
PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE DE FERMES MARAÎCHÈRES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Thèse d'Antonin **PÉPIN**¹

Analysée par Noëlle **DORION**²

Directeur de thèse : Hayo **VAN DER WERF**, Ingénieur de recherche – INRAE, UMR SAS Rennes (Sol, Agro et hydrosystème, Spatialisation).

Co-direction de thèse : Kévin **MOREL**, Chargé de recherche – INRAE, UMR SADAPT AgroParisTech ; Marie **TRYDEMAN KNUDSEN**, Aarhus University, Agroecology department ; Dominique **GRASSELLY**, CTIFL.

En France, le maraîchage en agriculture biologique est un secteur dynamique. Les fruits et légumes génèrent 10 % de l'empreinte carbone moyenne de l'alimentation française en 2019, moins que la viande (39%) mais plus que les autres végétaux. L'étude des impacts environnementaux a donc un sens. C'est ce sujet qu'explore Antonin Pépin en relation avec la diversité des exploitations en agriculture biologique. Cette diversité repose sur le niveau d'agroécologie pratiqué, en particulier sur l'utilisation d'intrants ou, au contraire, la valorisation des ressources de l'écosystème. Le travail s'appuie sur des données quantitatives mais principalement sur des données qualitatives collectées auprès de 165 exploitations et sur un cadre d'analyse conceptuel pour proposer d'abord une caractérisation de la diversité des fermes. Ensuite, l'analyse du cycle de vie (ACV) a été mobilisée pour évaluer l'impact environnemental de trois fermes contrastées à l'échelle de l'exploitation. Cependant, ces exploitations restent complexes, cultivant une grande diversité de légumes en les associant sur des surfaces petites à moyennes, dans une approche agroécologique systémique plus ou moins intense. C'est donc une approche système de l'ACV. Au préalable, du fait de l'importance de la biodiversité en agriculture biologique et de son impact dans l'ACV agricole, un système expert SALCA-BD a été adapté pour comparer les fermes par rapport à leur impact dans ce domaine.

Dans un premier chapitre : **Introduction générale**, l'auteur de la thèse fait le point sur les concepts et les recherches qui vont lui permettre de répondre à trois problématiques (caractériser les fermes, définir un impact biodiversité, comparer les fermes par ACV). En particulier, il fait le point sur la réglementation en vigueur en matière d'agriculture biologique, qui explique la coexistence actuelle de très petites exploitations « artisanales » et de grandes

¹ Thèse préparée au sein de à l'École Doctorale EGAAL (Écologie, Géoscience, Agronomie, Alimentation), dans le cadre d'une bourse CIFRE, financée par le Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL) et soutenue le 17 mai 2022 à l'Institut Agro Rennes-Angers.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 1 « Productions végétales ».

exploitations ayant recours aux intrants et à la mécanisation dans une sorte de « conventionnalisation » alimentant le concept de « bifurcation » ou plus simplement d'une « agriculture biologique à deux vitesses ».

Le cœur de la thèse se compose de trois chapitres, rédigés en anglais, sous formes de trois publications, dont deux ont été publiées (Agricultural systems et HAL-INRAE). Chacun de ces articles est séparé par un chapitre de transition en français qui assure une liaison bienvenue entre les différents travaux.

« *Conventionalised vs. agroecological practices on organic vegetable farms: investigating the influence of farm structure in a bifurcation perspective.* » Antonin Pépin, Kevin Morel, Hayo M.G. van der Werf (Agricultural Systems, Volume 190, May 2021, 103129).

Dans ce travail, l'auteur, à partir des réponses obtenues lors de l'enquête et grâce la mise en place de critères quantitatifs sur les modalités techniques telles que labours, contrôle des adventices, fertilisation, proximité du marché, etc., établit une typologie des exploitations en agricultures biologiques de deux régions françaises représentatives, le nord-ouest et le sud-est. Grâce à une analyse statistique, il met en évidence quatre catégories :

- 1) Des « microfermes » (0,55 ha) établies récemment, sur de petites surfaces et commercialisant sur un marché local. Les cultures sont pratiquées sans labour avec des fertilisants locaux. Le revenu est faible.
- 2) Des fermes un peu plus grandes (2 ha) avec quelques abris, commercialisant sur un marché local. Il s'agit en fait d'exploitations maraîchères très diversifiées et plus anciennes que les précédentes. Le revenu est 10 fois supérieur à la première catégorie.
- 3) Dans la 3^{ème} catégorie on trouve des maraîchers spécialisés qui cultivent de grandes surfaces sous abris (3 ha), produisent peu d'espèces, mais toute l'année. Ce sont des exploitations anciennes reconverties en Bio. La commercialisation se fait sur les marchés de gros. Le revenu est plus de trois fois supérieur à la deuxième catégorie.
- 4) La 4^{ème} catégorie concerne des exploitations beaucoup plus grande (14 ha). Les cultures sont réalisées presque exclusivement en plein air. La commercialisation se fait par les marchés de gros. Ce sont des exploitations anciennes reconverties. La mécanisation est importante. Le revenu est identique à la catégorie précédente.

