

Evaluation du potentiel de régulation biologique en vergers à l'aide de « cartes de prédation »

Cécile Thomas¹, Jérémy Cortello¹, Claire Lavigne¹

Résumé. Dans cet article, nous présentons comment mesurer un potentiel de prédation de bioagresseurs par des auxiliaires de culture à l'aide de cartes de prédation. Le principe est de coller des proies qui simulent les stades du bioagresseur qui nous intéresse (ici : œufs de lépidoptère, pucerons aptères et graines d'adventice) sur des cartes de papier de verre. Ces cartes sont posées au sol ou fixées dans la frondaison des arbres pendant la période à laquelle on souhaite mesurer un potentiel de prédation (ici au début et à la fin du printemps). Au bout de quelques jours sur le terrain, elles sont récupérées et on compte le nombre de proies qui ont disparu.

Mots clés : bioagresseurs, prédation, proies sentinelles, régulation

Introduction

Dans le contexte agricole des dernières décennies, les produits phytosanitaires étaient considérés comme le principal recours permettant de protéger les cultures contre les insectes nuisibles, les maladies bactériennes et fongiques ou les adventices. Ils garantissaient des récoltes régulières, en quantité et qualité, en adéquation aux exigences des marchés. La mise en évidence d'impacts négatifs de ces substances sur l'environnement et la santé humaine a renouvelé l'intérêt de la mise en œuvre de méthodes alternatives de protection des cultures, notamment dans le cadre du plan national Ecophyto. L'objectif de ce plan « est de diminuer le recours aux produits phytosanitaires, tout en continuant à assurer un niveau de production élevé tant en quantité qu'en qualité ». Parmi les options considérées, « la réorientation des efforts de recherche sur le biocontrôle en sera l'un des éléments capitaux. » (ministère de l'Agriculture, Plan Ecophyto).

Les vergers sont des cultures pour lesquelles il est important de réduire l'usage des produits phytosanitaires car, bien qu'ils ne couvrent que 1 % de la SAU (surface agricole utile), ils sont responsables de la consommation de 21 % des insecticides en France (Aubertot et al., 2005). Dans les vergers de pommiers du Sud-Est, les insecticides ciblent particulièrement le carpocapse des pommes *Cydia pomonella* (lépidoptère) et le puceron cendré *Dysaphis plantaginea*. De plus, généralement le rang est également désherbé.

La lutte biologique par conservation est une forme particulière de lutte biologique dont l'objet est une modification de l'environnement des parcelles (haies, bandes enherbées, structure du paysage...) ou des pratiques culturales (traitements biologiques, raisonnement des applications, taille...) afin de favoriser les populations d'auxiliaires naturellement présentes et potentiellement efficaces contre les bioagresseurs. Cette piste est notamment envisagée dans les vergers qui, par leur pérennité et la complexité de leur structure multi-strate, sont plus susceptibles d'abriter une faune auxiliaire stable et diversifiée (Simon et al., 2010).

De nombreux projets étudient les conditions d'une lutte biologique par conservation efficace. Parmi eux, le réseau SEBIOPAG (services écosystémiques assurés par la biodiversité dans les paysages agricoles) (<http://sebiopag.inra.fr/>) a pour objectif d'étudier et de caractériser les services rendus par la biodiversité dans les paysages agricoles, notamment le contrôle biologique des ravageurs. Ce projet concerne un réseau de cinq sites en France : la zone atelier Armorique, la zone atelier Plaine et Val de Sèvre, la zone atelier Coteaux de Gascogne, la Plaine de Saône et les Vergers de la Basse Vallée de la Durance. Les cinq sites couvrent différents climats et systèmes de production agricole. Vingt parcelles distantes d'au moins 1 km ont été choisies sur chaque site. Elles ont été sélectionnées pour la diversité de leur paysage et si possible selon un gradient d'intensité de pratiques.

Les auxiliaires des cultures, arthropodes ou vertébrés, peuvent participer au contrôle des ravageurs dans ces parcelles en les parasitant (parasitoïdes) ou en les mangeant (prédation). Il n'est pas facile de mesurer l'impact de la prédation sur les ravageurs car celle-ci ne laisse pas de trace, contrairement, par exemple au parasitisme pour lequel il est parfois possible de dénombrer directement les individus parasités. Une approche indirecte que

¹ Plantes et systèmes de culture horticoles, INRA, Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon cedex 9, France
cecile.thomas@inra.fr

nous présentons ici est l'exposition de proies sentinelles sur des cartes de prédation. Dans cet article nous détaillons plus particulièrement le protocole utilisé dans le cadre du projet SEBIOPAG.

