



Transitions vers des territoriales durables

Une démarche pour coconcevoir des systèmes alimentaires à travers la circularité de la biomasse et les activités d'élevage

T.T.S. Siqueira¹, J.-M. Sadaillan¹, M. Feillet¹, M. Vigne², J. Vayssières¹, A. Benoit³, M. Miralles-Bruneau¹, J. Vuattoux¹, M. Allix³, T. Donnah Razafinarivo⁴, L. Rasolofo Irintsoa⁴, M. Hanitriniaina Razafimahatratra⁴, A. Barimalala⁵, G. Parizet⁵

1 CIRAD, INRAE Institut Agro Montpellier, SELMET, Saint-Pierre, La Réunion, France

2 CIRAD, INRAE Institut Agro Montpellier, SELMET, Antsirabe, Madagascar

3 CIRAD, INRAE Institut Agro Montpellier, BioWooEB, Saint Denis, La Réunion, France

4 FOFIFA, Département de Recherche Zootechniques Vétérinaires et Piscicoles, Antananarivo, Madagascar

5 Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières, Antananarivo, Madagascar

Auteur correspondant : siqueira@cirad.fr

Introduction

L'élevage est une composante majeure des systèmes agri-alimentaires et représente 40 % de la valeur globale de la production agricole brute mondiale (FAO, 2009). Elle est également essentielle pour la subsistance et la sécurité alimentaire de nombreux foyers ruraux dans les pays en développement (FAO, 2009). Cependant, le modèle de développement de l'élevage, principalement basé sur le progrès technologique, l'utilisation de ressources externes et des systèmes d'échange linéaires a été remis en question par de nombreuses études (Gerber et al., 2013 ; Poore et Nemecek, 2018). La première étude montre que l'élevage est responsable de 14,5 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre d'origine anthropique, et la seconde suggère même l'arrêt de la consommation de viande pour atteindre les objectifs climatiques. Ces conclusions soulignent la nécessité d'augmenter les investissements dans le secteur agricole pour passer à un modèle de développement plus respectueux de l'environnement (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, 2005), tout en contribuant au développement social et économique des populations locales et des territoires.

Une littérature émergente souligne que, dans le cadre d'une économie circulaire, la production animale contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à assurer la sécurité alimentaire dans de nombreuses régions et territoires du monde (van

Zanten et al., 2019 ; Muscat et al., 2021). Tout d'abord, grâce à la combinaison de la production animale et végétale, qui permet de boucler les cycles de nutriments (N, P, K) (Kleinpter et al., 2022). Deuxièmement, grâce à sa capacité à valoriser les ressources alimentaires et non alimentaires inutilisables par les humains (Mottet et al., 2017). De plus, le bétail ruminant joue un rôle central dans le stockage du carbone à travers les pâturages (Blanfort et al., 2015 ; Siqueira and Duru, 2016). Ce contexte complexe invite les territoires à repenser la place de l'élevage dans les systèmes agri-alimentaires pour relever les défis environnementaux tout en maintenant son rôle central dans le développement territorial.

Dans cette perspective, notre étude adopte une posture de Recherche-Action à visée transformative plaçant la circularité comme moteur d'un développement territorial compatible avec les enjeux de durabilité. Notre hypothèse est que la mise en œuvre des stratégies territoriales de circularité de la biomasse en incluant l'élevage au sein des systèmes agri-alimentaires conduit à (i) la création de synergies dans les flux de nutriments et d'énergie, contribuant à la réduction des impacts environnementaux ; (ii) une contribution substantielle au développement socio-économique des territoires ainsi qu'à la reconfiguration des dynamiques de pouvoir.

Malgré la reconnaissance des territoires comme une échelle privilégiée pour appuyer les transitions agroécologiques (Moraine et al., 2017) et sociétales (Pachoud et al., 2022), les outils pour accompagner ces transitions semblent limités. Notamment, quand il s'agit de l'accompagner la co-conception des transitions durables à travers des changements dans les systèmes alimentaires par une plus grande circularité de la biomasse et intégration des activités d'élevage dans les territoires. Cette limitation semble encore plus importante dans le cas des territoires à dominance agricole dans les pays du Sud. Les outils étant souvent construits et testés dans les pays du nord semblent peu ou pas adaptés à ces contextes (faible niveau d'éducation, niveau élevé de pauvreté, etc.). Par conséquent, notre objectif principal est de co-développer une démarche innovante appuyée sur des outils multiples pour faciliter la co-conception d'initiatives de transitions durables pour les territoires du Sud grâce au développement d'une gestion plus circularité de la biomasse et de l'intégration des activités d'élevage au sein des systèmes agri-alimentaires.

