



## ACTES DU COLLOQUE

### Les interactions culture-élevage, leviers de résilience des agricultures face aux crises du XXI<sup>ème</sup> siècle ?

*Comment mobiliser les interactions culture-élevage, à différentes échelles, pour rendre l'agriculture plus résiliente face au changement global ?*

*Montpellier, 19 au 21 mars 2024*



<https://interactions-culture-elevage.colloque.inrae.fr/>

 Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	AVEC LA CONTRIBUTION FINANCIÈRE DU COMPTE D'AFFECTATION SPÉCIALE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ET RURAL
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION	



# **Raisonner les conditions de traitement des déchets verts urbains et des effluents d'élevage afin de fournir des matières organiques aux agriculteurs de St Joseph**

YOUSSEF R. (1, 2), VAYSSIERES J (2), CAVILLOT E. (1), PAYET A.L. (1) CHOISIS J.P. (2)

(1) ILEVA, Basse Terre, 97410 Saint Pierre, FRANCE

(2) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, 34000, Montpellier, France

Mots-clés : La Réunion, biomasse, effluents d'élevage, économie circulaire, intégration culture-élevage, scénarios

## **INTRODUCTION**

La Réunion cumule des contraintes de disponibilité foncière et d'éloignement qui induisent une très forte dépendance aux importations. Pour accroître le taux de couverture du marché, les acteurs de l'agriculture ont favorisé le développement des filières et la spécialisation des exploitations. Cette organisation, qui a fait ses preuves, s'est toutefois également traduite par une importation substantielle d'engrais de synthèse et de céréales et tourteaux pour l'alimentation animale. Les nombreuses contraintes (parcellaire diffus, fortes pentes, étalement urbain, perte de SAU...) associées à une concentration locale des élevages posent aussi d'autres problèmes (difficulté croissante, pour les éleveurs, de mettre à jour leur plan d'épandage, risque de dégradation de la qualité de l'eau...). Une meilleure valorisation des effluents d'élevage pourrait à la fois permettre de réduire l'importation d'engrais minéraux et les problèmes liés à leur épandage. Le projet CONVER (2019-2023) visait à tester l'opportunité du co-compostage à l'échelle de la commune de St Joseph soumise à des enjeux agricoles, urbains et environnementaux combinés.

## **1. MATERIEL ET METHODES**

Le projet comportait 4 volets : 1. Diagnostic agricole du territoire, 2. Co-conception d'un scénario de transition agroécologique pour le territoire, 3. Expérimentation de co-compostage déchets verts – effluents d'élevage en ferme, 4. Evaluation multicritère. Ce résumé synthétise les résultats des volets 3 et 4.

Les essais de compostage (volet 3) ont été conduits chez 3 éleveurs avec des ratios d'incorporation effluents - broyats de déchets verts (BDV) variés (4 essais avec des fumiers de volaille et un essai avec du lisier de porc) et selon un process par retournement. Les composts produits ont été testés sur 2 parcelles de prairies et 4 parcelles de choux (une en conventionnel et 3 en bio). Différentes modalités ont été comparées : témoin (sans apport), pratique de l'agriculteur (fumier, engrais), composts seuls ou avec engrais minéral, engrais minéral. Sur prairies, 3 quantités de compost ont été testées (équivalents à 5, 10 et 15 t/ha).

Le périmètre d'étude du volet 4 est celui de la commune de St Joseph qui représente plus de 2500 ha de SAU, mais seulement 720 ha potentiellement disponibles pour l'épandage de lisier (Jarry, 2019). La culture dominante est la canne à sucre (62%), suivie des prairies (19%) puis de l'arboriculture et du maraichage. 418 élevages sont recensés, avec une dominance de bovins et caprins allaitants, de porcs et de volailles de chair (87% des élevages). Le territoire a été découpé en 14 unités agro-physionomiques (UAP) qui tiennent compte de la morphologie du territoire et des usages agricoles.

2 scénarios ont été testés : la situation actuelle (sans compostage) et un scénario de co-compostage des fumiers de volaille et de bovins et des lisiers de porc, avec du BDV selon un ratio massique d'incorporation de la matière de 1 :1. La production et le besoin efficaces des cultures en azote (N), phosphore (P) et potassium (K), ainsi que le taux de couverture des besoins ont été estimés, par UAP, avec le logiciel QGIS. Les données nécessaires à l'élaboration des deux scénarii sont issues d'une étude conduite dans le cadre du projet GABIR (Jarry, 2019).

## **2. RESULTATS & DISCUSSION**

### **2.1 REALISATION ET USAGE DES COMPOSTS EN FERME**

Le co-compostage des effluents d'élevage avec du BDV s'est révélé facile à réaliser à la ferme avec le matériel présent sur l'exploitation (tracteur, godet, tonne à lisier...). Avec les effluents de volaille, le ratio volumique d'incorporation fumier : BDV de 1 :1 s'est révélé adapté au produit recherché (homogénéité, durée du process, valeur agronomique...). Un rapport de 1 : 1,5 a été atteint pour le lisier de porc, avec 4 injections de lisier successives espacées de 10 jours. Les 2 process ont permis d'obtenir, en 90 jours, un produit hygiénisé et conforme à la norme NFU 44-051.

Les essais sur maraichage ont donné des résultats variés associés aux caractéristiques du sol et à l'irrigation. D'une manière générale, les composts testés ont permis des rendements et des poids de choux supérieurs aux témoins et au moins équivalents, voire supérieurs à la pratique de référence de l'agriculteur.

Le rendement des prairies a été proportionnel à la quantité de compost apportée. Pour les 2 essais, le rendement le plus élevé a été obtenu avec un apport de 15t/ha de compost, combiné ou non, avec un apport d'engrais minéral. Le rapport de rendement avec le témoin a été supérieur ou égal à +2,5.

### **2.2 SCENARIO DE COMPOSTAGE A L'ECHELLE DU TERRITOIRE**

Le taux de couverture des besoins des cultures en éléments minéraux montre des différences marquées entre UAP à l'échelle communale en lien avec la densité des élevages (figure 1). Pour l'azote, le taux de couverture est inférieur à 30% pour l'Est cannier. Au centre et à l'est, il est compris entre 30% et près de 100%. La couverture des besoins en P est globalement supérieure à N, mais avec des déséquilibres. Elle est supérieure aux besoins dans 3 UAP.

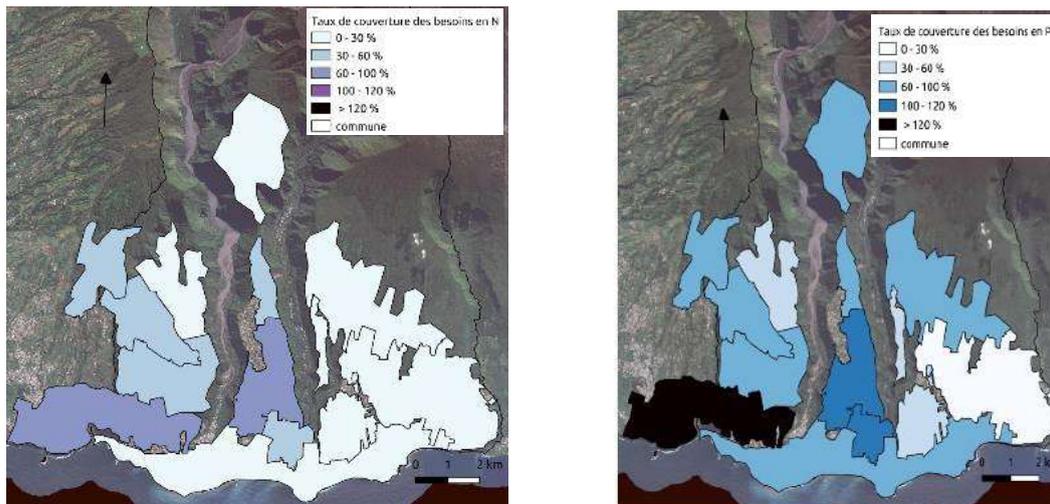


Figure 1 : Taux de couverture des besoins en N et P de la commune (différence entre besoins de cultures et production d'effluents d'élevage par UAP)

Dans le scénario compostage, le taux de couverture des besoins des cultures du territoire sont de 13%, 63% et 61% pour N, P et K respectivement. Rapporté à la production initiale d'effluents d'élevage (28, 69 et 39%), il y a une perte d'azote par volatilisation inhérente au processus de compostage. La couverture en P est maintenue, tandis que la couverture en K est augmentée du fait de l'apport de BDV.