Matériel et méthodes

Matériel utilisé

Le matériel biologique

Des proies sentinelles de quatre types sont exposées sur les parcelles. Elles ont été choisies en fonction de leur diversité, de leur similitude avec des ravageurs des cinq sites du réseau et de la diversité des types d'auxiliaires qui pourraient s'y intéresser.

- ✓ *Acyrtosiphon pisum*, puceron vert du pois → auxiliaires entomophages
- ✓ Œufs d'*Ephestia kuehniella*, pyrale de la farine → auxiliaires oophages
- ✓ Graines de *Viola arvensis*, pensée des champs → auxiliaires phytophages, granivores
- ✓ Les œufs *Cydia pomonella* (carpocapses des pommes) sont une proie supplémentaire spécifique de notre laboratoire, seul site d'arboriculture parmi les cinq sites SEBIOPAG. Ce sont également les auxiliaires oophages qui sont visés.

Le matériel technique

Les cartes de prédation sont le support sur lequel les proies sont installées. Elles sont en papier de verre de couleur sombre, un matériel robuste qui peut résister aux intempéries et dont la surface rugueuse ne détourne pas *a priori* les auxiliaires. On en prépare deux types : des cartes non percées qui seront installées dans la frondaison des arbres et des cartes percées qui seront fixées au sol à l'aide d'un clou (**Figure 1**).



Figure 1. Schéma et photos de cartes de prédation vides (photos : C. Thomas).

Différentes colles sont utilisées. Elles sont toutes les moins toxiques et odorantes possibles mais doivent, selon les proies à fixer, avoir d'autres qualités.

Pour les pucerons, il faut une colle qui sèche rapidement. Les pucerons étant déposés vivants sur le carton englué, ils peuvent potentiellement s'échapper des cartes. Les œufs d'*Ephestia* et les feuilles de pontes de carpocapses sont collés avec une colle qui fait une couche très fine et ne diffuse pas trop dans les œufs. Les graines doivent être fixées avec une colle un peu plus épaisse pour qu'elles ne se détachent pas.

Tableau 1. Récapitulatif du matériel utilisé

	<i>Acrythosiphon pisum</i>	<i>Ephestia kuehniella</i>	<i>Viola arvensis</i>	<i>Cydia pomonella</i>
				
Stade	Puceron aptère	Œuf	Graine	Œuf
Colle utilisée	UHU® liquide « twist & glue – nature »	SADER® tube Loisirs et déco « Tous travaux »	SADER® Bois « prise rapide » diluée (1/2)	SADER® tube Loisirs et déco « Tous travaux »
Nombre de proies	3	+/- 20	10	10

Préparation des cartes de prédation en laboratoire

Les cartes de pucerons

Les *A. pisum* sont fournis et envoyés par la société Katzbiotech. A leur arrivée, ils sont installés sur des plants de fèves de 4 semaines pour générer le développement de nouvelles colonies. Quand les pucerons sont en nombre suffisant, ils sont délicatement fixés sur les cartes de prédation. On les manipule à l'aide d'un pinceau et on en dépose trois sur un trait de colle UHU® (Figure 2). Une fois les pucerons collés, les cartes sont rapidement placées à - 20 °C jusqu'à la date de pose sur le terrain.



Figure 2. Pose des pucerons sur un trait de colle (photos : C.Thomas).

Les cartes de graines

Les graines de *V. arvensis* proviennent du laboratoire « Agroécologie » de Dijon. Lors de la réception, les graines sont collées sur des cartes percées. On englue une partie de la carte pour y poser 10 graines (Figure 3).



Figure 3. Carte de prédation avec 10 graines (photo : C. Thomas).



Les cartes d'œufs de carpocapse

Les œufs de carpocapse sont obtenus directement à l'insectarium de notre unité PSH (Plantes et systèmes de culture horticolas). Un élevage de carpocapses permet l'obtention quotidienne d'œufs. Des feuilles de ponte sont mises en contact avec les adultes qui se reproduisent dans une cage. Une fois la feuille collectée, des échantillons de 10 œufs sont repérés et découpés délicatement (**Figure 4**). Les fragments de feuille sont ensuite collés sur les cartes avec la colle "SADER® tous travaux" en tube. Au fur et à mesure que les cartes sont préparées (en fonction de la quantité d'œufs produits par l'élevage), elles sont conservées à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

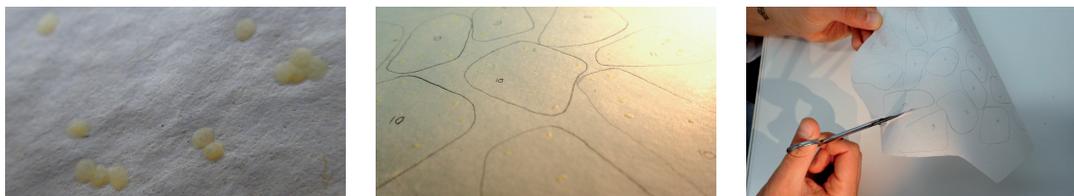


Figure 4. Œufs de carpocapse (\varnothing 1,3 mm), entourage des groupes de 10 œufs et découpage de la feuille de ponte (photos : C. Thomas).

