

# Modélisation bioéconomique de l'intégration agriculture-élevage à l'échelle d'un territoire : cas de la production de canne à sucre et de l'élevage laitier à l'île de la Réunion

## Bio-economic modelling of crop-livestock integration at territory scale: case of sugar cane and dairy farming production on the Reunion Island

RANDRIANASOLO J. (1), LECOMTE Ph. (1), SALGADO P. (1), LEPELLEY D. (2)

(1) CIRAD, UMR 112 SELMET, F-97410 Saint-Pierre, France

(2) Université de la Réunion, CEMOI, F-97400 Saint-Denis, France

### INTRODUCTION

L'économie de l'île de la Réunion est en grande partie basée sur l'agriculture. Confronté aux contraintes d'insularité et de volatilité du prix des intrants, le secteur agricole cherche un moyen pour réduire son coût de production. L'une des options envisagées serait de créer un système plus autonome où les coproduits de la canne à sucre (CàS) comme la bagasse et la paille seraient utilisés dans l'alimentation des vaches laitières et les effluents d'élevage utilisés comme engrais organiques sur les cultures fourragères et cannière. L'objectif de cette étude, qui fait suite à un premier travail de modélisation bioéconomique à l'échelle du territoire (Nidumolu, 2007), est d'évaluer les impacts économiques, sociaux et environnementaux de l'intégration entre l'agriculture et l'élevage (IAE) et de construire un outil de support à la discussion pour les acteurs locaux.

### 1. MATERIEL ET METHODES

Un modèle mathématique a été développé sous le logiciel GAMS à partir des acquis des modèles Amsteel (Louhichi, 2004), Ksheera (Nidumolu, 2007) et Daivie (Salgado et Lubbers, 2008). L'approche est basée sur la programmation mathématique positive avec une fonction non-linéaire pour le calcul des subventions. Le modèle adopte un processus dynamique récursif avec un pas de temps de six mois et tient compte des contraintes techniques, socio-économiques et environnementales de la production laitière et cannière. Il optimise sur un horizon de planification de six ans. Le modèle utilise une démarche normative pour la recherche de la solution optimale. Il se focalise sur l'équilibre nutritionnel des vaches laitières, selon leur potentiel génétique, en fonction de leurs besoins nutritifs (énergie et protéines) et tenant compte de leur capacité d'ingestion. Un ratio fourrage-concentré a été établi afin de contrôler la proportion des aliments ingérés. Les valeurs nutritionnelles des aliments sont issues des prédictions par SPIR. Le modèle s'articule aussi sur l'équilibre entre les besoins d'azote, phosphore et potassium des cultures fourragères et cannière et les apports en fertilisants des effluents d'élevage et des engrais minéraux.

### 2. RESULTATS

Les résultats du modèle ont été validés par les experts agricoles locaux. Les discussions ont porté sur la cohérence des résultats simulés par rapport à ceux observés. Pour évaluer l'impact de l'IAE, nous avons sélectionné trois scénarios : (S1) peu d'intégration, i.e., les animaux sont nourris avec les fourrages cultivés mais les effluents d'élevage ne sont pas valorisés sur les cultures ; (S2) intégration partielle, i.e., les animaux sont nourris avec les

fourrages et les effluents sont épandus uniquement sur les prairies ; (S3) intégration totale, i.e., les fourrages et les coproduits de CàS sont valorisés comme aliments pour le cheptel et leurs effluents sont utilisés comme fertilisants pour les cultures. Le scénario (S1) correspond à notre situation de référence. En S2, la marge de l'activité laitière augmente de 7% tandis que celle de la canne reste stable. La somme des deux marges augmente de 0,3%. Une diminution de 7% de l'utilisation des engrais minéraux est enregistrée dans l'activité laitière et la consommation de fioul pour produire cent litres de lait (conso-100) est réduite de 31%. Cependant, le nombre d'animaux reste inchangé par rapport à S1. En S3, la marge de l'activité cannière diminue légèrement (0,1%) et celle de l'activité laitière augmente de façon significative (17%). La somme des deux marges augmente de 0,5%. Dans ce scénario, le nombre d'animaux augmente de 14%. L'indicateur *conso-100* quant à lui diminue de 39%.

### 3. DISCUSSION

L'augmentation de la marge en S2 est liée à la baisse de l'utilisation d'engrais minéraux. Une partie des engrais utilisés en S1 pour la production fourragère est remplacée par les effluents d'élevage dans S2. Cette substitution réduit également l'impact environnemental. La réduction de la marge de l'activité cannière en S3 est liée à l'utilisation de la bagasse par les animaux au lieu d'être transformée en électricité et commercialisée. Le nombre d'animaux augmente en S3 car nous disposons de ressources alimentaires supplémentaires. Ainsi, la diminution de l'utilisation d'aliments concentrés et d'engrais minéraux par les deux activités engendre une baisse considérable de l'impact environnemental et du coût de production. Du fait que le transport est assuré par des prestataires de service, la distance (i.e., les coûts de transport) entre les exploitations laitières et les champs de canne (et/ou usine de transformation) a un effet sur les résultats économiques du modèle et peut représenter un obstacle à l'intégration optimale des deux activités.

### CONCLUSION

Le modèle évalue l'impact et la durabilité économique, sociale et environnementale des productions de canne à sucre et laitière selon le niveau d'intégration entre l'agriculture et l'élevage. Il constitue un outil d'aide à la discussion pour l'ensemble des acteurs du territoire.

Louhichi, K., 2004. Anim. Res., 53, 363-382

Nidumolu, U., 2007. Rapport du projet « MODLAIT », 97 p.

Salgado P., Lubbers, M., Schipper, R., van Keulen, H., Alary, V., Lecomte P. 2009. In: Proceedings of the Integrated Assessment of Agriculture and Sustainable Development Conference. Egmond aan Zee, The Netherlands, Wageningen University and Research Centre, The Netherlands, 272-273.

**Tableau 1** Résultats de l'intégration de la canne à sucre à l'élevage laitier à la Réunion

Scénarios	Marges sur charges directes (million €/an)			Capital animal (million €)	Main d'œuvre (personne/an)	Engrais achetés (tonne/an)	Conso-100 (litre de fioul)
	Lait	CàS	Total				
S1 (%)	5 (100)	133 (100)	138 (100)	114 (100)	2 714 (100)	18 (100)	22 (100)
S2 (%)	(107)	(100)	(100,3)	(100)	(100)	(93)	(69)
S3 (%)	(117)	(99,9)	(100,5)	(114)	(100)	(90)	(61)