Ainsi, si certains excès de N et P peuvent localement poser problème du fait d'une forte concentration d'élevages et d'une faible mobilité de certains effluents (lisier de porcs en particulier), le territoire dans son ensemble apparaît déficitaire. Le compostage permet de rendre les effluents facilement transportables vers les UAP déficitaires.

Ce scénario est cependant théorique, car le compostage de lisier de porc simulé sur la base de nos essais de compostage, requiert des quantités de BDV (37417 t) supérieures à la capacité de production du territoire (16000 t).

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

CONVER s'est inscrit dans le prolongement du projet GABIR (Vigne et al, 2022) qui a traité 5 cas d'étude associés à la circularité des biomasses et abouti à la proposition de différents scénarios. CONVER visait à « mettre en pratique » un scénario de co-compostage associé à 3 de ces 5 cas d'étude qui portaient sur les thématiques de valorisation des déchets verts, de gestion des effluents d'élevage et de disponibilité de Mafor en AB.

Le projet avait donc une vocation d'action et de démonstration. Les essais en ferme ont permis de montrer la faisabilité du co-compostage effluents d'élevage-BDV et de produire des références sur le process et sur la valorisation des composts en maraichage et sur prairie. Le scénario compostage visait à montrer son intérêt dans la gestion territoriale des effluents. Néanmoins, le compostage de lisier de porc ne peut être une option généralisable. D'autres options sont à envisager en substitution à l'épandage dont la séparation de phase avec l'épandage d'une phase liquide moins chargée et le compostage de la phase solide, voire – pour certains élevages - un changement du système de production avec l'élevage de porc sur paille. Ces perspectives doivent être discutées avec les acteurs locaux dans une perspective de transition de l'agriculture.

*Le projet CONVER a été financé par Agropolis Fondation et l'ADEME, dans le cadre du dispositif CO3 (CO-Construction des Connaissances pour la transition écologique et solidaire)*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Jarry R. (2019). Modélisation des flux d'effluents d'élevage sur le territoire de Saint-Joseph, en lien avec la dynamique du bâti. Mémoire ingénieure AgroParisTech.

Vigne, M., Achard, P., Alison, C., Castanier, C., Choisis, J. P., Conrozier, R., Courdier Remy, Degenne P., Deulvot A., Dupuy S., Fevrier A., Hatik C., Huat J., Kleinpeter V., Kyulavski V., Lurette A., Payet A.L., Rondeau P., Soulie J.C., Thomas P., Thuriès L., Tillard E., Van de Kerchove V., Vaysières, J. (2021). Une agronomie clinique et territoriale pour accompagner la transition vers une économie circulaire autour de l'agriculture : mise à l'épreuve et enseignements du projet GABiR à La Réunion. *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 11 (2), 16 p.

# Hétérogénéité des bilans de nutriments entre les gisements de MAFORs et les besoins des cultures des différentes communes de l'île de la Réunion

Alvanitakis M. (1), KerdodéC (2), Versini A. (3), Coronzier R. (4), Vayssières J. (1)

(1) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, 34000, Montpellier, France ; (2) Ecole Supérieure des Agricultures, 49100, Angers, France ; (3) Recyclage et Risques, CIRAD, INRAE, Institut Agro, 34000, Montpellier, France ; (4) Chambre d'agriculture, 97409, Saint Denis, Réunion, France.

Mots-clés : La Réunion, MAFOR, effluents d'élevage, économie circulaire, intégration culture élevage

## INTRODUCTION

La Réunion importe chaque année de grandes quantités de nutriments (N, P, K) via les engrais de synthèse (35 000 tonnes/an) pour fertiliser les cultures. Pourtant, l'île dispose d'importants gisements de matières fertilisantes d'origine résiduaire (MAFORs), issus de l'élevage, de l'agro-industrie et du traitement des déchets. La spécialisation des exploitations agricoles, la ségrégation spatiale entre les cultures et l'élevage (canne à sucre dans les "Bas" et élevage dans les "Hauts") pose des contraintes d'épandage avec des zones en surplus de nutriments, où les éleveurs rencontrent des difficultés croissantes à épandre leurs effluents. Cette situation appelle à la construction de solutions collectives de gestion des MAFORs à l'échelle du territoire (co-compostage, séparation de phase, construction de plans d'épandage collectifs...) afin de déplacer, à moindre coût, les nutriments des zones en "surplus" vers les zones en "déficit". Cette étude visait à identifier ces zones de surplus et de déficit en effectuant un bilan à l'échelle des communes entre les gisements des MAFORs et les besoins des cultures à la Réunion. Il s'agissait de produire un diagnostic qui serve de support de discussion pour les acteurs afin de mieux raisonner la gestion territoriale des MAFORs, faciliter leur répartition spatiale et ainsi réduire l'importation d'engrais de synthèse (Alvanitakis et al, 2023).

### 1- MATERIEL ET METHODES

L'étude s'est fondée sur quatre tâches :

- 1) Evaluer les gisements des effluents d'élevage. L'excrétion de N, P, K par les animaux d'élevage ont été établis à l'échelle des communes en croisant les normes d'excrétion CORPEN avec les effectifs animaux du dernier recensement agricole (RA 2020) complétés par des données antérieures plus détaillées afin d'établir la proportion des ruminants gérés en systèmes fumier, lisier et au pâturage.
- 2) Evaluer les gisements des autres MAFORs. Cette évaluation a reposé sur une enquête des producteurs de MAFORs (agro-industriels, plateformes de compostage, stations d'épuration) (Kleinpeter et al., 2019).
- 3) Evaluer les besoins des cultures. Ces besoins ont été spatialisés et évalués à l'échelle de la parcelle pour la canne à sucre (56% de la SAU) et la prairie (28% de la SAU), puis agrégés à l'échelle communale, pour l'année 2020. Les besoins du maraîchage (13% de la SAU) n'ont été évalués qu'à l'échelle des communes à partir des surfaces recensées lors du RA 2020. Les besoins de la canne ont été établis avec l'outil [SERDAF \(2011\)](#), en prenant en compte un zonage basé sur le rendement et les pratiques de coupes, et en effectuant des hypothèses sur l'état nutritif des sols à partir d'échantillons de sols analysés entre 2008 et 2020. Les besoins de la prairie ont été établis grâce aux rendements spatialisés de [Lorre \(2019\)](#), aux équations de dilution du N, P, K chez les graminées tropicales, et aux teneurs de fertilité des sols de prairie établis par ([Miralles-Bruneau et al., 2020 ; 2022](#)). Les besoins du maraîchage ont été établis à partir des besoins par cycle et par hectare issus de [FERTIRUN \(2018\)](#). Par manque de référence locales, l'état du sol en maraîchage est considéré par défaut comme « correctement pourvu » en nutriment. C'est donc la culture ou l'estimation du besoin est la moins précise.
- 4) Effectuer les bilans à l'échelle des communes pour l'année 2020 en différenciant les MAFORs transportables (fumiers, composts, etc.) et peu transportables (lisiers et excrétiens au pâturage). Les besoins et gisements sont calculés en tonnes de N, P, K équivalentes engrais. Les communes en excédent ont été distinguées selon la possibilité d'exporter tout ou partie des nutriments en surplus dans d'autres communes.

