

# Performance globale de systèmes mixtes de polyculture élevage : étude par modélisation des impacts directs et indirects de l'organisation cultures-élevage

## *Sustainability of mixed crop-livestock systems: a model-based study of direct and indirect impacts of crop-livestock organization*

SNEESSENS I. (1, 2, 3), VEYSSET P. (1, 2), BENOIT M. (1, 2), LAMADON A. (1, 2), BRUNSCHWIG G. (2, 1)

(1) Inra, Theix, UMR1213 Herbivores, 63322 Saint Genès Champanelle, France

(2) Clermont Université, VetAgro Sup, UMR Herbivores, BP 10448, 63000 Clermont-Ferrand, France

(3) ADEME, 20 avenue du Grésillé - BP 90406, 49004 Angers Cedex 01, France;

### INTRODUCTION

Les systèmes de production associant cultures et élevage sont réputés plus durables que les systèmes de production spécialisés. Toutefois, la publication d'études contradictoires nous conduit à envisager que les formes d'association entre cultures et élevage doivent influencer sur la performance globale des systèmes. Les études publiées sont principalement axées sur l'impact des interactions entre cultures et élevage, à structure constante, sur les performances du système. Nous posons l'hypothèse que la part respective des surfaces agricoles (SAU) consacrées aux ateliers culture et élevage est un déterminant clé des performances de l'exploitation, le potentiel agronomique des sols étant considéré uniforme. Notre objectif est d'étudier si cette organisation structurelle a des incidences directe et indirecte sur la durabilité des systèmes polyculture-élevage ovin viande (PC-E).

### 1. MATERIEL ET METHODES

Nous avons construit le modèle *Sheep'n'Crop* (Sneessens et al. 2016) paramétré pour être représentatif de systèmes d'élevage ovins viande et de cultures dans les zones de plaines de la Vienne (France). Ce modèle permet de simuler des systèmes PC-E contrastés et d'évaluer leurs performances à l'aide des indicateurs suivants : revenu agricole par travailleur, productivité des surfaces (incluant l'équivalent surface des aliments achetés pour l'alimentation animale), bilan N, émissions de GES (kg CO<sub>2</sub>e/kg produit) et consommation d'énergie (MJ/kg produit).

*Sheep'n'Crop* permet d'étudier deux effets de l'organisation culture-élevage. Les effets directs correspondent aux impacts de la variation des pourcentages de SAU allouées aux cultures et à l'élevage. Les effets indirects correspondent à l'amélioration des performances permise par les interactions culture-élevage pour un type d'organisation donné : transfert de fumier sur les cultures, auto consommation des cultures pour l'alimentation des animaux, rotation culturale avec des cultures intercalaires ou des cultures fourragères pâturées.

Deux systèmes PC-E ont été simulés, avec des structures contrastées de cultures-élevage (PC20-E80 : 20 % de la SAU allouée aux cultures ; PC80-E20 : 80 % de la SAU allouée aux cultures). Ces deux mêmes systèmes PC-E, situés en zone de plaine de la Vienne, étaient simulés sans interaction (sauf le travail, l'équipement et les coûts fixes partagés) ou avec interactions culture-élevage.

### 2. RESULTATS

#### 2.1. SYSTEMES SANS POSSIBILITE D'INTERACTION

Le premier scénario - sans aucune interaction entre cultures et élevage - a mis en évidence que la part respective des ateliers culture et élevage a un impact direct sur les performances, ce qui implique l'existence de compromis entre les objectifs de durabilité. Par rapport au système PC20-E80, le système PC80-E20 montre des performances plus élevées pour le revenu agricole par travailleur (+44%), la productivité des surfaces totales consacrées aux animaux (+18%) et les émissions de GES des cultures (-14%) ; tandis que le système PC20-E80 a un meilleur bilan N (-47%) et une plus faible consommation d'énergie pour l'élevage (-9%). Ces effets contrastés sont essentiellement expliqués par

l'accroissement de taille de l'atelier de cultures accompagné d'une intensification des surfaces consacrées à l'élevage.

#### 2.1. SYSTEMES AVEC POSSIBILITE D'INTERACTION

Le deuxième scénario - permettant des interactions entre culture et élevage - montre que cette interaction atténuée, mais ne renverse pas les effets liés à l'augmentation de la part des cultures dans la SAU de l'exploitation identifiés ci-avant. Ainsi, l'écart de performance observé entre les systèmes PC80-E20 et PC20-E80 diminue pour le revenu agricole par travailleur +40% vs 44%, et les émissions de GES des cultures -4% vs -14%. L'effet inverse est observé pour le bilan N (+70% vs +47%), la productivité des surfaces consacrées à l'élevage (+24% vs +18%), la consommation MJ pour l'élevage (+25% vs +9%), les émissions de GES de l'élevage (-8% vs -3%) et la consommation MJ pour les cultures (+7% vs -2%).

### 3. DISCUSSION

Nos simulations soulignent d'une part que les différentes formes d'associations culture-élevage conduisent à des trade-offs variés entre performances des systèmes PC-E. Par exemple, l'augmentation du pourcentage de cultures accroît les revenus agricoles et la production animale par unité de surface tout en ayant un impact négatif sur le bilan N et les niveaux de consommation de MJ pour l'élevage. Ces trade-offs sont majoritairement expliqués par l'effet direct de l'organisation culture-élevage sur les performances PC-E. D'autre part, notre hypothèse selon laquelle la part culture-élevage a également un effet indirect sur les performances d'un système PC-E, à travers leur capacité à tirer profit des interactions culture-élevage, a également été confirmée.

L'existence de trade-offs liés à différentes formes d'association culture-élevage a déjà été identifiée dans la littérature. Cependant, l'effet relatif de l'organisation et des interactions culture-élevage n'avaient pas été quantifié. En ce sens, notre étude a permis d'identifier l'organisation culture-élevage comme un facteur déterminant des performances PC-E. Nous avons testé la robustesse de ces résultats face aux variations de conjonctures économiques : l'une plus favorable aux cultures et l'autre à la production ovin viande.

### CONCLUSION

Les systèmes mixtes élevage-cultures sont réputés plus durables que les systèmes spécialisés. Cependant, les possibilités d'interaction qui permettent aux systèmes PC-E d'être plus durables ne sont pas bien quantifiées. Nous avons développé le concept d'organisation culture-élevage, qui traduit l'affectation de la superficie agricole entre cultures et surfaces fourragères pour l'élevage, et montré qu'il s'agit d'un facteur principal expliquant les performances des systèmes PC-E, même si les interactions culture-élevage améliorent les performances. Il importe donc de poursuivre des études sur les formes structurelles des systèmes PC-E, conjointement à leurs modes de gestion, afin de mieux prendre en compte les trade-offs entre production, économie et environnement.

Sneessens I., Veyssset P., Benoit M., Lamadon A. and Brunschwig G., 2016. *Animal*, page 1 of 12, doi:10.1017/S1751731116000720