Méthodologie

Dans ce processus de co-conception de transitions de systèmes agri-alimentaires, nous proposons dans un premier temps un diagnostic interdisciplinaire et participatif du fonctionnement de ces territoires par l'angle de la biomasse. Nous combinons des approches quantitatives et qualitatives pour identifier et mesurer les stocks et les flux de biomasse et comprendre leur gouvernance des territoires étudiés. Nous analysons également les pratiques d'alimentation et d'élevage des ménages. Nous utilisons ensuite une approche participative pour confirmer, corriger ou compléter ce diagnostic territorial multicritère. Deuxièmement, nous évaluons les impacts environnementaux à l'échelle du territoire par la modélisation et des approches participatives. Troisièmement, nous mettons en œuvre un processus participatif pour appuyer la co-conception d'initiatives visant à promouvoir une plus grande circularité

de la biomasse et l'intégration des activités d'élevage dans les systèmes agri-alimentaires. Enfin, nous analyserons les impacts environnementaux et socio-économiques potentiels des initiatives conçues par les acteurs du territoire.

Notre approche est organisée en 5 grands travaux de recherche (WP) :

WP 1 : Caractérisation des systèmes d'élevage et des ressources locales mobilisés et potentiellement mobilisables pour l'alimentation animale

Le WP 1 vise à caractériser les systèmes d'élevage, en mettant l'accent sur les ressources alimentaires, afin d'identifier les opportunités d'alimentation animale basées sur les ressources locales. Il est composé de quatre activités :

- i- Caractériser les troupeaux présents dans la région (types, pratiques d'élevage, nombres, mouvements).
- ii- Caractériser les ressources alimentaires utilisées et utilisables pour l'alimentation animale.
- iii- Décrire les utilisations de gestion des animaux et de leur alimentation.
- iv- Identifier des moyens circulaires d'améliorer les pratiques d'alimentation et d'élevage des animaux.

Le WP 1 vise à collecter des données via des enquêtes de terrain, de l'observation participante et de l'utilisation de ressources documentaires (rapports, études, cartographie, etc.). La spectrométrie proche infrarouge (SPIR) et d'autres méthodes complémentaires seront également utilisées pour caractériser la composition nutritionnelle et chimique de la biomasse étudiée.

WP 2 : Analyse de la gouvernance des flux de biomasse et identification des obstacles, des points de blocage et des leviers pour sa plus grande circularité

Le WP 2 vise à caractériser la gouvernance des biomasses dans les systèmes agri-alimentaires des territoires étudiés en termes d'acteurs, de normes et de règles (formelles et informelles) qui structurent et régissent leurs flux. Il cherche également à caractériser une pluralité de récits de transition vers des territoires durables. Cela afin de mieux appuyer la construction d'un avenir commun autour des initiatives collectives pour une plus grande circularité de la biomasse et l'intégration des activités d'élevage dans les systèmes agri-alimentaires. L'objectif de ce travail est également d'identifier et de discuter des potentiels trade-off, des obstacles et des compromis pour appuyer la construction de nouvelles formes de gouvernance et d'organisation des systèmes agri-alimentaires.

- i- Caractériser la gouvernance des biomasses au sein des systèmes agri-alimentaires (ressources, acteurs, moteurs et mécanismes de gouvernance caractérisant les activités de ces acteurs).
- ii- Identifier les obstacles, les points de blocage et les leviers pour une plus grande circularité des flux de biomasse et intégration des activités d'élevage dans les systèmes agri-alimentaires, puis les discuter pour encourager

l'émergence de solutions de gestion durable des biomasses à l'échelle territoriale.

WP 3 : Diagnostic et analyse des stocks-flux et du métabolisme territorial

Ce WP vise à réaliser une analyse du métabolisme territorial afin d'obtenir une vue d'ensemble précise et détaillée des flux et des échanges de matières au sein des territoires. Cependant, l'objectif principal sera de cartographier et quantifier les flux, utilisations et échanges de biomasses entre les acteurs.

- i- Représenter les flux de biomasse dans un territoire (flux entrants, circulants et sortants).
- ii- Modéliser les changements dans la représentation de ces flux selon différents scénarios.
- iii- Évaluer les métabolismes actuels et modélisés selon différents indicateurs de productivité, d'efficacité et d'autonomie à différentes échelles.