### 2- RESULTATS ET DISCUSSION

#### 2-1 Bilan à l'échelle de l'île

Le bilan des gisements des MAFORs et des besoins des cultures est négatif à l'échelle de l'île. Les nutriments des MAFORs représentent 39%, 59% et 39% des besoins en N, P et K respectivement. En comptant les MAFORs disponibles et l'importation d'engrais minéraux (3800 tonnes d'azote équivalent engrais (TNeq) ([Kleinpeter et al., 2023](#))) l'île a un apport total de nutriment de 5800 TNeq pour un besoin total de 4800 TNeq. 1000 TNeq d'engrais de synthèse pourraient donc être théoriquement économisées.

## 2-2 Bilan à l'échelle des communes

Le bilan des cultures à l'échelle des communes montre une hétérogénéité de situations avec des taux de couverture des besoins par les MAFORs variants de 2% à plus de 300% selon les nutriments et les communes (Fig. 1)

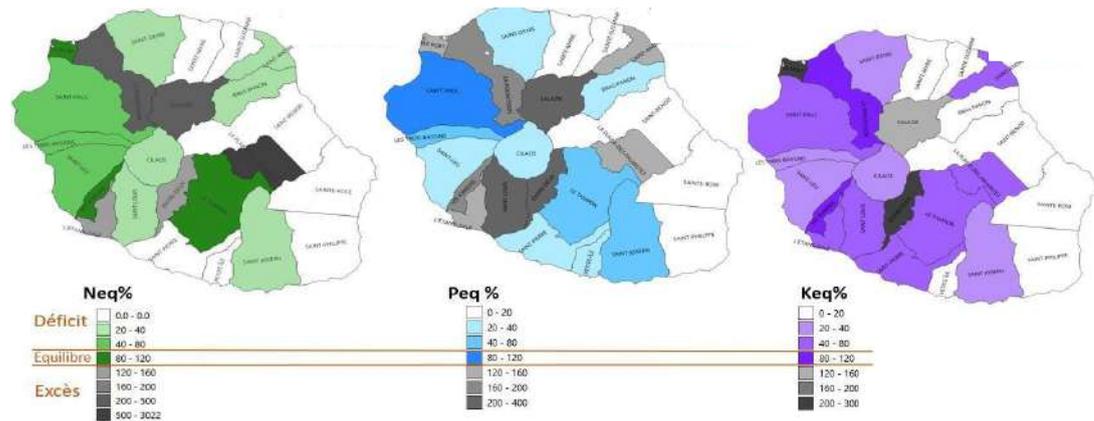


Figure 1: Couverture des besoins equivalent engrais en N,P,K des cultures par les MAFORs à l'échelle des communes en %

## 2-3 Typologie des communes en excédent

L'étude permet de distinguer trois types de communes en excédents :

**Les communes en excédent de MAFOR transportables autres que les effluents :** Il s'agit de communes urbanisées, à l'activité agricole réduite et productrices de MAFORs issues de l'industrie ou du traitement des déchets. Le gisement de MAFOR, concentré dans les unités de traitement ou de production, est facilement mobilisable et transportable vers des communes plus agricoles. Les communes de Saint-André, de Saint-Louis et de l'Etang salé sont ainsi en excédent de phosphore à cause de surfaces limitées et d'un gisement important de coproduits issus des usines sucrières, de la combustion de bagasse et du traitement des déchets d'abattoir.

**Les communes en excédent d'effluents transportables :** L'équilibre peut être atteint par l'exportation de fumier dans d'autres communes. Le gisement réparti entre les exploitations est cependant diffus et plus difficilement mobilisable que celui des communes précédentes. C'est le cas des communes de la Possession et des Aviron.

**Les communes en excédent d'effluents non transportables :** dans ce cas, l'export des matières transportables ne suffit pas à établir un équilibre. A l'exemple de la commune de Salazie, qui abrite un cheptel de 10500 porcins produisant du lisier, et seulement 8 hectares de canne permettant leur épandage. Suite à la fermeture récente de la station de dénitrification et de compostage des effluents porcins, d'autres solutions sont envisagées pour rendre l'effluent plus transportable comme la séparation de phase, le co-compostage avec du broyat de déchets verts, ou la transition du système caillebotis vers le porc sur litière.

## 3- CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cette étude souligne le potentiel de valorisation des MAFORs et de réduction des importations des engrais de synthèse sur l'île, souvent surestimés par les acteurs technico-économiques de l'île. Le bilan est globalement négatif à l'échelle de l'île pour les 3 nutriments N, P, K et hétérogène entre communes, soulignant une concentration des gisements dans certaines communes. Différentes solutions sont actuellement explorées ou mises en œuvre pour faciliter le transport de MAFORs entre zones de production et de consommation. L'étude fournit un diagnostic de l'état initial en vue d'une modélisation-évaluation multicritère de ces différentes solutions tenant compte des contraintes spatiales et temporelles.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alvanitakis M., Kerdodé C., Versini A., Conrozier R., Vayssières J., 2023. Bilan des gisements de MAFORs et des besoins des cultures à l'échelle des communes de La Réunion en vue de l'autonomisation en fertilisants de l'île. Rapport technique Cirad - Chambre d'Agriculture, 24 p. <https://agritrop.cirad.fr/608131/>

CIRAD et Chambre d'agriculture, 2018. FERTIRUN.

Kleinpeter, V., Alvanitakis, M., Vigne, M., Wassenaar, T., Lo Seen, D., Vayssières, J., 2023. 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.

Kleinpeter, V., Vayssières, J., Alison, C., van de Kerchove, V., Vigne, M., 2019. Inventaire et quantification des flux de biomasses locales valorisées ou valorisables en agriculture à La Réunion. Rapport technique du projet GABIR, 68p.

Lorre, F., 2019. Évaluation du disponible fourrager à l'échelle de l'île de La Réunion et leviers pour une meilleure valorisation des surfaces fourragères.

SERDAF, 2011. Système Expert Réunionnais D'Aide à la Fertilisation (SERDAF), Cahier des charges Version 7.5.

# L'autonomie azotée en agriculture biologique : mythe ou réalité ?

BELINE F. (1), BLONDEL M. (1), LARCHER S. (1), BIZE N. (2), HARCHAOUI S. (3)

(1) INRAE OPAALE, 17 avenue de Cucillé, CS 64427, 35044 Rennes Cedex

(2) FRAB, 29 avenue des Peupliers, 35510 Cesson-Sévigné

(3) INRAE SAS, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes Cedex

Mots-clés : autonomie azotée, AB, territoire

## INTRODUCTION

En France et plus largement en Europe, le développement de l'agriculture biologique (AB) est devenu une préoccupation majeure pour les pouvoirs publics dans l'objectif de réduire les impacts environnementaux de la production alimentaire et aider à atteindre les objectifs mondiaux en matière de climat et de biodiversité. Récemment, avec la PAC 2023-2027, l'objectif est d'atteindre 18% de la surface agricole utile (SAU) en AB, contre environ 10% actuellement en France. De même, le récent pacte vert européen inscrit l'objectif de développer l'AB à 25% des surfaces agricoles cultivées d'ici 2030. Ces objectifs de développement répondent également aux attentes des consommateurs en termes de produits sains et favorisant la préservation de l'environnement.

