

1 Contexte

La régulation de l'impact des ravageurs sur les cultures, ainsi que la pollinisation des cultures qui en dépendent, sont deux services écosystémiques d'importance pour la production agricole, car ils ont une influence directe sur le rendement [1, 2].

Dans la perspective d'une intensification écologique des pratiques agricoles [3], il est souvent proposé de substituer à différents intrants, tels que les pesticides ou à l'utilisation de ruches d'abeilles domestiques, un pilotage de ces services de contrôle et de pollinisation par la maîtrise des processus écologiques à l'origine de ces fonctions. Ces processus peuvent être bottom-up, par exemple en réduisant les ressources nécessaires aux dynamiques de croissance des ravageurs, ou en augmentant celles utiles aux pollinisateurs, ou top-down, en ayant recours aux ennemis naturels qui s'attaquent aux ravageurs [4].

Il devient de plus en plus clair que ces processus doivent être analysés et pilotés à une échelle souvent plus large que celle de la seule exploitation, pour privilégier plutôt celle du paysage agricole [5]. En effet, les organismes impliqués sont souvent très mobiles et peuvent se déplacer sur plusieurs kilomètres, y compris les insectes jouant le rôle de pollinisateurs ou d'ennemis naturels, et les dynamiques de populations ainsi que les réseaux d'interactions qui se forment sont fortement influencés par des mécanismes se réalisant à cette échelle [6].

Envisager une action à l'échelle du paysage agricole implique souvent la mise en place d'une action concertée et collective, car les dimensions d'un "paysage agricole" recouvrent généralement plusieurs exploitations. Une gestion à cette échelle, comparée à une gestion individuelle à l'échelle de l'exploitation, est potentiellement très profitable, spécifiquement pour les services de régulation des impacts des ravageurs et de pollinisation [7]. Néanmoins, elle ouvre aussi à des difficultés de conception ainsi que d'implémentation, compte-tenu du fonctionnement et des modes de prises de décision généralement admis dans de nombreuses exploitations agricoles : non-reconnaissance de la dépendance au service [8], faible ou mauvaise perception des ressources mobilisables pour le pilotage de ces services [9], hétérogénéité et incertitude du gain attendu [10]...

Malgré ces difficultés, l'idée a fait son chemin et a donné naissance à différents concepts / expressions dans la littérature :

- "areawide pest management" [4],
- "pest suppressive landscape" [11],
- "agricultural landscape design" [5],
- "agricultural landscape management"

ainsi qu'à des efforts concrets de mise en oeuvre d'une conception / implémentation d'une gestion concertée à l'échelle paysage (Landscape design [12] ; Areawide pest management [13])

Cependant, de telles initiatives restent rares et semblent se concentrer sur le service de contrôle des ravageurs plutôt que sur le pilotage du service de pollinisation. Cela peut sembler à première vue paradoxal, car d'une part les effets du paysage sur les pollinisateurs sont bien documentés avec des effets plus clairs de la complexité du paysage sur le service de pollinisation [14, 15], en comparaison du service de contrôle biologique, et d'autre part le contrôle biologique est souvent perçu comme un contributeur plus faible de la production agricole que la pollinisation [16].

Enfin, alors que la notion de paysage agricole multifonctionnel existe dans la littérature depuis longtemps [17], la gestion conjointe de la pollinisation et du contrôle par une action collective à une telle échelle semble peu mise en oeuvre, malgré son potentiel [18].

2 Problématique et méthodologie

Il s'agira donc pour l'étudiant, et en fonction du temps dont il dispose et des difficultés rencontrées, de :

2.1 Définir les concepts

Préciser les définitions et les contours de chacun des 3 concepts ci-dessus et expliciter s'il s'agit réellement de concepts différents, ou simplement d'expressions différentes pour désigner le même objet. Délimiter les communautés de recherche ayant recours à ces différents concepts / expressions.

On vérifiera notamment les hypothèses suivantes :

- ces différentes expressions ne sont pas apparues en même temps dans la littérature
- elles sont manipulées par des communautés de recherche différentes, qu'il est possible de délimiter
- elles sont utilisées dans des contextes différents, où les processus

2.2 Creuser le cas du pilotage de la pollinisation

Vérifier et expliquer l'absence ou la faible utilisation de ces concepts pour le pilotage du service de pollinisation.

2.3 Identification de cas concrets et synthèse

Identifier dans la littérature scientifique les cas de conception et d'implémentation d'une gestion collective et concertée d'un paysage agricole, pour le pilotage du contrôle des ravageurs et / ou de la pollinisation.

