

# La lutte biologique par augmentation Comment introduire les ennemis naturels ?

## Introduction

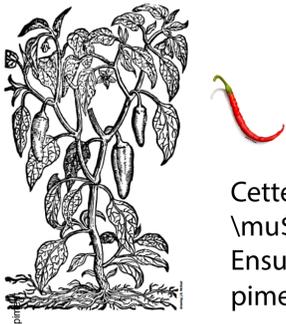
La lutte biologique consiste à introduire un organisme vivant (prédateurs, parasitoïdes ou pathogènes) afin de contenir une population de ravageurs sous un seuil de nuisibilité pour les cultures. C'est une stratégie alternative à l'usage des pesticides.

La lutte biologique par augmentation consiste à introduire de manière répétée les ennemis naturels. Cette méthode est très utilisée dans les cultures de serre (fleurs et légumes) et dans les champs (blé). Son efficacité dépend fortement de deux questions : en quelle quantité et à quelle fréquence faut-il introduire les ennemis naturels pour contrôler au mieux la population de ravageurs ?

Pour répondre à ces questions, nous travaillons en amont sur la modélisation de telles méthodes. C'est-à-dire que nous tentons de représenter comment les nuisibles et les ennemis naturels interagissent entre eux lorsque ces derniers sont introduits répétitivement. Ensuite, nous cherchons une stratégie d'introduction optimale permettant la suppression des ravageurs.

## Méthodes

Nous utilisons des modèles semi-discrets permettant de définir à la fois les interactions type nuisible-ennemi et les lâchers d'ennemis naturels. Nous étudions alors comment faire varier la taille et la fréquence de ces introductions pour éradiquer au mieux les ravageurs.



$$\begin{cases} \dot{x} = f(x) - g(x, y)y \\ \dot{y} = h(x, y)y - m(y)y \\ y(kT^+) = y(kT) + \mu T \end{cases} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{ecological interaction} \\ \longrightarrow \text{enemy releases} \end{array}$$

Cette modélisation des lâchers nous permet notamment de jouer sur les taux d'introduction  $\mu$  et leurs fréquences  $T^{-1}$ . Ensuite, nous testons ces prédictions au niveau biologique, par le biais de mésocosmes sur les piments, en utilisant leurs principaux ravageurs et leurs ennemis naturels.

## Résultats théoriques

Nous avons démontré que la Densité Dépendance (DD) a un impact sur les performances des ennemis naturels et cela influe sur les stratégies d'introduction.

Lorsque la densité dépendance n'entre pas en jeu, il suffit d'introduire l'agent de lutte biologique en quantité suffisante à chaque fois pour qu'il éradique la proie. La fréquence des introductions n'a alors que peu d'importance.

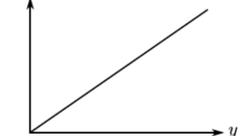
Si une forme de densité dépendance apparaît chez les agents de lutte biologique, alors les tailles d'introduction ET leurs fréquences jouent un rôle important dans le succès de la lutte biologique.

Si les ennemis sont influencés par une Densité Dépendance Négative (compétition ou interférence), la stratégie qui consiste à introduire fréquemment en petite quantité les ennemis naturels est plus rapide que celle en introduisant rarement et en grande quantité.

Concernant la Densité Dépendance Positive (coopération, accouplement, etc.) parmi les agents de lutte biologique, la stratégie d'introduction est alors inversée : on préférera utiliser de grandes introductions espacées dans le temps à de petits et fréquents lâchers.

Types of density dependence

$h(x, y)y$



$h(x, y)y$  No DD

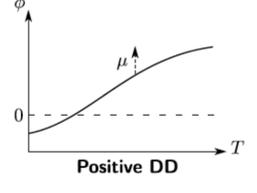
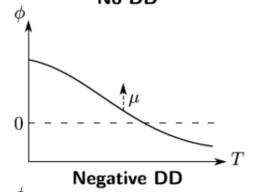
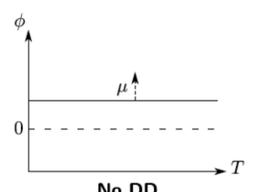


$h(x, y)y$  Negative DD



$h(x, y)y$  Positive DD

Pest eradication rate  $\phi$



## La densité dépendance

La densité dépendance est une propriété très répandue parmi les populations dans la nature.

Les agents de lutte biologique ne font pas exception. Certains indices nous montrent en effet que les prédateurs sont enclins à la densité dépendance négative, alors que les parasitoïdes subiraient plutôt de la densité dépendance positive.



Negative DD



Positive DD

## Expériences

Nous testons nos prédictions théoriques sur des piments mûrs mis en cage de façon individuelle dans des serres.

Les études se sont d'abord portées sur le thrips *Frankliniella occidentalis* et son ennemi : l'acarien prédateur *Neoseiulus cucumeris*, qui subit une densité dépendance négative.

De futures études vont considérer des systèmes de type hôte-parasitoïde.



Thrips



Pepper



Predatory mite

## Conclusion

Améliorer les programmes de lutte biologique par augmentation est un élément clé afin d'en promouvoir une plus large utilisation et ainsi diminuer l'utilisation des pesticides.

Nous avons montré que les stratégies d'introduction dépendent fortement du type de densité dépendance des ennemis naturels :

- De petites et fréquentes introductions doivent être favorisées si une densité dépendance négative est reconnue.
- De rares et grands lâchers sont préférables lorsqu'une densité dépendance positive est confirmée.

L. Mailleret, S. Nundloll, N. Bajoux, A. Bout, J. Pizzol, C. Poncet, M. Ziegler, N. Desneux and F. Grogard