Cependant, la question « l'agriculture biologique peut-elle nourrir la population mondiale ? » est régulièrement (re)mise en avant. Plusieurs études scientifiques répondent positivement à cette question (Muller et al., 2017 ; Poux et Aubert, 2018) à condition de changer nos comportements alimentaires (limiter la consommation de produits d'origine animale) et de réduire le gaspillage alimentaire mais les controverses subsistent (Connor, 2022 ; Einarsson et al., 2022) et des travaux récents soulignent que plusieurs études ont négligé le rôle clé que joue l'azote

(N) dans la production alimentaire et qu'un développement de l'AB pourrait conduire à des carences globales en N au-delà de 40-60% de la SAU (Barbieri et al., 2021). D'un autre côté, Billen et al. (2021) montrent qu'il est possible de résoudre cette problématique de carence en N à travers le recyclage des excréta humains, la généralisation des systèmes d'assolement avec légumineuses et la reconnexion de l'élevage et des cultures. Toutes ces études réalisées à des échelles globales ne prennent pas en compte les spécificités des territoires de manière explicite et les résultats sont difficilement appropriables par les acteurs locaux.

L'objectif de cette étude est de développer une méthodologie de modélisation des flux d'N en AB à l'échelle d'un territoire (EPCI<sup>1</sup>) afin d'évaluer les flux actuels et le degré d'autonomie, et de construire des scénarios d'expansion de l'AB tout en développant son autonomie azotée à travers des voies d'amélioration technico-agronomiques et des changements structurels.

## 1. MATERIEL ET METHODES

**Le territoire d'étude :** Le territoire est la communauté de communes de Morlaix (Morlaix Communauté), située dans le Nord-Est du Finistère. Il s'agit d'un territoire à dominante rurale avec 64 603 habitants et une SAU de 39 772 hectares. En 2021, ce territoire compte 98 exploitations en AB sur 3 954 ha. Le maraichage et l'élevage bovin-lait sont fortement ancrés dans ce territoire.

**L'inventaire des produits résiduels organiques utilisables en AB (PRO<sub>UAB</sub>) :** Les flux d'azote des PRO agricoles non issus de l'AB mais utilisables en AB ont été déterminés à partir des statistiques agricoles et des références Corpen en considérant les limitations liées à l'élevage industriel. De même, les statistiques régionales et les références Comifer ont été utilisées pour le calcul des flux liés aux PRO<sub>UAB</sub> issus des industries et des collectivités.

**La modélisation des flux d'azote de l'AB :** La modélisation des flux d'azote a été réalisée à l'échelle du système « agriculture biologique de Morlaix communauté » en considérant 2 entités, la production végétale et la production animale. La SAU des différentes cultures et les effectifs animaux AB sont issus de la base de données Agence BIO/OC regroupant les données des organismes certificateurs (Année 2021). Les rendements des cultures spécifiques à l'AB fournis par les statistiques agricoles ont été utilisés lorsqu'ils sont disponibles. Dans le cas contraire, des rendements équivalents à 80% de l'agriculture conventionnelle ont été considérés. A partir de ces données, les flux d'N ont été calculés à partir de différentes références disponibles : (1) N issu de la fixation symbiotique; (2) N issu de la déposition atmosphérique; (3) N dénitrifié ; (4) N lixivité ; (5) N volatilisé ; (6) N exporté par les productions végétales ; (7) N exporté par les productions animales ; (8) N PRO Animaux AB. Ces PRO AB sont retournés au sol (9) selon les besoins des cultures pour compenser les exportations. En cas d'excédent, ils sont exportés alors que s'ils sont insuffisants, une importation de PRO<sub>UAB</sub> est considérée (10); Concernant les productions végétales (11), les légumes sont considérés comme exportés du système alors que les fourrages (12a) et les COP<sup>2</sup> (12b) sont utilisés en priorité pour nourrir les animaux AB du territoire. En cas

<sup>1</sup> Etablissement public de coopération intercommunale

<sup>2</sup> céréales, oléagineux et protéagineux

d'excédent, ils sont exportés alors que s'ils sont insuffisants, une importation d'alimentation animale est considérée (13); Enfin, les pailles sont considérées comme exportées lors de la récolte mais retournées au sol via les PRO<sub>AB</sub> (14).

**La description des indicateurs :** La caractérisation du système étudié a été réalisée à travers 7 indicateurs : l'autonomie azotée globale ( $A_N$ ), l'autonomie pour l'alimentation animale ( $A_{AA}$ ), l'efficacité d'utilisation de l'azote (NUE), le taux d'utilisation des PRO<sub>UAB</sub> (T<sub>PROUAB</sub>), la production surfacique ( $N_{out}$ ), les besoins surfaciques ( $N_{in}$ ) et les pertes totales surfaciques ( $N_{loss}$ )

**Les scénarios étudiés :** En plus de l'état actuel (S0), 4 scénarios d'expansion de l'AB ont été modélisés pour atteindre une SAU AB de 30% : (S1) tendanciel ; (S2) optimisation technico-agronomique ; (S3) baisse de la production animale et augmentation des protéines végétales et (S4) baisse de la production animale et maraichère et augmentation des protéines végétales et production d'énergie.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les flux de N modélisés pour la situation actuelle sont présentés sur la figure 1. La fixation symbiotique est la principale entrée d'N dans le système mais celui-ci reste très dépendant des PRO<sub>UAB</sub> qui représentent la seconde entrée. Son autonomie est estimée à 52.4%. Les exportations de N sous forme de produits animaux sont majoritaires.

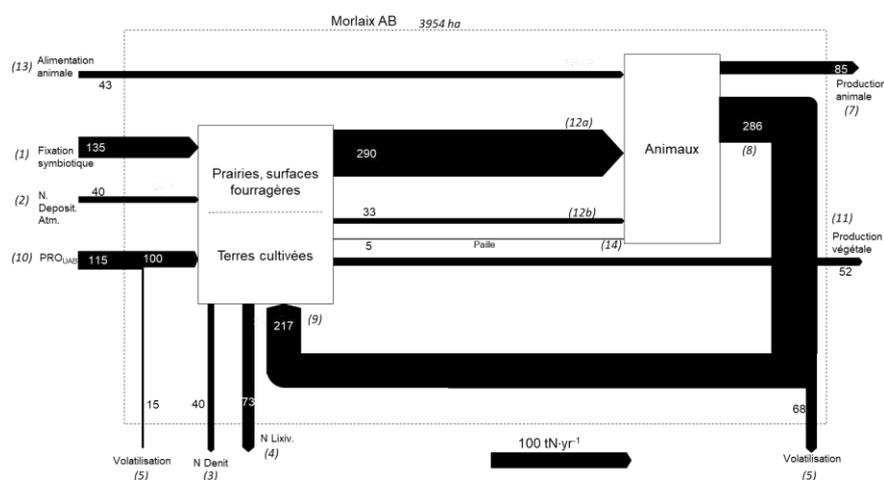


Figure 1 : Flux d'azote du système AB de Morlaix communauté modélisés pour l'année 2021 (tN/an).

Les résultats des différents indicateurs relatifs aux flux d'N sont présentés sur la figure 2 pour les scénarios modélisés. Une expansion de l'AB identique aux pratiques actuelles (S1) engendre une pression accrue sur l'utilisation des PRO<sub>UAB</sub>. L'optimisation technico-agronomique de ce système (S2) permet d'augmenter l'autonomie jusqu'à 62% et de réduire les pertes de 24%.

