



Programme CasDAR Arena (2017-2020) : Anticiper les Régulations Naturelles

Note sur une technique innovante pour caractériser la régulation naturelle :

Utilisation de proies sentinelles sur des cartes de prédation

Helmut MEISS et Françoise LASSERRE-JOULIN



<u>Sommaire :</u>	page
Introduction	2
I Acquis méthodologiques	2
II Premiers résultats	4
III Retour d'expérience, analyse critique	6
Liste des références citées	7

Introduction :

Caractériser et quantifier les régulations naturelles constitue un réel défi, tant les processus biologiques sont eux-mêmes difficiles à saisir instantanément. Il est possible d'observer ou de piéger des ravageurs d'une part, des prédateurs ou parasitoïdes d'autre part. Il est aussi possible de piéger différents organismes vivants et de les mettre en contact en laboratoire pour voir si des auxiliaires sont (théoriquement) capables d'attaquer des ravageurs *ex silico*, mais cela ne nous renseigne pas si les deux espèces rentrent vraiment en interaction dans le milieu naturel. Il est effectivement beaucoup plus rare de pouvoir observer les processus de prédation ou de parasitisme *in situ*.

L'utilisation de proies sentinelles présentées pendant quelques jours dans le milieu naturel (les parcelles agricoles) constitue une solution pertinente pour savoir si des prédateurs sont actuellement présents ET capables de consommer des proies, et de quantifier ce service par rapport à différentes situations. Cela permet surtout de mesurer si la pression de prédation envers la ou les proies présentées est actuellement forte ou faible en conditions réelles dans la parcelle.

C'est cette méthodologie qui a été mise en œuvre dans le cadre du Programme Arena, et est décrite ci-après, en se basant sur les acquis du programme Sebiopag, ainsi que les observations de Westermann et al. (2013) et de Meiss (2010).

I Acquis méthodologiques :

Nous avons associé deux dispositifs expérimentaux originaux afin d'évaluer de façon quantitative et qualitative la régulation naturelle des ravageurs :

- les cartes de prédation comportant des proies sentinelles (Figure 1), œufs de teigne de la farine, graines de vulpin et de pensée, krill de poisson
- le visionnage vidéo des cartes de prédation avec un smartphone (Figure 2). Ce dernier fait l'objet d'une note technique spécifique.

Ainsi, à côté de chacun des trois pots barber par parcelle, ont été installées deux cartes de prédation, une au sol et une en végétation, à une distance de 20 cm du pot. De telles cartes sont inspirées des protocoles de Westermann et al (2003) et de Meiss et al (2010). Du papier de verre (papier abrasif) ayant un grain de 120, résistant à l'eau, a été utilisé, car il s'agit d'un support inerte, qui n'attire ou ne repousse pas les auxiliaires (Westermann et al, 2003).

Différentes proies sentinelles y ont ensuite été collées dessus :

- les cartes de prédation au sol (7 x 10 cm) sont composées

- de 10 gouttes de colle de bois légèrement diluée, (5 mm de diamètre) déposées au pinceau, et saupoudrées d'œufs d'*Ephestia Kuenhiella*, teigne de la farine (avec élimination du surplus).
- de 10 gouttes de colle (5 mm de diamètre) saupoudrées de Krill
- de 10 graines de pensée (*Viola arvensis*) et de 10 graines de Vulpin (*Alopecurus myosuroides*) déposées une à une au pinceau sur une bande de colle
- les cartes en végétation (7 x 10 cm) sont composées
 - de 10 gouttes de colle (5 mm de diamètre) saupoudrées d'œufs d'*Ephestia Kuenhiella*, teigne de la farine
 - de 10 gouttes de colle (5 mm de diamètre) de Krill, c'est-à-dire de nourriture pour poisson (riche en insectes à raison de plus de 35%).

Les cartes sont observées à 3, 24, 48, 72 et 168 heures. Il n'y a pas de graines sur les cartes en végétation car il n'y a pas d'auxiliaires volants « granivores ». Lors d'un des premiers tests, la prédation au sol s'est avérée si rapide que l'on a introduit une mesure intermédiaire avant 24h, à savoir 3h (fin de l'installation du dispositif).

Lors de tests intermédiaires, 10 pucerons (*Aphis persicae*, achetés dans le commerce sur plants de pois) ont été déposés vivants chacun séparément dans une goutte de colle sur les cartes au sol et en végétation. Mais ce type d'expérimentation s'est avérée difficile à réaliser car les pucerons mourraient très rapidement (et dans des conditions peu compatibles avec l'éthique animale). Les taux de prédation au terrain étaient faibles, et il était surtout difficile de savoir si c'était des prédateurs ou des nécrophages qui s'intéressaient à ce type de proies devenues très vite peu appétentes (dessiccation très rapide).



