



## Symposium PSDR4

### Transitions pour le développement des territoires

Connaissances et pratiques innovantes pour des modèles agricoles, alimentaires et forestiers résilients

Angers, 28-30 Octobre 2020

#### Proposition de communication

Formulaire à poster sur le site du colloque (<https://symposium.inrae.fr/psdr4/>)

Avant le 10 Juillet 2020.

# Utilisation de la modélisation comme support de reconception des systèmes Polyculture élevage

(*Claire Mosnier<sup>1†</sup>, Aymeric Mondière<sup>1</sup>, Patrick Veysset<sup>1</sup>, Gilles Brunschwig<sup>2</sup>*)

Coordonnées précises du ou des auteurs (en précisant le correspondant) :

<sup>1</sup> Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

<sup>2</sup> VetAgro Sup, Inra, UMR Herbivores, 89 avenue de l'Europe - BP 35, F-63370 Lempdes, France  
[Caire.mosnier@inrae.fr](mailto:Caire.mosnier@inrae.fr)

Référence à la (aux) région(s) et au(x) Projet(s) PSDR (éventuelle) :

Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne Franche-Comté, projet Poete

Référence à la thématique visée : Transition agroécologique dans les territoires : systèmes innovants de production agricole

## **Résumé**

**(Times New Roman, 12 pt, interligne simple)**

**3 pages max**

### **Objectif de la communication**

L'agriculture doit répondre à de nombreuses attentes sociétales : produire des aliments sains, de façon éthique, en préservant l'environnement et en créant de beaux paysages. Elle doit également permettre aux agriculteurs de dégager un revenu stable dans un contexte climatique et économique de plus en plus incertain, avec des conditions de travail acceptables. Pour cela, il est parfois nécessaire que les agriculteurs modifient leurs systèmes de production en profondeur. Cette reconception peut s'avérer très complexe, surtout pour les systèmes de Polyculture-Elevage (PCE) qui doivent mettre en balance (compétition ou synergie ?) plusieurs ateliers de production, mais qui ont davantage de leviers pour mettre en œuvre les principes de l'agroécologie et consolider l'autonomie de leur exploitation (Ryschawy et al., 2014). Les modèles d'optimisation bioéconomique permettent de concevoir des systèmes maximisant un objectif tout en respectant un ensemble de contraintes structurelles, biologiques, techniques, économiques et environnementales. Ils permettent également d'évaluer les différents systèmes simulés à partir d'un ensemble d'indicateurs (Janssen et al. 2007). La modélisation peut alors être un support pour explorer différentes stratégies afin de reconcevoir les systèmes (Martin et al., 2011).

Le projet PSDR POEETE a pour missions d'une part de renforcer les connaissances sur la polyculture-élevage et d'autre part de créer du lien avec la formation agricole pour renforcer l'enseignement de la PCE dans les lycées agricoles. Les fermes des lycées agricoles sont des supports pédagogiques qui doivent, entre autres, permettre aux futurs agriculteurs de concevoir ou reconcevoir leurs propres fermes. Les responsables de ces fermes et les équipes pédagogiques se posent la question de l'adéquation de leur système de production avec les principes de l'agroécologie enseignés par ailleurs. L'objectif du travail présenté ici est de co-construire avec les responsables des fermes des lycées agricoles partenaires du projet différents scénarios d'évolution et de tester en quoi la modélisation peut être un outil d'aide à la transition agroécologique.

### **Méthode :**

- Le modèle Orfee

Le modèle de simulation utilisé – Orfee - simule le fonctionnement d'une exploitation agricole (Mosnier et al., 2017). Il optimise les choix de production, notamment de taille et de production du troupeau, de rations des animaux, d'assolement et de production végétale, de main d'œuvre et de matériel utilisé pour maximiser une fonction objectif (résultat courant) sous un ensemble de contraintes stratégiques (autonomie alimentaire minimum, cahier des charges etc.), structurelles (surfaces, main-d'œuvre et bâtiments disponibles), techniques (rotations, opérations culturales, besoins alimentaires de troupeau etc.) ou réglementaires.