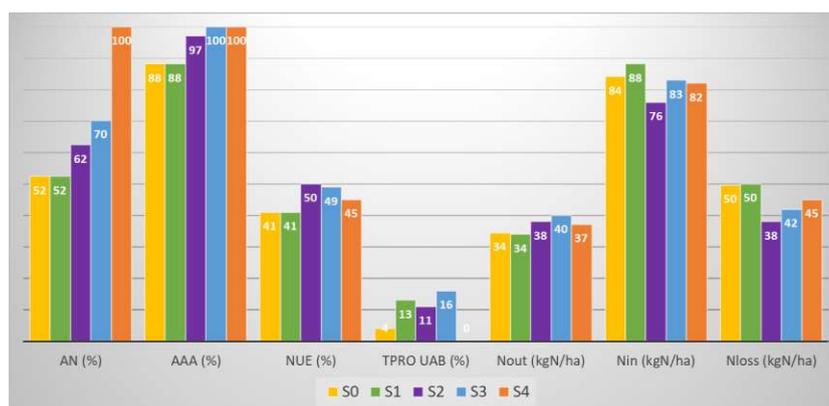


Figure 2 : Résultats des indicateurs relatifs aux flux d'azote pour les différents scénarios modélisés pour le système AB de Morlaix communauté.

A titre d'exemple, seule la diminution des cheptels animaux associée au développement des légumineuses à graines et des légumineuses fourragères pour la production d'énergie via la méthanisation permet, dans les scénarios testés, d'atteindre une autonomie de 100% tout en conservant une production surfacique élevée.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Dans sa configuration actuelle, l'autonomie azotée de l'AB sur le territoire de Morlaix communauté relève effectivement du mythe et une optimisation technico-agronomique poussée ne suffira pas pour l'atteindre. Cependant, des changements structurels incluant notamment une réduction du ratio production animale/SAU permettent

d'envisager cette autonomie comme une réalité. En effet, la baisse des cheptels permet de dégager des marges de manœuvre et d'y associer une combinaison de leviers complémentaires pour atteindre cette autonomie. Prochainement, l'utilisation de cet outil associée à des ateliers avec les acteurs du territoire permettra d'aller au-delà de ces scénarios théoriques et de co-construire des scénarios d'autonomie spécifiques au territoire.

Le levier « recyclage des excréta humains » n'a pas pu être testé sur ce territoire du fait de ses caractéristiques (territoire rural).

Les changements structurels modélisés au niveau de la production agricole nécessitent des changements structurels aux niveaux des filières agri-alimentaires et de nos régimes alimentaires et, pour cela, des politiques publiques globales, cohérentes et coordonnées sont nécessaires.

Au-delà de l'N, la problématique de fertilité vis-à-vis du « phosphore » se pose également et, dans ce cas, aucun processus « naturel » ne pourra compenser le défaut de recyclage.

**Remerciements :** Les résultats présentés dans ce document ont été obtenus dans le cadre du projet CirculAB financé par la Région Bretagne dans le cadre de l'appel à projet Recherche et Société.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Barbieri P., Pellerin S., Seufert V. Smith L., Ramankutty N., Nesme T. (2021). Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability. *Nat Food*, 2(5), 363–372.

Billen G., Aguilera E., Einarsson R., Garnier J., Gingrich S., Grizzetti B., Lassaletta L., Le Noë J., Sanz-Cobena A. (2021). Reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle: The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity. *One Earth*, 4(6), 839-850.

Connor D.J. (2022). Relative yield of food and efficiency of land-use in organic agriculture - A regional study. *Agricultural Systems*, 199,103404

Einarsson R., Billen G., Aguilera E., Garnier J., Gingrich S., Grizzetti B., Lassaletta L., Le Noë J., Sanz-Cobena A. (2022).The relative productivity of organic agriculture must be considered in the full food-system context. A comment on Connor (2022). *Agricultural Systems*, 199, 103413.

Muller A., Schader C., El-Hage Scialabba N. Brüggemann J., Isensee A., Erb K-H., Smith P., Klocke P., Leiber F., Stolze M., Niggli U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nat Commun*, 8, 1290.

Poux X., Aubert P. M. (2018). An agroecological Europe in 2050: multifunctional agriculture for healthy eating. Findings from the Ten Years For Agroecology (TYFA) modelling exercise, Iddri-AScA, Study, 9, 18.

## Contribution de l'élevage en agriculture biologique : modélisation des flux d'azote à l'échelle nationale

VERGELY F. (1), WILFART A. (1), AUBIN J. (1), HARCHAOUÏ S. (1)

(1) INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, SAS, 35042 Rennes Cedex

Mots-clés : agriculture biologique, systèmes agricoles, fertilisation, bilan d'azote

### INTRODUCTION

Le Pacte vert européen vise à développer l'AB pour qu'elle représente 25% des surfaces agricoles cultivées d'ici 2030 contre 9.9% aujourd'hui. Des études récentes ont proposé des scénarios d'expansion de l'AB et ont montré que l'azote (N) serait l'un des facteurs limitants (Barbieri *et al.*, 2021), car la source principale d'azote disponible en AB est la fixation biologique de l'azote (BNF) par les légumineuses. Dans tous les scénarios, le nombre d'animaux diminue par rapport au nombre actuel, mais les animaux d'élevage sont nécessaires en raison de leur double fonction comme source de protéines animales pour la sécurité alimentaire et comme vecteur de circularité des flux d'azote vers les terres cultivées (Billen *et al.*, 2021). Nous voulons mettre en évidence la contribution des animaux d'élevage dans l'état actuel des flux d'azote en AB à l'échelle nationale. Ce travail a trois objectifs, (i) établir une évaluation des flux d'azote actuels en AB à l'échelle nationale, (ii) caractériser le rôle des animaux d'élevage dans la circularité de l'azote en AB, et (iii) quantifier la dépendance de l'AB à l'égard des sources d'azote externes. Nous utilisons la France, qui est la plus grande surface absolue en AB en Europe.

### 1. MATERIEL ET METHODES

Nous calibrons ici le modèle ALPHA pour examiner le métabolisme des flux d'azote au sein du système agroalimentaire biologique français en 2021 prenant en compte la production végétale et animale au niveau de l'exploitation. Le système englobe toutes les surfaces agricoles utilisées en France. Nous avons distingué trois principales composantes de production échangeant des flux d'azote : les terres cultivées, les prairies et les systèmes d'élevage. Les entrées d'azote dans le système sont constituées de la BNF, des dépôts atmosphériques, de fertilisation exogène avec du fumier provenant de sources conventionnelles et d'importations d'aliments pour animaux en provenance de l'extérieur du pays. Les sorties d'azote du système sont la production végétale et animale destinée à la consommation humaine. Les pertes d'azote correspondent à la différence entre les entrées et les sorties d'azote. Les données proviennent principalement de l'Agence Bio 2021 et de l'Agreste 2020; des données de littérature grise et d'échanges avec des experts ont également été nécessaires (Chambre d'agriculture, INRAE, ITAB). Nos résultats sont dépendants de l'incertitude des données en AB concernant les efficacités d'utilisation de l'azote des prairies et des cultures ou encore de l'efficacité de conversion d'azote par les animaux.