Figure 1 : 4 cartes de prédation avec 5 types de proies à côté d'un piège Barber photographiées une fois tous les 3 secondes avec la caméra d'un smartphone (modèle : SM-G930F). La photo originale avait une résolution de 3984 x 2988 pixels. Focale : F/1.7 ; temps d'exposition : 1/100 sec., sensibilité ISO : : 80 ; distance focale : 4 mm (= distance focale 35mm : 26 mm. Photo prise par Helmut MEISS le 24 mai 2018 sur la ferme expérimentale de l'INRAE en agriculture biologique à Mirecourt (88), dans une culture mixte associant 4 espèces cultivées : le triticale, l'avoine, la féverole et le trèfle (dispositif SÉMix).



Figure 2 : Support du smartphone en « col de Cygne » avec deux pinces, et installation en milieu naturel pour visionner les cartes de prédation (Photo : Komla Xola Dohokou, supervisée par Helmut Meiss)

II Premiers résultats :

La diversité des prédateurs observée sur les cartes par vidéo smartphone invite à analyser de façon plus fine la relation entre la prédation sur cartes et la présence des prédateurs potentiels. Les vidéos prises par Helmut Meiss montrent que les proies **au sol** ont été consommées par une diversité importante de taxons :

- les œufs ont été consommés par
 - o des carabes de différentes espèces (poecilus cupreus, genres Brachynus, Amara...)
 - o des cloportes
 - o des fourmis
- il a été plus difficile d'observer la prédation des graines ou du krill en temps réel
- nous n'avons pas pu visionner la prédation en végétation (avec smartphone), mais celle-ci a été également significative, même si moins intense et rapide qu'au sol.

Par ailleurs, les données issues des diverses expérimentations de cartes de prédation ont permis d'observer qu'un **dispositif de cartes de prédation peut permettre de dégager des différences d'impact du couvert végétal sur les niveaux de prédation observés**. C'est ainsi qu'en 2017 et 2018, nous avons testé les cartes de prédation dans un dispositif d'étude de l'impact des cultures associées sur les services écosystémiques (Sémix 2016-2018) sur les parcelles de la station INRAE de Mirecourt (88). Les cartes de prédation ont été préparées selon le protocole décrit précédemment, et installées dans 7 modalités de cultures et 4 blocs (soit 28 microparcelles), à raison de trois points de mesure de la prédation par microparcelle.

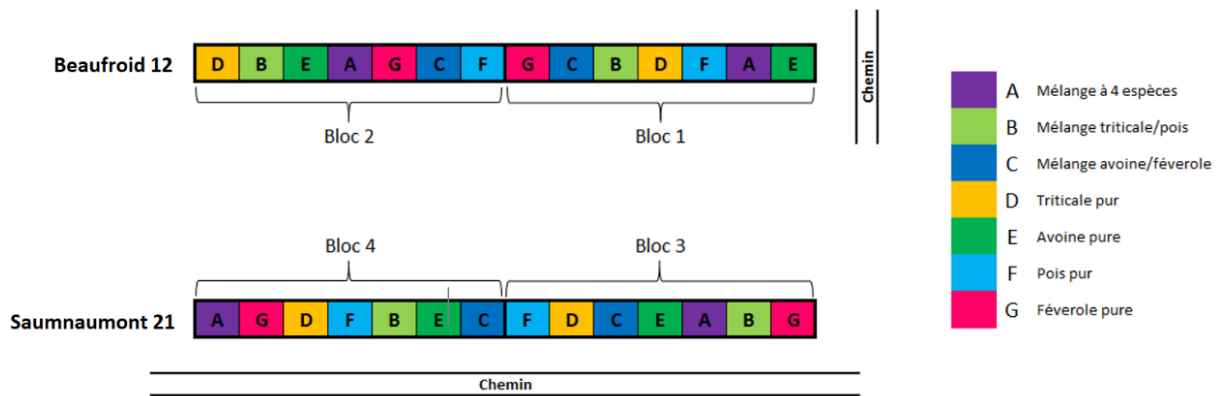


Figure 3 : Dispositif expérimental utilisé pour tester les cartes de prédation selon 7 modalités de cultures, répétées 4 fois (4 blocs) sur les 2 parcelles (Beaufroid 12 et Saumnomont 21 en 2018) de la Station expérimentale de l'INRAE de Mirecourt en 2017 et 2018. Chacune des 28 microparcelles contenait 3 points de mesure de la prédation, éloignés de 15 mètres, et comportant chacun une carte au sol et une carte en végétation.