WP 4 : Evaluation environnementale multicritère des systèmes agri-alimentaires, construction et analyse d'impacts des scénarios de circularité

Le quatrième WP propose une ACV à l'échelle territoriale (Analyse du Cycle de Vie). En s'appuyant sur des données similaires à celles du métabolisme territorial, l'ACV vise à décomposer chaque bien et service existant en étapes allant de sa production, de son utilisation jusqu'au déchet. Ensuite, ces étapes sont quantifiées en termes de production des gaz à effet de serre, d'utilisation de matières premières, de pressions sur les ressources locales, etc. L'accent sera mis sur les biomasses et plus largement sur le système agri-alimentaire pour évaluer toutes les pressions environnementales actuelles et potentielles.

- i- Caractériser les pressions environnementales associées au système agri-alimentaire dans les zones étudiées, en utilisant la méthode ACV territoriale (T-ACV).
- ii- Évaluer l'évolution attendue des pressions environnementales selon différentes évolutions possibles.

WP 5 : Transversalité : partage des connaissances, ateliers participatifs et co-conception d'initiatives promouvant une plus grande circularité de la biomasse

Nous réalisons donc un diagnostic multi-échelle et itératif, mobilisant les parties prenantes locales et leurs connaissances. Ainsi, à travers des ateliers participatifs, nous souhaitons soutenir l'émergence d'initiatives locales pour les transitions territoriales. Le concept de Living Lab est au cœur de ce WP en offrant les outils et les données nécessaires aux acteurs locaux pour coconcevoir des systèmes alimentaires plus durables à travers la circularité de la biomasse et les activités d'élevage. Ces initiatives seront mises en place à l'échelle du territoire avec l'appui de nos partenaires. Cette phase opérationnelle nous permettra de découvrir *in itinere* les principaux obstacles à la mise en œuvre des initiatives.

Enfin, nous capitaliserons les connaissances produites à partir de ces processus interdisciplinaires, participatifs et itératifs dans une démarche innovante. Elle proposera des outils multidisciplinaires et adaptables pour faciliter la coconception des systèmes alimentaires plus durables via des initiatives promouvant la circularité de la biomasse et les activités d'élevage dans les territoires du Sud.

Résultats

Implications pratiques

La première phase du projet se déroule à Madagascar, le deuxième plus grand territoire insulaire de l'océan Indien. Le pays se caractérise par une économie fortement dépendante de l'agriculture (83 % des ménages) et des revenus extrêmement faibles, avec un revenu moyen par habitant de 514 \$/an (Banque mondiale 2021). Nos territoires pilotes seront deux petits villages, appelés "fokontanys", et situés au centre du pays, dans la région de Vakinankaratra au cœur du district de Betafo. Avec des sols volcaniques fertiles, un climat tempéré et la proximité des marchés, la région permet une production agricole remarquablement diversifiée. De plus, c'est la zone la plus productive du pays en ce qui concerne la production laitière et légumière (Bélières and Lançon, 2020). L'élevage y joue de multiples rôles pour les ménages agricoles (labour des champs, transport, fertilisation, stratégie d'épargne, etc.). Cependant, c'est également la région présentant le niveau de malnutrition le plus élevé. Cette région fait également face à une forte croissance démographique entraînant une densité extrême des activités agricoles, malgré un relief escarpé, ce qui génère des pressions sur les ressources naturelles du territoire (diminution des ressources en eau, forte érosion et baisse de la fertilité du sol).

Nous nous attendons à deux principales implications pratiques de ce projet. Premièrement, orientées vers les organisations non gouvernementales et les agences territoriales. En effet, nous allons travailler avec nos partenaires de terrain tout au long du processus pour co-construire une démarche et des outils adaptables aux territoires du Sud. Cela, pour faciliter la coconception des systèmes alimentaires plus durables via des initiatives promouvant la circularité de la biomasse et les activités d'élevage dans les. Deuxièmement, orientées vers la communauté locale. Tout d'abord nous attendons à ce que l'interaction avec les acteurs locaux contribue à la création et partage de connaissances collectives. Puis, que cela contribuera également à une gestion plus durable de leurs ressources et au développement territorial grâce à une plus grande synergie dans les flux de biomasse et ou une plus grande autonomie des systèmes agri-alimentaires. Ces éléments contribuant de manière globale au renforcement du pouvoir des acteurs locaux.