### 2. RESULTATS & DISCUSSION

Nos résultats montrent que les principales entrées d'azote en AB en France sont la BNF (51%), suivie des dépôts atmosphériques (27%), puis des engrais organiques conventionnels (11%) et des aliments pour animaux importés (11%) (Tableau 1). Les prairies comptent pour 73% de la BNF dans le système. Les principales sorties d'azote du modèle correspondent d'abord à la production végétale (70%), suivie par la production animale (30%). Sur l'ensemble de l'azote excrété par le bétail, 58% se font en pâturage et 42% dans les bâtiments. Environ 35% du fumier utilisé pour fertiliser les terres cultivées en AB provient du conventionnel. Le temps élevé passé à l'extérieur par les animaux en AB se traduit par une faible disponibilité d'engrais organique. Les animaux d'élevage biologique sont nourris avec les prairies (71%), les grandes cultures (10%), des aliments biologiques importés (14%) et des résidus de cultures (5%). En AB, les aliments importés sont principalement utilisés pour répondre aux besoins nutritionnels des monogastriques (37% du total de l'alimentation en N) et, dans une moindre mesure, à ceux des ruminants (7%).

Nous comparons nos résultats avec les indicateurs obtenus pour l'agriculture en France en 2013 et en 1882 (Harchaoui, 2019) (Tableau 1). En 2013, l'AB ne représentait que 3 % de la SAU, le modèle agricole est donc essentiellement conventionnel. La part de BNF dans l'AB est plus élevée (35%) que dans le conventionnel.

Pour les produits, les rendements en AB sont plus faibles (34 kgN·ha·an<sup>-1</sup>) que dans le conventionnel, en raison de la plus faible productivité de l'AB (Seufert and Ramankutty, 2012). Les pertes d'azote par hectare sont plus faibles en AB (22 kgN·ha·an<sup>-1</sup>) qu'en conventionnel et ces résultats correspondent à l'analyse comparative de Kelm *et al.* (2008). La NUE en AB est plus faible (11 %) parce qu'elle est moins productive, que la proportion de production animale dans la production totale est plus élevée (13%) et que l'efficacité des animaux en AB est plus faible par rapport à l'agriculture conventionnelle. Le modèle agricole de 1882 montre qu'avec un apport d'azote plus faible (29 kgN·ha·an<sup>-1</sup>), des pertes plus faibles (25 kgN·ha·an<sup>-1</sup>) et aucune importation d'aliments pour animaux, la production alimentaire n'est que légèrement inférieure à celle de l'AB (4 kgN·ha·an<sup>-1</sup>).

**Tableau 1** : Indicateurs pour l'AB en France en 2021 et pour l'agriculture en France\* en 2013 et 1882

<b>Indicateurs</b>	<b>AB en France en 2021</b>	<b>Agriculture en France (Harchaoui, 2019)</b>		<b>Unité</b>
		<b>2013</b>	<b>1882</b>	
<b>N intrants</b>	45	101	16	kgN·ha·an <sup>-1</sup>
<i>BNF</i>	51	16	69	% des entrées de N
<i>N atmosphérique</i>	27	5	31	
<i>N effluent conventionnel</i>	11	<i>Pas disponible</i>	<i>Pas disponible</i>	
<i>N engrais industriel</i>	0	69	0	
<i>N import alimentation</i>	11	10	0	
<b>N sortants</b>	19	53	15	kgN·ha·an <sup>-1</sup>
<b>N pertes</b>	26	48	1	
<b>NUE</b>	42	53	95	%
<i>Production animale</i>	30	17	12	% des sorties de N

\*Agriculture conventionnelle et biologique

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

En AB, l'élevage ne permet pas de répondre aux besoins en N des cultures et accentue donc la dépendance vis-à-vis des ressources azotées externes provenant de l'agriculture conventionnelle. De plus, l'AB dépend en partie des importations d'aliments biologiques pour nourrir les monogastriques, ce qui soulève des questions sur le type d'élevage à privilégier. Nos résultats suggèrent que, les choix d'assolement ainsi que l'intégration de l'élevage dans le développement de l'AB peuvent apporter de nombreux avantages, y compris une contribution significative d'engrais organiques directement disponibles et la circularité des nutriments, à trois conditions : les animaux sont élevés en partie dans des bâtiments pour récupérer le fumier, donc moins de prairies permanentes; plus de terres sont consacrées aux cultures pour nourrir la population; et plus de légumineuses dans les rotations pour fixer l'azote.

Ce diagnostic de l'AB à l'échelle de la France va nous permettre d'étudier des scénarios avec plus ou moins d'élevage pour comprendre la contribution des animaux d'élevage pour soutenir le développement de l'AB. Le cadre peut être adapté à une échelle légèrement plus petite, telle que la région, qui peut également prendre en compte des contraintes territoriales.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., Smith, L., Ramankutty, N., Nesmé, T., 2021. Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability. *NatureFood* 12 p.
- Billen, G., Aguilera, E., Einarsson, R., Garnier, J., Gingrich, S., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Le Noë, J., Sanz-Cobena, A., 2021. Reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle: The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity. *One Earth* 4, 839-850.
- Harchaoui, S., 2019. Modélisation des transitions en agriculture : énergie, azote et capacité nourricière de la France dans la longue durée (1882-2016) et prémices pour une généralisation à l'échelle mondiale. *Science des Sociétés*. Université Paris Diderot, Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain, p. 265p.
- Kelm, M., Loges, R., Taube, F., 2008. Comparative analysis of conventional and organic farming systems: Nitrogen surpluses and nitrogen losses
- Seufert, V., Ramankutty, N., 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485, 229-232.

# Métabolisme de territoires ruraux des Hautes-Terres de Madagascar : le cas de deux territoires de la commune de Mandritsara (région du Vakinankaratra)

HOOKER M. (1,2), VIGNE M. (2), VAYSSIERES J. (3)

(1) AgroCampus Ouest, Rennes, France

(2) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Antsirabe, Madagascar

(3) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Saint-Pierre, La Réunion, France

Mots-clés : Madagascar, biomasse, métabolisme territorial

## INTRODUCTION

Accompagner la transition vers des systèmes alimentaires plus durables et inclusifs est un enjeu majeur. Or, l'augmentation de la circularité dans les systèmes agrialimentaires (SAA) peut participer à la réduction de l'impact environnemental de ceux-ci (Springmann et al. 2018). Pour accompagner cette transition vers une économie dite « circulaire », l'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT) offre un cadre d'analyse particulièrement pertinent. Il vise à mieux comprendre les interactions entre sociétés et environnement via la structuration des flux de matière et d'énergie d'un territoire et leur organisation sociale, politique et économique (Madelrieux et al., 2017). Si le paradigme de la circularité a été très développé du point de vue théorique (Muscat et al., 2021), son application à des territoires ruraux peu référencés s'appuyant pour grande partie sur les activités agricoles, comme en Afrique, est particulièrement limitée (Gabriel et al., 2020 ; Esposito et al., 2020). Sur les Hautes Terres de Madagascar, les systèmes de production s'appuient principalement sur la biomasse locale du fait de la difficulté d'accès aux intrants. Mieux comprendre leurs pratiques de gestion et favoriser leur efficacité d'utilisation permettrait d'améliorer la durabilité de ces systèmes et de leurs territoires.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Zone d'étude

L'étude a été menée dans deux *fokontanys* (subdivision administrative de base) issus de la commune de Mandritsara (district de Betafo, Région Vakinankaratra) : Malaza et Miarinarivo (Tableau 1). Cette zone présente des sols d'origine volcanique et riches en matières organiques (Bied-Charenton, 1970) qui ont contribué au développement et à la diversification d'une agriculture basée traditionnellement sur la riziculture irriguée en saison humide. Malaza est ainsi occupé majoritairement par des cultures irriguées puis des cultures pluviales alors que les espaces naturels restants sont limités. Le cheptel est représenté principalement par des bovins et zébus laitiers et des animaux de trait. A Miarinarivo, le territoire est occupé pour majorité par des cultures pluviales et des espaces naturels alors que les cultures irriguées sont peu nombreuses. Si le cheptel laitier est majoritaire et les animaux de trait encore bien présents, les porcins sont également plus nombreux.