Lucie ROY (2017) a mis en évidence **un effet positif (significatif à au moins deux dates en 2017) de la féverole pure ou en mélange sur le niveau de prédation** sur cartes de prédation au sol, notamment des œufs de teigne de la farine. Une telle tendance a été confirmée partiellement par les résultats de Marie Clares en 2018. Il semblerait donc **que l'identité fonctionnelle de la culture ait un effet plus net que l'association culturale** (figures 4 et 5).

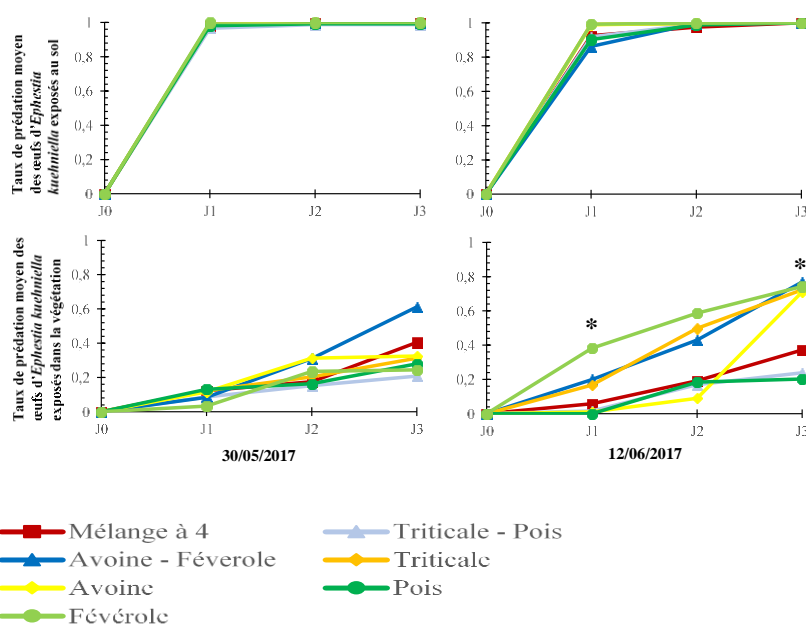


Figure 4 Taux de prédation au sol et en végétation de proies sentinelles (œufs de teigne de la farine, *Ephestia kuehniella*) par modalité en fonction du temps d'exposition des cartes. Chaque valeur moyenne est élaborée à partir de 8 cartes (N=8). Extrait du rapport de stage Master 2 de Lucie Roy (2017).

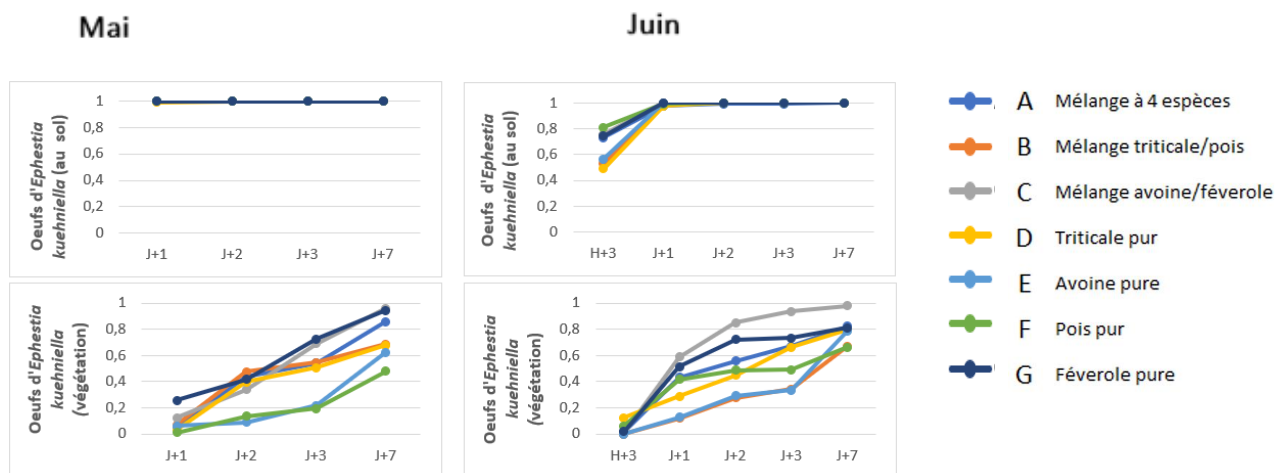


Figure 5 : Taux de prédation au sol et en végétation de proies sentinelles (œufs de teigne de la farine, *E. kuehniella*) par modalité en fonction du temps d'exposition des cartes. Chaque valeur moyenne est élaborée à partir de 8 cartes (N=8). Extrait du rapport de stage Master de Marie Clares (2018).