Implications théoriques

Notre étude peut avoir des implications théoriques majeures dans les domaines des transitions durables (Geels, 2010 ; 2014 ; Pachoud et al., 2010) et des approches de développement territorial (Torre, 2015). Il est rare que les études des deux domaines considèrent les transitions depuis les zones rurales à une échelle locale (villages) selon

des approches ascendantes. De plus, les études dans ces deux domaines semblent sous-estimer (ou ne pas prendre en compte) la place de la gouvernance des biomasses dans le développement local. Notre étude peut principalement fournir de nouvelles perspectives sur l'échelle sociale et environnementale souhaitée pour développer la circularité au sein des systèmes agri-alimentaires. Nos travaux peuvent également apporter de nouvelles contributions sur la manière dont le développement de systèmes agri-alimentaires locaux via des initiatives promouvant une plus grande circularité de la biomasse et l'intégration des activités d'élevage peuvent contribuer à la transition durable des territoires du Sud. En fait, grâce à la création de synergies dans les flux de nutriments et d'énergie à l'échelle territoriale, ces initiatives peuvent contribuer ou non à la réduction des impacts environnementaux et au développement socio-économique des territoires.

De plus, notre étude peut modestement contribuer aux domaines de recherche autour de l'action collective et des approches participatives. En considérant un territoire comme une diversité de ressources, et non comme un "bien commun", nous proposons d'intégrer l'approche basée sur les "inconnus imaginables" (Berthet et al., 2018) pour construire des territoires plus durables. L'approche des "inconnus imaginables" ou "inconnus communs" sera testée pour cibler et discuter des intérêts potentiellement divergents dans la circularité locale des biomasses afin de faciliter l'action collective et transformative à l'échelle territoriale.

Références

- [1] Aubert S. et Botta A. Les communs. Un autre récit pour la coopération territoriale. Versailles, éditions Quæ, 272 p. (2022).
- [2] Bélières, J-F., et Lançon F. Étude diagnostic relative au potentiel de croissance de la chaîne de valeur lait et produits dérivés (Hautes Terres - Madagascar) », <https://hal.umontpellier.fr/hal-02963568>. (2020)
- [3] Berthet E., Segrestin B. et Weil B. Des biens communs aux inconnus communs : initier un processus collectif de conception pour la gestion durable d'un agro-écosystème. *Revue de l'organisation responsable*, 13, 7-16. <https://doi.org/10.3917/or.131.0007> (2018).
- [4] Blanfort V., Vigne M., Vayssières J., Lasseur J., Ickowicz A., Lecomte P. Les rôles agronomiques de l'élevage dans la contribution à l'adaptation et l'atténuation du changement climatique au Nord et au Sud. *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 5 (1), 107-115. (2015).
- [5] Geels, F. W. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research policy*, 39(4), 495-510. (2010).
- [6] Geels, F. W. Regime resistance against low-carbon transitions: introducing politics and power into the multi-level perspective. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 21-40. (2014).
- [7] Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Italy, Rome. (2013).
- [8] Kleinpeter, V., Alvanitakis, M., Vigne, M., Wassenaar, T., Lo Seen, D., Vayssières, J., Assessing the roles of crops and livestock in nutrient circularity and use efficiency in the agri-food-waste system: A set

of indicators applied to an isolated tropical island. *Resources, Conservation and Recycling*, 188, 106663. (2023).

[9] Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Washington, Island Press. (2005).

[10] Moraine M., Duru M. and Therond O. A social-ecological framework for analyzing and designing integrated crop–livestock systems from farm to territory levels. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32(1). (2017).

[11] Mottet A., de Haan C., Falcucci A., Tempio G., Opio C., Gerberet P. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1–8 (2017).

[12] Muscat A., de Olde E.M., Ripoll-Bosch R., Van Zanten H.H.E., Metz T.A.P., Termeer C.J.A.M., van Ittersum, M.K., de Boer I.J.M. Principles, drivers and opportunities of a circular bioeconomy. *Nature Food*, 2, 561-566. (2021).

[13] Ostrom E. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. (1990).

[14] Pachoud C., Koop K., George, E. Societal transformation through the prism of the concept of territoire: A French contribution. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 45, 101–113. (2022).

[15] Siqueira T.T.S. and Duru M. Economics and environmental performance issues of a typical Amazonian beef farm: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2485-2494. (2016).

[16] Torre A. Théorie du développement territorial. *Géographie, économie, société*, 17, 273-288. (2015).

[17] Van Selm B., Frehner A., De Boer I.J.M., van Hal O., Hijbeek R., van Ittersum M.K., Talsma E.F., Lesschen J.P., Hendriks C.M.J., Herrero M., van Zanten H.H.E. Circularity in animal production requires a change in the EAT-Lancet diet in Europe. *Nature Food*, 3(1), 66-73 (2022).

[18] Van Zanten H.H.E., van Ittersum M.K., De Boer I.J.M. The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security*, 21, 18–22. (2019).