Comparison of statistical frameworks to study the relationship between landscape features and pest insects abundance

Riou Jean-Baptiste[1], Gosme Marie[2], Parisey Nicolas[1], Poggi Sylvain*[1]

[1]INRA, UMR1349 IGEPP, F-35653 Le Rheu
[2]INRA, UMR211 Agronomie, F-78850 Thiverval-Grignon
Corresponding author: sylvain.poggi@inra.rennes.fr , +33 2 23 48 51 52

Keywords: pollen beetle, landscape metric, simulation model, generalized linear models, random forests

Pest management is an important issue for agriculture. There is an increasing ecological concern about the systematic use of chemical products, urging the scientific community to develop new pest management strategies. According to current knowledge, the structure and the composition of the landscape have an impact on the dynamic of pest populations, notably by providing more or less resources or habitat to pest. In order to be able to use landscape management as a tool for pest management, effects of agricultural landscape features on these populations need to be assessed. This purpose raises some methodological questions as the estimation of the scale of effect [1], the choice of the appropriate statistical methods or the definition of relevant metrics to describe the landscape [2]. This study focuses on the oilseed rape/pollen beetle (*Meligethes aeneus*)/parasitoid (*Tersilochus heterocerus*) system, known to be under a great landscape influence [3], and for which there are both observation data [4] and a simulation model [5].

Based on the classification of the land cover, we tested a set of landscape metrics describing the landscape in terms of proportion of a cover or shape and configuration of patches. Statistical frameworks establishing the relationship between insect abundance and landscape metrics were applied on simulated and observed data: mainly, the generalized linear models with several variable selection procedures, an approach of multi-model inference and the random forest approach. Working on a simulated dataset enables to analyse if, and to what extent, the detected effects match the expected signal. The main effect validated by all the methods, is due to the proportion of woody area in the landscape. The metric of class area proportion is also validated as a relevant metric to explain pollen beetle abundance. Moreover, this metric is easy to calculate and interpret, unlike metrics describing the shape or the configuration of patches.

This work is part of the COPACABANA project (funded by the INRA SMaCH meta-program) whose purpose is to establish the influence of landscape features on the genetic structure and on the dynamic of pest populations.

References

[1] Jackson, H.B., and Fahrig, L. (2012). What size is a biologically relevant landscape? Landsc. Ecol. *27*, 929–941.

[2] Leitão, A.B. (2006). Biodiversity planning and design: an issues based case study (Washington, DC: Island Press).

[3] Thies, C., Steffan-Dewenter, I., and Tscharntke, T. (2003). Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. Oikos *101*, 18–25.

[4] Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.-P., and Roger-Estrade, J. (2011). Multi-scale effects of landscape complexity and crop management on pollen beetle parasitism rate. Landsc. Ecol. *26*, 473–486.

[5] Vinatier, F., Gosme, M., and Valantin-Morison, M. (2012). A tool for testing integrated pest management strategies on a tritrophic system involving pollen beetle, its parasitoid and oilseed rape at the landscape scale. Landsc. Ecol. *27*, 1421–1433.

Etude comparative de méthodes statistiques d'analyse de la relation entre paysage et abondances d'insectes ravageurs

Riou Jean-Baptiste[1], Gosme Marie[2], Parisey Nicolas[1], Poggi Sylvain*[1]

[1]INRA, UMR1349 IGEPP, F-35653 Le Rheu
[2]INRA, UMR211 Agronomie, F-78850 Thiverval-Grignon
* Auteur correspondant : sylvain.poggi@inra.rennes.fr - 02 23 48 51 52

Mots-clés : méligèthe, métriques paysagères, modèle de simulation, modèles linéaires généralisés, random forests

La gestion des populations de ravageurs des cultures revêt une importance capitale pour la production agricole. Les conséquences environnementales du recours systématique aux produits phytopharmaceutiques nous obligent à chercher de nouveaux moyens de contrôle. Or, la structure et la composition du paysage influencent la dynamique de ces populations en créant une mosaïque d'habitats plus ou moins favorables et fournissant plus ou moins de ressources. Avant de pouvoir envisager la structure du paysage comme un levier de gestion des ravageurs, il convient de déterminer les effets du paysage agricole sur les abondances de ravageurs dans les parcelles. Cette question se heurte à plusieurs difficultés méthodologiques, qui vont du choix de l'étendue de la zone d'étude [1] à la sélection des méthodes d'analyses statistiques en passant par la définition des métriques paysagères utilisées pour caractériser le paysage [2]. Cette étude se concentre sur le système colza/méligèthe (*Meligethes aeneus*)/parasitoïde (*Tersilochus heterocerus*), connu pour être largement soumis à l'influence du paysage [3], et pour lequel il existe à la fois des données d'observation [4] et un modèle de simulation [5].

La résolution thématique de ces données (classification des occupations du sol) nous a permis de tester différentes métriques paysagères caractérisant le paysage en termes de proportion des différents habitats ou en termes de forme ou de configuration des parcelles. Plusieurs approches de modélisation statistique du lien entre l'abondance d'insectes et le paysage, à savoir principalement, le modèle linéaire généralisé avec plusieurs procédures de sélection de variables, une approche d'inférence multi-modèle et l'approche random forests sont comparées sur des jeux de données réels et simulés. Les consensus et les différences entre ces approches dans la détection d'effets sont analysés. Le travail sur données simulées permet, connaissant le signal à détecter, d'analyser si et dans quelle mesure, les approches utilisées retrouvent ce signal. L'effet majeur confirmé par l'ensemble des méthodes est la proportion de zone boisée dans le paysage. Les résultats confirment également la validité de l'utilisation de métriques de proportions d'habitats, qui sont par ailleurs plus facilement calculables, interprétables et éventuellement utilisables pour gérer les ravageurs que des métriques plus complexes prenant en compte la taille et la forme des parcelles.

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet COPACABANA (financé par le méta-programme SMaCH de l'INRA), dont l'objectif principal est de déterminer l'influence du paysage sur la structure génétique et la dynamique des populations de ravageurs.

Références

[1] Jackson, H.B., and Fahrig, L. (2012). What size is a biologically relevant landscape? Landsc. Ecol. *27*, 929–941.
[2] Leitão, A.B. (2006). Biodiversity planning and design: an issues based case study (Washington, DC: Island Press).

[3] Thies, C., Steffan-Dewenter, I., and Tscharntke, T. (2003). Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. Oikos *101*, 18–25.

[4] Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.-P., and Roger-Estrade, J. (2011). Multi-scale effects of landscape complexity and crop management on pollen beetle parasitism rate. Landsc. Ecol. *26*, 473–486.

[5] Vinatier, F., Gosme, M., and Valantin-Morison, M. (2012). A tool for testing integrated pest management strategies on a tritrophic system involving pollen beetle, its parasitoid and oilseed rape at the landscape scale. Landsc. Ecol. *27*, 1421–1433.