Les cartes d'œufs d'Ephestia

Les œufs d' *E. kuehniella* sont produits et envoyés par la société Biotop. Il s'agit d'œufs frais stérilisés. Un flacon de 15 g suffit amplement à couvrir les besoins des deux sessions de manipulations. Ils se conservent à $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Un tout petit point de colle est déposé sur la carte avant de la saupoudrer d'œufs. On essaie de calibrer le point de colle pour ne retenir qu'une vingtaine d'œufs (**Figure 5**). Ces cartes sont elles aussi placées à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ jusqu'à la date d'exposition.

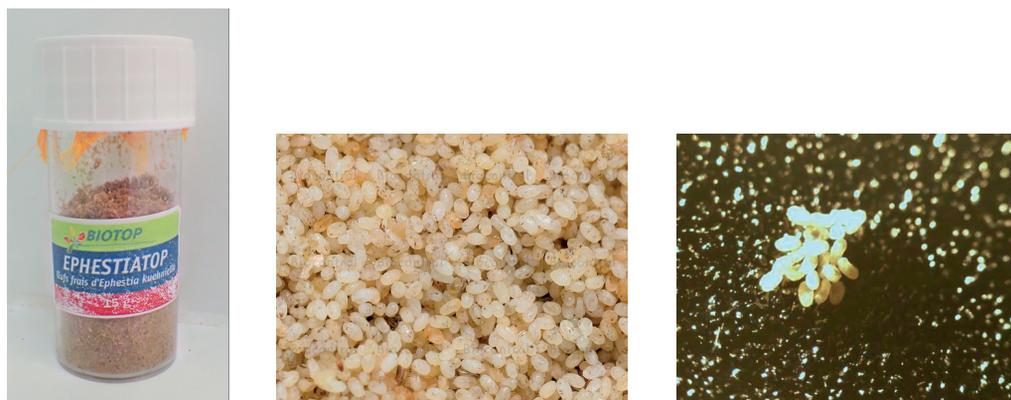


Figure 5. Flacon de 15 g d'œufs d'Ephestia, vue grossie des œufs et d'un paquet d'œufs collés sur une carte (photos : C. Thomas).

La pose des cartes sur le terrain

La pose sur le terrain a lieu au début et à la fin du printemps. Pour la première session de pose, il faut que le feuillage des arbres soit suffisamment développé pour éviter la chute des feuilles sous le poids des cartes. Il y a 1000 cartes à installer par site et par session (**Tableau 2**). Pour une session de pose donnée, il est important d'installer toutes les cartes le même jour pour avoir les mêmes conditions météorologiques pendant que les cartes sont sur le terrain. Dans notre cas, les parcelles étant éloignées les unes des autres, trois équipes de deux personnes sont formées et chaque équipe pose les cartes dans 6 ou 7 parcelles dans la journée.

Lors de la pose comme lors de la préparation, les cartes sont soigneusement manipulées. Le transport jusqu'aux parcelles se fait dans des boîtes de Petri.

Cinq cartes (**Figure 6**) sont déposées sur 10 points de pose, correspondant à 10 arbres d'un rang central du verger. Les points sont espacés d'une douzaine de mètres, et situés à au moins 15 m de la bordure de la parcelle pour limiter les effets de bordure. Les parcelles et les points sont cartographiés sur SIG (système d'information géographique) et suivis d'une année sur l'autre. La fixation des cartes dans la frondaison de l'arbre se fait à l'aide d'une agrafeuse. Les cartes sont directement agrafées sur la face inférieure de feuilles assez robustes de pommiers. La disposition des cartes est aléatoire sur chaque point de l'arbre, et se fait selon le plan de la **Figure 6**. Autant que possible, il faut laisser une distance d'au moins 1 m entre chaque carte. Cette disposition permet d'attirer une diversité de prédateurs plus importante.