III Retour d'expérience, analyse critique :

1/ Importance de la qualité des proies utilisées :

Les essais infructueux de recours aux pucerons vivants ont montré **la dépendance de la méthode des cartes de prédation vis-à-vis de la qualité des proies utilisées**. Selon que la proie est mobile ou pas, morte ou vivante, cela impacte fortement le comportement des prédateurs potentiels, et donc la composition des communautés prédatrices environnantes. De telles observations ont été confirmées récemment par les travaux de Zou et al. (2020) qui ont montré que la prédation de proies immobiles (adultes censés se mouvoir en conditions normales) n'était pas représentative des phénomènes de prédation en conditions réelles. Toutefois, la version définitive de notre dispositif (sans pucerons vivants) ne comportait que des graines, du krill et des œufs (naturellement immobiles), ce qui limite l'impact potentiel d'un tel biais.

2/ Difficulté de savoir qui mange quoi :

Un tel dispositif ne permet pas de savoir quel(s) espèces ou groupes fonctionnels (carabes, staphylins, fourmis, araignées, vers de terre, cloportes, mille-pattes, mollusques, ...) ont effectivement contribué à ce service de prédation. C'est ainsi qu'a émergé l'idée d'installer une caméra qui prendra des photos de la situation à des intervalles réguliers (voir note technique Arena suivi vidéo de prédation de proies sentinelles à l'aide d'un smartphone). De même, il pourra être intéressant de coupler l'analyse des vidéos avec celle issue de l'analyse des contenus stomachaux de carabes.

3/ Intérêt/Limites de la méthode :

Le dispositif « cartes de prédation » est pertinent per se pour apporter des informations sur le niveau d'activité global de prédation sur une parcelle. On a pu voir dans la partie résultats, que l'on était parvenu à dégager des effets particuliers de couverts végétaux, même si ces résultats méritent d'être revisités et confortés au niveau statistique. Toutefois, l'adjonction d'un système de visionnage

des cartes de prédation par caméra de smartphone constitue une plus-value intéressante pour obtenir des informations qualitatives qui mange quoi. Et s'il est possible de recueillir les carabes toutes les 12 heures sur trois jours pour analyser leurs contenus stomachaux (et à moyen terme, autres taxons de prédateurs vus sur les vidéos et récoltés dans les pots Barber environnants), cela renforcerait d'autant plus l'information qualitative apportée. Toutefois, un tel dispositif ne serait pas à la portée d'une étude en routine, sauf si cela devait se faire en parcelles régionales de référence.

Tableau 1 : Analyse des atouts / limites des différentes méthodes innovantes de mesure de la prédation

	Atouts	Limites	Cadre d'utilisation envisagée
Cartes de prédation seules	Permet d'évaluer un niveau d'activité de prédation global sur la parcelle	Pas d'information sur qui mange quoi	Test par conseillers sur parcelles agricoles en début de saison et mi-saison ?
Cartes de prédation + caméra smartphone	Permet d'avoir une information qualitative sur prédateurs présents	Nécessité de temps minimal pour installer smartphone et visionnage par le biais de vidéos	Parcelles d'agriculteurs suivies par conseillers intéressés Ensemble des Parcelles BSV, une fois par an ? ou une parcelle de référence suivie deux fois (début saison avant arrivée des ravageurs, avant et au moment pic nuisibilité)
Cartes de prédation + caméra smartphone + analyse des contenus stomachaux	Combinaison qui permettrait de cibler davantage les prédateurs impliqués	Analyse des contenus stomachaux coûteuse en temps et moyens financiers	Une parcelle régionale de référence/ an (une parcelle BSV par type de culture pour une région donnée ?)

Remerciements

Les auteurs remercient les techniciens (Claude GALLOIS) et stagiaires qui ont participé aux expérimentations : Lucie ROY (2017), Marie CLARES (2018), Solène DEMANGE et Soukeye GADIAGA (2019), Komla Xola DOHOKOU et Simon HOUNPKE (2020)

Liste des Références citées :

Meiss, H., le Lagadec, L., Munier-Jolain, N., Waldhardt, R., & Petit, S. (2010). Weed seed predation increases with vegetation cover in perennial forage crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 138(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.03.009>

Westerman, P. R., Wes, J. S., Kropff, M. J., & van der Werf, W. (2003). Annual losses of weed seeds due to predation in organic cereal fields. *Journal of Applied Ecology*, 40(5). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2003.00850.x>

Zou Y., de Kraker J., Bianchi F., van Telgen M., Xiao H. and van der Werf W. (2020). Video monitoring of brown planthopper predation in rice shows flaws of sentinel methods. *Scientific Reports*, DOI: 10.1038/srep42210