Synthétiser ces études sous forme d'un tableau reprenant les principales caractéristiques de l'étude (échelle, aire géographique, durée des mesures...), ses principaux résultats quand à la gestion des services (efficacité), ainsi que les principales recommandations pour traiter les questions d'ordre écologiques / sociales.

2.4 Propositions pour un paysage multifonctionnel

Croiser ces résultats d'une part pour la régulation des ravageurs, d'autre part pour la pollinisation, afin d'en tirer d'éventuelles leçons pour la gestion d'un paysage multifonctionnel (contrôle + pollinisation)

Références

- [1] E.-C. Oerke. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(01) :31, February 2006.
- [2] L. A. Garibaldi, M. A. Aizen, A. M. Klein, S. A. Cunningham, and L. D. Harder. Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(14) :5909–5914, April 2011.
- [3] Riccardo Bommarco, David Kleijn, and Simon G. Potts. Ecological intensification : harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(4) :230–238, April 2013. 5.
- [4] Thierry Brévault and Pascal Clouvel. Pest management : Reconciling farming practices and natural regulations. *Crop Protection*, 115 :1–6, January 2019.
- [5] Douglas A. Landis. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18 :1–12, February 2017. 5.
- [6] Claire Kremen, Neal M. Williams, Marcelo A. Aizen, Barbara Gemmill-Herren, Gretchen LeBuhn, Robert Minckley, Laurence Packer, Simon G. Potts, T'ai Roulston, Ingolf Steffan-Dewenter, Diego P. Vázquez, Rachael Winfree, Laurie Adams, Elizabeth E. Crone, Sarah S. Greenleaf, Timothy H. Keitt, Alexandra-Maria Klein, James Regetz, and Taylor H. Ricketts. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms : a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10(4) :299–314, April 2007.
- [7] Heidi R. Stallman. Ecosystem services in agriculture : Determining suitability for provision by collective management. *Ecological Economics*, 71 :131–139, November 2011.
- [8] Helen F. Smith and Caroline A. Sullivan. Ecosystem services within agricultural landscapes—Farmers’ perceptions. *Ecological Economics*, 98 :72–80, February 2014.
- [9] Nicolas Salliou and Cecile Barnaud. Landscape and biodiversity as new resources for agroecology ? Insights from farmers’ perspectives. *Ecology and Society*, 22(2), May 2017.
- [10] Heidi R. Stallman and Harvey S. James. Determinants affecting farmers’ willingness to cooperate to control pests. *Ecological Economics*, 117(Supplement C) :182–192, September 2015.
- [11] Hazel R. Parry, Felix J. J. A. Bianchi, and Nancy A. Schellhorn. The use of models to design pest suppressive landscapes for sustainable agricultural practice. In *BYU ScholarsArchive*, 2012.
- [12] Eveliene G. Steingröver, Willemien Geertsema, and Walter K. R. E. van Wingerden. Designing agricultural landscapes for natural pest control : a transdisciplinary approach in the Hoeksche Waard (The Netherlands). *Landscape Ecology*, 25(6) :825–838, July 2010.
- [13] Kristofer Giles, Gary Hein, and Frank Peairs. Areawide Pest Management of Cereal Aphids in Dryland Wheat of the Great PLains, USA. In *Areawide Pest Management : Theory and implementation*. 2008.
- [14] Christina M. Kennedy, Eric Lonsdorf, Maile C. Neel, Neal M. Williams, Taylor H. Ricketts, Rachael Winfree, Riccardo Bommarco, Claire Brittain, Alana L. Burley, Daniel Cariveau, Luísa G. Carvalho, Natacha P. Chacoff, Saul A. Cunningham, Bryan N. Danforth, Jan-Hendrik Dudenhöffer, Elizabeth Elle, Hannah R. Gaines, Lucas A. Garibaldi, Claudio Gratton, Andrea Holzschuh, Rufus Isaacs, Steven K. Javorek, Shalene Jha, Alexandra M. Klein, Kristin Krewenka, Yael Mandelik, Margaret M. Mayfield, Lora Morandin, Lisa A. Neame, Mark Otieno, Mia Park, Simon G. Potts, Maj Rundlöf, Agustin Saez, Ingolf Steffan-Dewenter, Hisatomo Taki, Blandina Felipe Viana, Catrin Westphal, Julianna K. Wilson, Sarah S. Greenleaf, and Claire Kremen. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters*, 16(5) :584–599, May 2013.
- [15] Daniel S. Karp, Rebecca Chaplin-Kramer, Timothy D. Meehan, Emily A. Martin, Fabrice Declerck, Heather Grab, Claudio Gratton, Lauren Hunt, Ashley E. Larsen, Alejandra Martínez-Salinas, Megan E. O’Rourke, Adrien Rusch, Katja Poveda, Mattias Jonsson, Jay A. Rosenheim, Nancy A. Schellhorn, Teja Tscharntke, Stephen D. Wratten, Wei Zhang, Aaron L. Iversen, Lynn S. Adler, Matthias Albrecht, Audrey Alignier, Gina M. Angelella, Muhammad Zubair Anjum, Jacques Avelino, Péter Batáry, Johannes M. Baveco, Felix J. J. A. Bianchi, Klaus