Plusieurs améliorations du modèle ont été fait dans le cadre du projet POEETE afin de pouvoir simuler les stratégies envisagées par les chefs d'exploitation. Des intercultures ont spécialement été rajoutées dans le cadre de ce projet, à la demande des lycées agricoles. Ces intercultures, d'été ou d'automne, peuvent avoir pour fonction la constitution de stock de fourrage, le pâturage ou la régulation de la fertilité du sol (engrais vert ou piège à nitrate). Le pâturage tournant dynamique a été rajouté. Ce type de pâturage nécessite quelques investissements (clôture, abreuvoirs etc.) et un peu de temps de travail supplémentaire, principalement en hiver, mais permet d'améliorer le taux d'utilisation des prairies ainsi que leur qualité nutritive. Différentes interactions entre les cultures et le bétail sont également prises en compte par le modèle. L'introduction de cultures fourragères et de

prairies temporaires permet une rotation plus longue des cultures qui nécessitent ainsi moins d'intrants de synthèse. Les effluents d'élevage peuvent se substituer aux engrais minéraux : 10 à 20 % de la teneur en azote du fumier, 80 % de sa teneur en phosphore et toute sa teneur en potassium est utilisable directement par les plantes. À long terme, le fumier augmente la minéralisation de la matière organique en azote disponible pour les plantes. La récolte de la paille utilisée pour la litière animale plutôt que son enfouissement réduit les besoins en azote des cultures de 10 kg/ha/an.

- Les fermes des lycées agricoles partenaires

Quatre fermes de lycées agricoles ont été mobilisées. L'établissement public des terres de l'Yonne à La Brosse possède un troupeau de vaches laitières et des grandes cultures ; l'EPLEFPA de Fontaines en Saône-et-Loire a un troupeau de vaches laitières, de vaches allaitantes, des volailles et des grandes cultures ; le lycée de la Côte Saint André dans le Rhône possède des ovins viande, des vaches laitières, un atelier apicole et des grandes cultures ; l'EPLEFPA le Valentin est situé dans la Drôme il produit en agriculture biologique et détient des vaches laitières, des fruitiers et des grandes cultures.

- Les étapes de la co-construction

Des entretiens ont tout d'abord eu lieu avec les chefs d'exploitation des lycées afin de 1) Comprendre le système en place, sa cohérence et ses limites, 2) Récolter des données technico-économiques de l'exploitation (année de référence 2017), 3) Réfléchir aux stratégies d'évolution possible à simuler via le modèle, selon les objectifs des responsables des exploitations. Il s'en est suivi une première phase de simulation et de restitutions. Nous sommes actuellement en train de prendre en compte les différents retours afin de revoir les simulations qui seront à nouveau présentées aux chefs d'exploitation cet automne 2020.

- Les scénarios simulés

Les chefs d'exploitations souhaitent pour la plupart modifier leur système d'exploitation vers davantage d'agroécologie. Ceci s'est traduit par des objectifs d'autonomie alimentaire des troupeaux accrue, avec dans certains cas une place de l'herbe plus importante. Les exploitations en agriculture conventionnelle souhaitent également tester le passage en agriculture biologique. D'autres stratégies étaient plus spécifiques à certains lycées, comme le changement de race laitière ou la suppression d'un atelier allaitant. Nous reprenons ici les stratégies ayant une composante agroécologique croissante : Base : situation de référence de l'exploitation, OptEcon : optimisation économique avec le minimum de contrainte agroécologique, Auton : Autonomie alimentaire, AutonH : Autonomie alimentaire en système herbager et AB : passage en agriculture biologique.