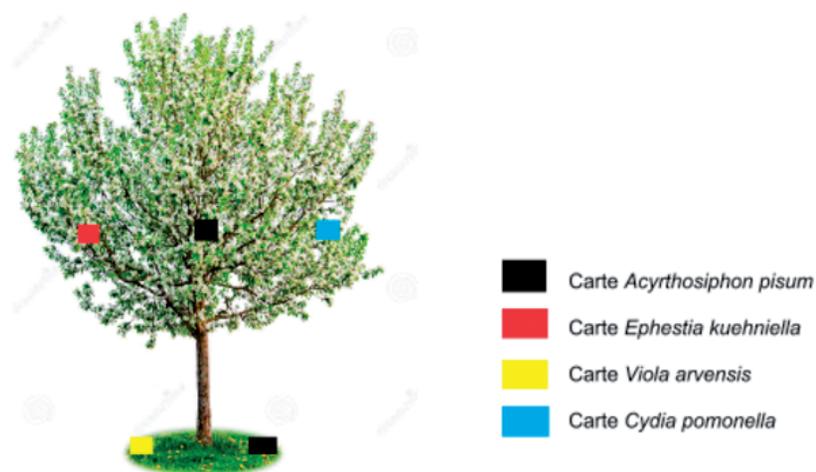


Figure 6. Disposition des cartes de prédation sur chaque arbre.

Les cartes sont numérotées avec un numéro de code unique lors de la pose. Ce numéro est écrit au crayon papier au dos de la carte. On vérifie et note à cette occasion qu'aucune proie ne s'est décollée. On repère ensuite chaque point d'un petit morceau de rubalise pour les retrouver à la récolte quelques jours plus tard. La rubalise est posée à proximité de la carte mais pas sur le rameau sur lequel la carte est fixée pour éviter de gêner d'éventuels prédateurs qui se déplaceraient en marchant (**Figure 7**).



Figure 7. Carte agrafée dans un arbre et rubalise près d'une carte agrafée (photos : C. Thomas).

Les cartes de pucerons sont collectées à J+1 et individualisées en boîtes de Petri avant leur lecture au laboratoire. Les autres cartes sont collectées à J+4. On utilise une boîte de Petri par point, rangées de bas en haut dans cet ordre : graines, carpocapse, *Ephestia* pour ne pas abîmer les œufs d'*Ephestia*.



Tableau 2. Nombre de cartes par session (N) et dates de pose et de collecte des cartes en 2015

	N	Session 1		Session 2	
		Pose	Collecte	Pose	Collecte
<i>A. pisum</i>	400	23 avril 2015	24 avril 2015 27 avril 2015	18 mai 2015	19 mai 2015 22 mai 2015
<i>E. kuehniella</i>	200				
<i>V. arvensis</i>	200				
<i>C. pomonella</i>	200				

Lecture des cartes de prédation

Les cartes sont conservées au laboratoire à -20°C en attendant la lecture. La lecture des cartes se fait généralement à l'œil nu pour les cartes de graines et de pucerons, et obligatoirement à la loupe binoculaire pour les autres modalités. Le taux de prédation des cartes de graines et de pucerons se détermine par comptage, on note le nombre d'individus (graines ou pucerons) restant sur la carte. La prédation des œufs d'*E. kuehniella* est codifiée : elle peut être « nulle » « partielle » « complète » (Figure 8). La prédation des œufs de carpocapse est aussi qualifiée. On note d'une part les œufs intacts. Ensuite, on différencie deux types d'œufs : on note qu'un œuf est « vidé » s'il est affaissé. Il ne reste que la paroi de l'œuf, le contenu a probablement été aspiré par un insecte de type piqueur-suceur (punaises, araignées, larves de chrysopes...). On note qu'un œuf est « mangé » s'il a totalement disparu, mangé sans doute par des insectes de type broyeur (coccinelles, forficules...) (Figures 9 et 10).



Figure 8. Les trois types de prédation des œufs d'*Ephestia* (photos : C. Thomas).