Birkhofer, Eric W. Bohnenblust, Riccardo Bommarco, Michael J. Brewer, Berta Caballero-López, Yves Carrière, Luísa G. Carvalheiro, Luis Cayuela, Mary Centrella, Aleksandar Četković, Dominic Charles Henri, Ariane Chabert, Alejandro C. Costamagna, Aldo De la Mora, Joop de Kraker, Nicolas Desneux, Eva Diehl, Tim Diekötter, Carsten F. Dormann, James O. Eckberg, Martin H. Entling, Daniela Fiedler, Pierre Franck, F. J. Frank van Veen, Thomas Frank, Vesna Gagic, Michael P. D. Garratt, Awraris Getachew, David J. Gonthier, Peter B. Goodell, Ignazio Graziosi, Russell L. Groves, Geoff M. Gurr, Zachary Hajian-Forooshani, George E. Heimpel, John D. Herrmann, Anders S. Huseth, Diego J. Inclán, Adam J. Ingrao, Phirun Iv, Katja Jacot, Gregg A. Johnson, Laura Jones, Marina Kaiser, Joe M. Kaser, Tamar Keasar, Tania N. Kim, Miriam Kishinevsky, Douglas A. Landis, Blas Lavandero, Claire Lavigne, Anne Le Ralec, Debissa Lemessa, Deborah K. Letourneau, Heidi Liere, Yanhui Lu, Yael Lubin, Tim Luttermoser, Bea Maas, Kevi Mace, Filipe Madeira, Viktoria Mader, Anne Marie Cortesero, Lorenzo Marini, Eliana Martinez, Holly M. Martinson, Philippe Menozzi, Matthew G. E. Mitchell, Tadashi Miyashita, Gonzalo A. R. Molina, Marco A. Molina-Montenegro, Matthew E. O’Neal, Itai Opatovsky, Sebaastian Ortiz-Martinez, Michael Nash, Örjan Östman, Annie Ouin, Damie Pak, Daniel Paredes, Soroush Parsa, Hazel Parry, Ricardo Perez-Alvarez, David J. Perović, Julie A. Peterson, Sandrine Petit, Stacy M. Philpott, Manuel Plantegenest, Milan Plečaš, Therese Pluess, Xavier Pons, Simon G. Potts, Richard F. Pywell, David W. Ragsdale, Tatyana A. Rand, Lucie Raymond, Benoît Ricci, Chris Sargent, Jean-Pierre Sarthou, Julia Saulais, Jessica Schäckermann, Nick P. Schmidt, Gudrun Schneider, Christof Schüepp, Frances S. Sivakoff, Henrik G. Smith, Kaitlin Stack Whitney, Sonja Stutz, Zsafia Szendrei, Mayura B. Takada, Hisatomo Taki, Giovanni Tamburini, Linda J. Thomson, Yann Tricault, Noelline Tsafack, Matthias Tschumi, Muriel Valantin-Morison, Mai Van Trinh, Wopke van der Werf, Kerri T. Vierling, Ben P. Werling, Jennifer B. Wickens, Victoria J. Wickens, Ben A. Woodcock, Kris Wyckhuys, Haijun Xiao, Mika Yasuda, Akira Yoshioka, and Yi Zou. Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33) :E7863–E7870, August 2018.

- [16] Han Zhang, Simon G. Potts, Tom Breeze, and Alison Bailey. European farmers’ incentives to promote natural pest control service in arable fields. *Land Use Policy*, 78 :682–690, November 2018.
- [17] Séverin Hatt, Fanny Boeraeve, Sidonie Artru, Marc Dufrêne, and Frédéric Francis. Spatial diversification of agroecosystems to enhance biological control and other regulating services : An agroecological perspective. *Science of The Total Environment*, 621 :600–611, April 2018. 5.
- [18] Matteo Dainese, Silvia Montecchiari, Tommaso Sitzia, Maurizia Sigura, and Lorenzo Marini. High cover of hedgerows in the landscape supports multiple ecosystem services in Mediterranean cereal fields. *Journal of Applied Ecology*, 54(2) :380–388, April 2017.