intégration des effets de compétition intra et inter-groupe de pollinisateurs

## Pistes d'améliorations du modèle:

Intégration de nouveaux facteurs de mortalité

Corrections de certaines dysfonctions révélées par les analyses de sensibilité

Prise en compte des réseaux d'interactions plantes pollinisateurs



*Merci pour votre attention!*

*Avez-vous des questions ?*