

Simuler des réseaux céréaliers-éleveurs pour évaluer leur capacité d'autonomie locale : Application en Ariège

Aurélien Peter¹, Myriam Grillo¹, Romain Reuillon², Benoit Gaudou³

¹AGIR, Univ Toulouse, INRAE, 31326 Castanet-Tolosan, France

²Géographie-cités, ISC-PIF, CNRS, 75013 Paris, France

³IRIT, Univ Toulouse, 31000 Toulouse, France

Mots clés : multi-agents, interaction culture-élevage, réseau d'agriculteurs

Introduction

Associer activités de culture et d'élevage dans un système agricole apporte de nombreux bénéfices. Cela permet d'augmenter la qualité des sols, de réduire les intrants (fertilisant, alimentation animale), de gérer les adventices et ravageurs, et d'augmenter la productivité, l'efficacité et la résilience de l'exploitation (Martin et al., 2016; Schut et al., 2021). Alors que de tels systèmes mixtes sont en diminution (-30% de fermes mixtes entre 2010 et 2020 en France, Agreste 2020), l'intérêt de raisonner les interactions au niveau du territoire n'en est que plus marqué. Comprendre ces systèmes et évaluer leurs performances est un enjeu majeur pour les pérenniser. Bien que ces interactions relèvent de questions organisationnelles (ex. distances) et d'équilibre entre offre et demande (Catarino et al., 2021), elles relèvent également d'une dynamique de réseau et de collaboration, incluant des facteurs sociaux. En effet chaque agriculteur a ses propres objectifs qui dépendent de la structure de l'exploitation mais aussi de ses valeurs individuelles (Bouttes et al., 2019). Les modèles multi-agents (ABM) permettent de représenter individuellement des agents (ici agriculteurs) qui prennent des décisions et agissent indépendamment les uns des autres, tout en offrant la possibilité d'intégrer des comportements sociaux (Huber et al., 2018). L'objectif de ce travail est de construire un modèle multi-agents intégrant des logiques liées au réseau d'agriculteurs afin de représenter les interactions entre fermes et, à terme, pouvoir évaluer l'autonomie et la résilience du réseau face à un aléa climatique.

1. Matériel & Méthode

Le modèle multi-agents a été construit à partir du cas d'éleveurs et céréaliers dans le département de l'Ariège pour simuler les interactions entre eux. Ce territoire est caractérisé par des exploitations spécialisées (céréaliers en plaine et éleveurs en montagne) et une volonté des agriculteurs d'augmenter les interactions entre eux. Des enquêtes semi-directives ont été menées auprès de 13 agriculteurs afin de comprendre quels sont les types d'échanges entre les fermes et les mécanismes qui en sont à l'origine. L'analyse qualitative de ces données, et des discussions avec des conseillers agricoles de la zone et des groupes d'agriculteurs, ont permis d'identifier les règles de décision d'échange et de concevoir un modèle conceptuel correspondant. Afin d'intégrer la spatialisation des fermes et notamment leur distance, le modèle a été implémenté sur la plateforme de modélisation GAMA (Taillandier et al., 2019).

2. Résultats

L'agent principal du modèle est l'agriculteur, décliné en trois types : céréalier (en plaine), polyculteur-éleveur (sur les coteaux) et éleveur (en montagne). Le modèle génère des agriculteurs répartis aléatoirement sur le territoire (ici Ariège) et leur attribue des troupeaux et des cultures selon leur type (ici à partir des données Agreste du département). Plusieurs années (pas de temps d'une année) se succèdent au cours desquelles ont lieu des phases de production de matière (fumier, paille, grain, herbe), d'échanges entre agriculteurs, et de consommation de ressources (fertilisation et alimentation des animaux).

Les échanges entre agriculteurs dans le modèle se basent sur un score qui tient compte de la distance à parcourir, la quantité de matière qui peut être échangée pour l'année en cours, de la confiance entre agriculteurs et de la stratégie individuelle (favorisant la quantité échangée ou le lien social). Le score est d'autant plus élevé que la distance est courte et que le taux de couverture des besoins et la confiance sont élevés. La confiance évolue en fonction de la réalisation ou non réalisation des échanges (Figure 1). Au fil des années et des interactions, la confiance évolue entre agriculteurs et des liens se tissent au point de former un réseau sur le territoire simulé (Ariège).