Tableau 1. Structure des deux fokontanys étudiés

	Malaza	Miarinarivo
<b>Nombre de ménages</b>	<b>273</b>	<b>288</b>
<b>Surface totale (km<sup>2</sup>)</b>	<b>3,17</b>	<b>4,26</b>
<i>dont cultures irriguées (%)</i>	64	11
<i>dont cultures pluviales (%)</i>	26	63
<i>dont espaces naturels (%)</i>	10	26
<b>Cheptel (UBT)</b>	<b>533</b>	<b>457</b>
<i>dont Animaux laitiers (%)</i>	58	55
<i>dont Animaux de trait (%)</i>	27	21
<i>dont Volailles (%)</i>	9	9
<i>dont Porcins (%)</i>	6	15

### 1.2. Caractérisation des flux de biomasse

La cartographie des acteurs gestionnaires de la biomasse a été élaborée à l'aide d'une première série d'entretiens ouverts auprès d'acteurs clés du territoire. La caractérisation des pratiques et la quantification des flux a été réalisée grâce à une deuxième série d'entretiens fermés auprès de chefs d'exploitations sélectionnés aléatoirement parmi les listes électorales de la commune (28 à Malaza et 21 à Miarinarivo). Les données récoltées concernaient (i) les données structurelles générales de l'exploitation, (ii) la gestion du cheptel et des cultures et (iii) l'alimentation et les ressources en énergie du ménage. Les données acquises ont été ensuite extrapolées à l'échelle des fokontanys sur la base du nombre de ménages et des modes d'utilisation des surfaces (Lebourgeois et al., 2017).

### 1.3. Indicateurs de fonctionnement et performance des territoires

Plusieurs indicateurs inspirés de Kleinpeter et al. (2023) et témoignant du fonctionnement et de la performance des deux territoires ont été calculés dont l'efficacité globale (*biomasse sortante / biomasse entrante*), l'autonomie (*biomasse interne / (biomasse entrante + biomasse interne)*), la circularité (*biomasse interne / biomasse totale*), le taux de couverture des besoins alimentaires de la population locale (*biomasse alimentaire issue du territoire et consommée par la population locale / biomasse alimentaire totale consommée par la population locale*) et le taux

de couverture des besoins en énergie des ménages pour la combustion (*biomasse pour la combustion utilisée par la population locale et issue du territoire / biomasse totale pour la combustion utilisée par la population locale*).

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

Une synthèse des indicateurs de fonctionnement et performance des deux territoires est reportée dans le tableau 2. Malaza est un territoire plus productif que Miarinarivo. Ceci lui permet de couvrir les besoins alimentaires locaux et d'exporter une quantité importante de biomasse en dehors du fokontany sous forme principalement de lait (49% des biomasses sortantes) et céréales (riz et orge ; 24%). Son métabolisme orienté pour partie vers l'exportation de biomasse est permis notamment par une bonne maîtrise collective de l'eau (structures en canaux héritées de longue date). Cette maîtrise a par ailleurs permis de développer les cultures fourragères qui, associées aux quantités importantes de résidus de culture (paille et son de riz, fanes de tubercules, etc.) issus des autres cultures irriguées, ont appuyé l'intensification laitières de la zone. Toutefois, pour appuyer cette productivité élevée, des fertilisants minéraux et des concentrés sont importées sur le territoire pour couvrir les besoins des cultures et du troupeau. Par ailleurs, la conversion des espaces naturels en espaces cultivés a entraîné une déforestation massive qui résulte aujourd'hui en l'importation d'une grande quantité de bois pour la combustion au sein des ménages.

Miarinarivo est pour sa part plus orienté vers la subsistance des ménages et l'autonomie du territoire apparaît ainsi plus élevée. Les productions de riz, plus faibles, sont principalement autoconsommées et complétées par la production de tubercules sur le domaine pluvial. La faible disponibilité en surface irriguée limite le développement des cultures fourragères et de la production laitière qui est assurée par des animaux avec des rendements laitiers faibles et alimentés à partir de ressources issues des espaces naturels. Une partie importante du territoire n'est pas encore cultivée du fait, outre de l'accès difficile à l'eau, de la difficile mise en valeur liée à la qualité du terrain (zones pierreuses). Ces espaces représentent toutefois des opportunités de pâturage pour les troupeaux extensifs qui sont plus présents dans ce fokontany, permettant d'assurer encore les fonctions de capitalisation qui ont pour partie disparu à Malaza. Enfin, ces espaces naturels offrent également des ressources en bois majeures pour les ménages locaux permettant d'assurer la quasi-totalité des besoins en biomasse pour la combustion du territoire.

**Tableau 2.** Indicateurs de fonctionnement et de performances des deux territoires étudiés

Indicateurs	Malaza	Miarinarivo
Flux entrants (tMB.ha <sup>-1</sup> .an <sup>-1</sup> )	3,9	0,5
Flux internes (tMB.ha <sup>-1</sup> .an <sup>-1</sup> )	32,3	13,8
Flux sortants (tMB.ha <sup>-1</sup> .an <sup>-1</sup> )	3,5	1,8
Efficiencia globale (sd)	0,90	3,86
Autonomie (sd)	0,89	0,97
Circularité (sd)	0,81	0,86
Taux de couverture des besoins alimentaires humains à partir de la biomasse locale (%)	99	99
Taux de couverture des besoins en énergie pour la combustion à partir de la biomasse locale (%)	15	99

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Ces résultats préliminaires montrent deux territoires aux métabolismes différents en dépit de la proximité géographique et socio-culturelle. Les travaux en cours visent à saisir la diversité des ménages et de leur gestion des flux ainsi que la conversion des flux de biomasse en nutriments (N et P). Ils permettront d'offrir une image plus fine de ces métabolismes et de leur durabilité environnementale. Par ailleurs, l'intégration agriculture – élevage (IAE), bien que développée sur les deux territoires, s'appuie encore sur des pratiques traditionnelles qui résultent en des pertes de matière et nutriments potentiellement élevées. Pouvoir mieux analyser ces pratiques et l'impact potentiel de pratiques d'IAE améliorées sur la durabilité du territoire devrait permettre de faciliter leur adoption.

*Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet DINAAMICC financé par l'UE dans le cadre de l'initiative DeSIRA pour une période de 4 ans (2022-2025).*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bied-Charreton, M. 1970. Contrastes naturels et diversité agraire aux environs de Betafo (Madagascar). *Études rurales* 37-39: 378-396.
- Esposito, B. et al. 2020. Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector. A Systematic Literature Review. *Sustain.* 12 :7401.
- Gabriel, A.W. et al. 2020. A review of socio-economic metabolism representations and their links to action: Cases in agri-food studies. *Ecol. Econ.* 178: 106765
- Kleinpeter, V. et al. 2023. 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. *Resour. Conserv. Recycl.* 188, 106663.
- Madelrieux S et al. 2017. Écologie et économie des interactions entre filières agricoles et territoire : quels concepts et cadre d'analyse ? *Cah. Agric.* 26: 24001.
- Muscat, A. et al. 2021. Principles, drivers and opportunities of a circular bioeconomy. *Nature Food* 2, 561–566. Springmann, M. et al. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* 562.