Il conclut que l'hypothèse de bifurcation de Darnhofer est applicable aux exploitations maraîchères Bio mais qu'il existe en fait un continuum entre des exploitations bio très « agroécologiques » et des exploitations plus « conventionnalisées ».

Using an expert system to assess biodiversity in life cycle assessment of vegetables crops.
Antonin Pépin, Maria Vittoria Guibodini, Philippe Janneret, Hayo M. G. Van der Werf

Devant le constat qu'aucune méthode n'existe pour l'évaluation de l'impact sur la biodiversité de la production de légumes, l'auteur a décidé, après une analyse bibliographique, d'adapter un système expert SCALA-BD mis au point en Suisse pour étudier les impacts sur la biodiversité en agriculture. L'outil considère l'aptitude des milieux qui composent la ferme (culture, haies, prairies, ...) à héberger des groupes d'espèces indicatrices, et l'impact global au niveau de la parcelle, de la rotation ou de la ferme.

Etant donné la diversité des exploitations maraîchères Bio et celle des cultures pratiquées, l'auteur a distingué deux niveaux d'habitats. Le premier sépare cultures de plein champ et cultures sous abris, le second les types de légumes. Cependant, ces légumes étant eux-mêmes extrêmement divers, un premier travail a consisté à créer des regroupements de légumes en quelques catégories, ayant un même potentiel vis-à-vis de la biodiversité (analyse statistique multivariées). Le système a été testé au niveau des parcelles et au niveau de l'exploitation. Les résultats montrent l'importance des zones semi-naturelles sur l'exploitation et des pratiques peu intensives pour préserver la biodiversité.

Cependant le système n'est pas encore totalement satisfaisant et nécessite encore des améliorations, comme la prise en compte directe de la taille des parcelles et la détermination des limites territoriales des fermes.

Effect of farm type and functional unit on environmental impacts of organic vegetable farms. Antonin Pépin, Mary Trydeman Knudsen, Kevin Morel, Philippe Jeanneret, Hayo M.M. Vander Werf

Cet article a été publié en ligne dans les archives ouvertes INRAE (<https://hal.inrae.fr/hal-03765570/document>).

L'auteur a utilisé l'analyse du cycle de vie pour comparer trois exploitations maraîchères contrastées résultant de la typologie précédente. Une « microferme » (MF), caractérisée par une grande diversité de culture et un faible niveau d'intrants ; une exploitation moyenne (SP), spécialisée en cultures abritées avec une faible diversité végétale et un fort niveau d'intrants ; enfin une exploitation cultivant en plein champ (OP) sur de grandes surfaces avec une diversité végétale et d'intrants moyenne.

Les unités fonctionnelles, retenues sur une année de culture, sont le rendement (Kg), la surface (ha) et le revenu (€) pour les impacts suivants : changement climatique, demande énergétique, eutrophisation marine, biodiversité sur l'exploitation et utilisation de plastique. Toujours du fait de la diversité, l'ACV (ici analyse du cycle de vie attributionnelle) a été réalisée à l'échelle globale de l'exploitation et non par culture. Les arguments concernant ce choix sont bien développés dans le chapitre 5.

Selon les unités fonctionnelles, et les catégories d'impacts, aucune exploitation ne ressort meilleure qu'une autre pour l'environnement, mais les classements peuvent varier selon les unités fonctionnelles et les catégories d'impacts. Par exemple SP a le plus faible impact sur la biodiversité du fait des nombreux habitats semi-naturels préservés entre les tunnels.

Dans le chapitre 5 : **Synthèse générale, discussion et perspectives**, l'auteur prend le recul nécessaire pour analyser les résultats, mettre en évidence les limites et proposer des perspectives d'amélioration de l'ACV des exploitations maraîchères Bio. Les améliorations suggérées concernent notamment les difficultés liées aux impacts : fertilisation organique (eutrophisation azote), biodiversité et consommation de plastique. Il mentionne aussi à juste titre que l'ACV réalisée s'arrête à la sortie de l'exploitation et que les impacts transports seraient à étudier. Enfin, il rappelle qu'il s'agit d'une analyse des forces et faiblesses des

exploitations et non de choisir le meilleur système, chacune ayant des productions différentes et complémentaires, j'ajouterai adaptées à des marchés spécifiques.

La thèse soutenue par Antonin Pépin est le résultat d'un travail difficile et complexe. De ce fait, les résultats obtenus ne sont peut-être pas aussi spectaculaires qu'envisagés. Cependant ils sont une contribution méthodologique importante à l'application de l'analyse du cycle de vie aux exploitations horticoles et, pour cette raison, mérite de figurer sur le site de l'Académie d'agriculture de France.