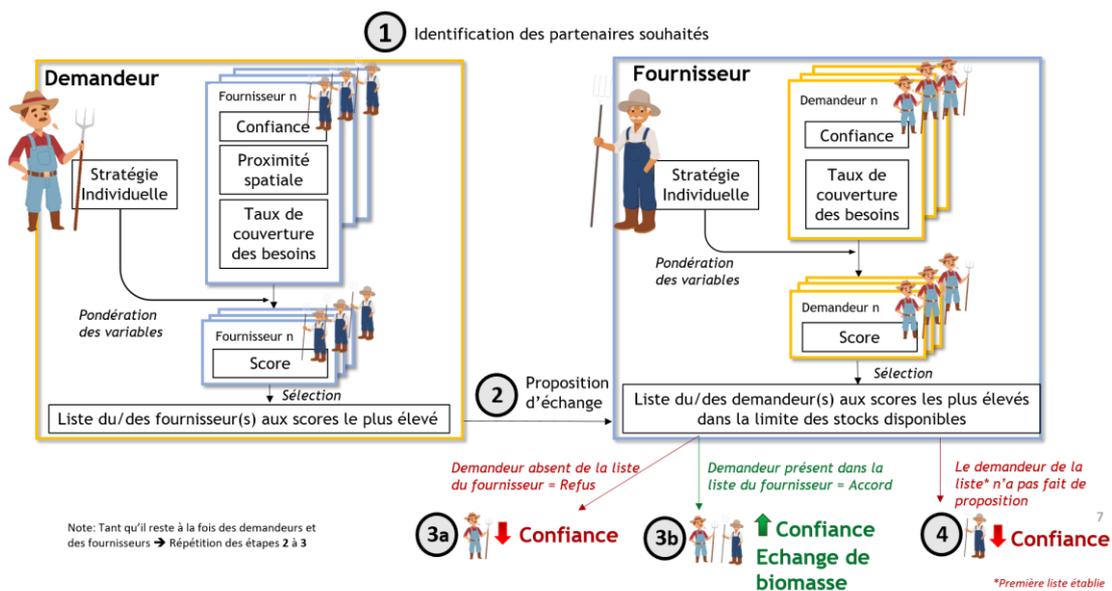


Figure 1. Processus de prise de décision pour échanger avec un agriculteur et évolution de la confiance. Les étapes se lisent dans l'ordre croissant avec deux chemins possibles à l'étape 3.

Les indicateurs de sortie du modèle permettent de caractériser le réseau d'agriculteurs (centralité, nombre de connexions avec d'autres agents) chaque année. Ils permettent de mettre en lumière le niveau d'inclusion de chaque agriculteur au sein du système (e.g. central dans le réseau et très connecté aux autres agriculteurs, peu connecté), d'observer les différences selon les types de ferme et l'évolution des indicateurs par année. Nous observons aussi les flux de matière pour déterminer l'autonomie locale (production & échange) de chaque exploitation, cela permettra de comparer leur niveau d'autonomie en réponse à des scénarios simulés.

Conclusions et perspectives

Nous avons développé un modèle qui permet d'intégrer une dimension sociale dans les simulations de réseaux d'agriculteurs. Des phases d'explorations du modèle sont en cours pour le paramétrer. Cela permettra de fixer les valeurs d'entrée, et le nombre de cycles et d'agriculteurs à simuler pour représenter un territoire comme l'Ariège. Des scénarios pourront ensuite être appliqués pour évaluer l'impact de variations climatiques sur le réseau d'agriculteur et entre les types d'agriculteurs, et mis en discussion avec les agriculteurs d'Ariège impliqués dans une dynamique de développement des interactions céréalière-éleveurs.

Remerciements

Ce travail a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne, dans le cadre de la convention de subvention n° 862357, projet MIXED. Nous adressons un remerciement particulier aux agriculteurs qui ont contribué à ce travail et à Claire Triolet.

Références bibliographiques

- Bouttes, M., et al., 2019. Converting to organic farming as a way to enhance adaptive capacity. *Org. Agr.* 9, 235–247. <https://doi.org/10.1007/s13165-018-0225-y>
- Catarino, R., et al., 2021. Fostering local crop-livestock integration via legume exchanges using an innovative integrated assessment and modelling approach based on the MAELIA platform. *Agricultural Systems* 189, 103066. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103066>
- Huber, R., et al., 2018. Representation of decision-making in European agricultural agent-based models. *Agricultural Systems* 167, 143–160. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.09.007>
- Martin, G., et al., 2016. Crop–livestock integration beyond the farm level: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 53. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0390-x>
- Schut, A.G.T., et al., 2021. Reintegration of crop-livestock systems in Europe: an overview. *Front. Agr. Sci. Eng.* 8, 111. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2020373>
- Taillandier, P., et al., 2019. Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform. *Geoinformatica* 23, 299–322. <https://doi.org/10.1007/s10707-018-00339-6>