**Tableau 1 : Contraintes associées à chaque scénario**

	Base	OptEco	Auton	AutonH	AB
Cahier des charges	=Ref	=Ref	=Ref		A.Bio.
Alimentation du troupeau (%MS)			Aut >99%	Pat > 20% Conc < 20%	Aut ≥ 60% Pat > 20%
Taille du troupeau	= Ref	≤ Ref +5%	≤ Ref +5%	≤ Ref +5%	≤ Ref +5%
Cultures	= Ref	< Ref x 2 +IC+PTD	< Ref x 2 +IC+PTD	Pas de maïs < Ref x 2 +IC+PTD	< Ref x 2 +IC+PTD

Notes : Ref= référence de la ferme du lycée, IC = intercultures, PTD= Paturage Tournant Dynamique

Pour chaque scénario (Tableau 1), des contraintes plus ou moins fortes ont été ajoutées sur la part minimum ou maximum de la matière sèche ingérée par le troupeau i) produite sur l'exploitation, ii) issue du pâturage et iii) de type « concentré ». Le maïs ensilage est supprimé pour le scénario AutonH. Le cahier des charges Agriculture biologique doit par ailleurs être respecté dans le scénario

AB. Afin de répondre à ces exigences, le modèle peut choisir de maintenir ou réduire la taille des troupeaux, de maintenir ou réduire leur niveau de production, de modifier les surfaces de chaque culture déjà présentes sur l'exploitation et d'ajouter les intercultures ou le pâturage tournant dynamique.

### Résultats :

Les premiers résultats montrent que les stratégies simulées utilisent les cultures telles que méteil (mélanges céréales protéagineux), les prairies temporaires et les intercultures ainsi que les techniques de pâturage tournant dynamique dans la quasi-totalité des scénarios simulés. Ces cultures permettent de réduire la quantité d'intrants utilisés et d'augmenter les surfaces en herbe, avec un impact favorable sur l'environnement. La production laitière est souvent privilégiée au détriment de la production de vaches ou de brebis allaitantes. De nouvelles simulations doivent cependant être réalisées afin notamment de 1) limiter la part des fourrages issus des intercultures qui ont des rendements très aléatoires et ne doivent pas représenter une part trop importante des stocks, 2) mieux paramétrer certaines activités dont le maïs ensilage qui ressort peu dans les stratégies optimales, 3) améliorer les scénarios qui avaient quelques incohérences.

### Retombées :

Les données récoltées sur le terrain ont permis de faire progresser le modèle Orfee en intégrant les intercultures et le pâturage tournant ainsi qu'en permettant un meilleur paramétrage des activités culturales pour différentes zones de Rhône-Alpes. Les pratiques innovantes réalisées dans certains lycées peuvent ainsi bénéficier à d'autres. Elles ont également permis de mieux connaître les aspirations des chefs d'exploitation qui bien qu'ayant des objectifs pédagogiques ont également des contraintes économiques importantes.

La modélisation permet de réfléchir à un grand nombre de scénarios de changements de systèmes, sans risque. Elle n'est cependant pas assez fine et fiable pour que le système proposé soit automatiquement adapté ; elle est une première étape pour choisir une direction. La modélisation est également un bon moyen pour que les étudiants comprennent les liens entre les différents ateliers et les impacts de modifications internes ou externes sur le fonctionnement et la durabilité de l'exploitation.

### Bibliographie :

- Janssen, S. and M. K. van Ittersum (2007). Assessing farm innovations and responses to policies: A review of bio-economic farm models. *Agricultural Systems* 94(3): 622-636.
- Martin G, Felten B, Duru M (2011) Forage rummy: A game to support the participatory design of adapted livestock systems. *Environmental Modelling & Software* 26:1442-1453.
- Mosnier, C., Duclos, A., Agabriel, J., Gac, A., 2017. Orfee: A bio-economic model to simulate integrated and intensive management of mixed crop-livestock farms and their greenhouse gas emissions. *Agricultural Systems* 157, 202-215
- Ryschawy, J., Joannon, A., Choisis, J.P., Gibon, A., Le Gal, P.Y., 2014. Participative assessment of innovative technical scenarios for enhancing sustainability of French mixed crop-livestock farms. *Agricultural Systems* 129, 1-8.