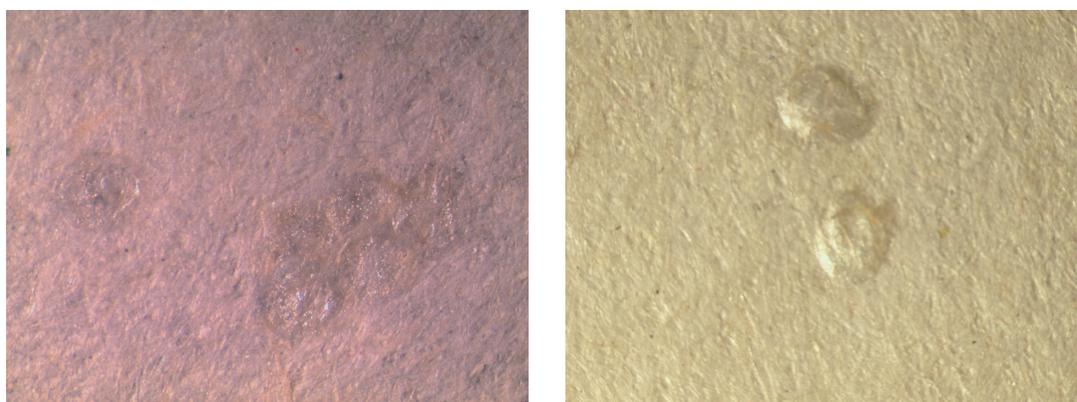


Figure 9. Œufs de carpocapse « vidés » vus à la loupe binoculaire (photos : C. Thomas).





Figure 10. Œufs de carpocapse « mangés » vus à la loupe binoculaire (photos : C. Thomas).

Le traitement des données

Une fois les cartes lues à l'insectarium, les résultats sont saisis dans une table de données Excel. Les taux de prédation sont calculés comme le nombre de proies qui ont disparu sur le nombre de proies collées sur la carte. Ils sont généralement élevés pour les pucerons au sol (environ 80 %) et plutôt de l'ordre de 30 % pour les autres proies, avec de fortes variations entre vergers et entre années. L'analyse des résultats se fait avec le logiciel R. En associant les taux de prédation calculés avec de multiples autres variables, telles que le type d'agriculture pratiquée dans les différentes parcelles, les données climatiques, la date de pose des cartes, etc. Il est possible de déterminer le(s) facteur(s) qui pourrai(en)t avoir un impact sur la prédation des ravageurs dans les vergers.

Conclusion et perspectives

Nous avons présenté ici le protocole de cartes de prédation utilisé dans le cadre du projet SEBIOPAG. De nombreuses variantes de ce protocole existent selon les proies exposées, les prédateurs visés, l'espèce cultivée et la précision souhaitée. Les cartes au sol peuvent par exemple être mises sous cage pour exclure les petits vertébrés. Les cartes d'œufs de carpocapses peuvent aussi être directement agrafées sur les feuilles des arbres (par ex. Monteiro et al., 2013). Le nombre de cartes par parcelle peut être augmenté si l'objectif est un suivi fin du potentiel de prédation dans quelques parcelles plutôt qu'une analyse dans un laps de temps court d'un grand nombre de parcelles.

De plus cette technique se limite à mesurer un potentiel de prédation. Elle doit être complétée *a minima* par une observation des ravageurs et auxiliaires dans les parcelles afin de pouvoir interpréter les données.

Enfin, les cartes de prédation ne sont pas le seul moyen d'approcher une mesure de la prédation. D'autres suivis basés par exemple sur l'exclusion de prédateurs ou l'analyse de leurs contenus stomacaux apportent des informations complémentaires.

Sur un plan plus appliqué, dans le cadre du projet de recherche européen EcoOrchard qui vise à étudier les mécanismes qui favorisent les régulations biologiques en vergers de pommiers en agriculture biologique, Caroline Bouvier d'Yvoire, sous la direction de Francois Warlop (Groupe de recherche en agriculture biologique) a développé des méthodes de suivis de prédation simplifiées et appropriées aux agriculteurs. Elles sont basées sur cette technique.

Remerciements

Ce protocole est le fruit du travail conjoint des techniciens et chercheurs du projet SEBIOPAG. Nous remercions Benoit Ricci, Laurent Brunel, Bruno Dumora, Jérôme Willm, Laurent Raison, Gérard Savary, Jean-Luc Roger, Jean-François Toubon, Cyrille Auguste, Chantal Ducourtieux, Sandrine Petit, Aude Vialatte et Jean Philippe Choisis qui ont participé aux discussions pour l'élaboration du protocole.

Merci à Caroline Bouvier d'Yvoire et Francois Warlop de valoriser de telles pratiques auprès de la profession.

Nous remercions également les arboriculteurs qui participent à nos projets et nous accueillent sur leurs parcelles.





Références bibliographiques

Aubertot JN, Barbier JM, Carpentier A, Gril JJ, Guichard L, Lucas P, Savary S, Savini I, Voltz M (2005) Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France), 64 p.

Monteiro LB, Lavigne C, Ricci B, Franck P, Toubon J-F, Sauphanor B (2013) Predation of codling moth eggs is affected by pest management practices at orchard and landscape levels. *Agricult Ecosyst Environ* **166** : 86-93.

Simon S, Bouvier J-C, Debras J-F, Sauphanor B (2010) Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agron Sustain Develop* **30** : 139-152.