## **Gestion collective des effluents d'élevage par des agriculteurs dans la communauté de commune de Chateaubriant-Derval**

MARTEL G. (1), SOUCHERE V. (2), JACQUOT A.-L. (3), GARCIA-LAUNAY F.(3)

(1) INRAE-INSTITUT AGRO-ESA, UMR BAGAP, 49000, Angers, France

(2) UMR SADAPT, INRAE, AgroParisTech, Université Paris Saclay, 91120 Palaiseau, France

(3) INRAE, Institut Agro, UMR PEGASE, 35590, Saint-Gilles,

France

Mots-clés : ComMod, Jeu de Rôle, Effluents, Méthaniseur

### **INTRODUCTION**

La spécialisation de l'agriculture dans les territoires a conduit à une rupture des cycles des nutriments (Le Noë et al. 2017). Si de nombreux travaux montrent tout l'intérêt des systèmes de polyculture-élevage à l'échelle de la ferme, la piste des interactions à l'échelle d'un territoire est aussi évoquée, notamment dans le métabolisme territorial (Nowak et al. 2015 ; Lucas et al. 2019). Mais la mise en place de solutions collectives à ce niveau territorial nécessite d'impliquer une diversité d'acteurs qui ne sont pas tous en interaction directe (Davies et al. 2004; Villamayor-Tomas et al. 2021). C'est pourquoi nous avons réalisé une démarche de modélisation d'accompagnement (Etienne et al. 2010) sur une communauté de commune de Loire-Atlantique, pour penser la gestion collective de l'azote, notamment issu des effluents.

### **1. MATERIEL ET METHODES**

La démarche d'accompagnement a impliqué des élus, des organismes de conseil et d'accompagnement, des associations, les coopératives et industries agro-alimentaires ainsi qu'une diversité d'agriculteurs. A partir de 12 entretiens individuels et d'une restitution collective nous avons pu produire une représentation des acteurs, ressources, dynamiques et interactions nécessaires pour parler de gestion azotée dans le territoire. Suite à ce travail, un groupe d'étudiant tutoré par les auteurs a construit un jeu de rôle à destination des agriculteurs pour observer la mise en place de gestions collectives des effluents d'élevage. Une partie test a été effectuée en juin 2023 avec des agriculteurs et des conseillers cultures et élevage. La partie a été filmée et observée par les étudiants et tous les choix de gestions ont été sauvegardé pour chaque joueur.

### **2. RESULTATS & DISCUSSION**

Les acteurs identifient individuellement 38 types d'acteurs impliqués dans la gestion de l'azote sur le territoire et 53 ressources. Deux dynamiques ressortent : la présence d'importation d'éléments azotés dans le territoire, notamment sous la forme de boues de stations d'épuration et de déchet d'industrie agroalimentaires et la diminution du nombre d'animaux d'élevage au profit de surfaces cultivées dans des fermes de plus en plus grandes. Ces dynamiques font mettre en avant aux acteurs du territoire la solution des méthaniseurs qui peuvent convertir ces intrants en digestat utilisable sur les cultures (Britz and Delzeit, 2013), même si plusieurs craintes autour de la composition de ces digestats (métaux lourds, résidus d'antibiotiques, maladies...) existent et peuvent être justifiée comme le montre Tang et al. (2020).

Néanmoins avec la diminution du nombre d'animaux, les fermes n'utilisant pas tous leurs effluents deviennent rares, limitant les possibilités d'interactions directes entre éleveurs et céréaliers sur le territoire. Afin de tester les options de gestions collectives (échanges directs et au travers un méthaniseur) avec les agriculteurs et les éleveurs, nous avons décidé de mettre en place un jeu avec 2 agriculteurs céréaliers, 2 éleveurs porcins naisseurs-engraisseurs et 3 éleveurs laitiers aux niveaux de production représentatif de la diversité observée sur le territoire. Les éleveurs laitiers produisent du fumier et du lisier de bovin et les éleveurs porcins du lisier de porcs. Tous les agriculteurs peuvent produire de l'herbe, du maïs, du blé, du colza ou de la luzerne, seule culture dans le jeu qui peut fixer de l'azote atmosphérique dans le sol. Les agriculteurs peuvent fertiliser les cultures avec du lisier (porcin ou bovin), du fumier (bovin), de l'azote minéral acheté ou, à partir du 2eme tour, du digestat. La fertilisation va améliorer le rendement des cultures en suivant les lois de réponses issues de la littérature dans des contextes climatiques similaires. Le modèle considère que l'azote du fumier est apporté équitablement sur 3 années. Un cout d'épandage est calculé selon le type d'effluent et la distance entre le siège et la parcelle sur la base des travaux du projet Teplis (Levasseur et al., 2019). Un bilan azoté simplifié est calculé pour chaque parcelle (fonction du niveau de fertilisation et du rendement des

cultures) et peut être agrégé à l'échelle de la ferme, d'une partie du territoire ou du territoire complet. Les cultures sont soit vendues soient utilisées pour nourrir les animaux. Les animaux ont un besoin alimentaire et si les éleveurs n'ont pas assez de certaines cultures pour le couvrir, un aliment est automatiquement acheté. Les animaux rapportent un revenu et des effluents à la fin du tour. A la fin du premier tour, un méthaniseur est disponible pour tous les agriculteurs. Il est capable de transformer les effluents et les cultures en digestat tout en produisant de l'énergie représentée comme un revenu dans le jeu. Le revenu diffère selon le pouvoir méthanogène des éléments apportés et nous avons appliqué les valeurs utilisées pour calculer la ration du méthaniseur de la station expérimentale de Derval (Marc Fougère, communication personnelle). Le méthaniseur réduit le niveau d'azote des apports de 20% mais il ramène aussi dans le territoire une quantité fixe d'azote simulant l'importation de boues d'épuration. Ainsi les agriculteurs ont le choix pour réduire leurs importations d'azote minéral : ils peuvent mettre en place des interactions avec leurs voisins ou utiliser le méthaniseur pour récupérer du digestat et des revenus. Les informations récupérées par les joueurs à la fin de chaque tour sont : les revenus et les dépenses de leur ferme, le bilan azoté, les rendements des cultures.

Le test du jeu auprès de joueurs n'ayant pas participé à sa construction a permis d'observer : 1/ les éleveurs laitiers avec une faible production laitière et donc peu d'effluents ne participent pas aux échanges 2/ les deux types de gestion collectives ont été tentées, 3/ les premiers usages du méthaniseur ont été réfléchis de façon individuelle : j'apporte ce qu'il me faut pour récupérer la quantité de digestat souhaité, 4/ à la fin du 3<sup>ème</sup> tour, certains éleveurs apportaient tous leurs effluents sans reprendre tout le digestat, permettant à d'autres de récupérer plus qu'ils n'apportaient. Néanmoins ce premier test identifie aussi un besoin de recalibration du modèle, tous les agriculteurs ayant eu une diminution de leurs revenus malgré une diminution de leurs intrants et un maintien de la fertilisation, ceci notamment lié à un coût de l'épandage très important.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Les enquêtes auprès des divers acteurs du territoire mettent en avant la grande diversité des acteurs et des ressources impliqués dans la gestion de l'azote dans le territoire. Elles pointent aussi l'importance des acteurs hors agricole (telles que les collectivités) pour la gestion de l'azote au niveau du territoire, mais il interroge aussi le rôle des agriculteurs dans les dispositifs collectifs et la résilience de ces outils en cas de diminution de l'élevage. Le premier test, centré sur le monde agricole, a permis d'identifier les éleveurs pouvant ou non participer à des échanges et d'identifier des changements dans la mobilisation du méthaniseur suite aux échanges entre les agriculteurs. D'autres sessions de jeu, notamment avec un scénario de diminution de l'élevage seront à mettre en œuvre.

*Nous tenons à remercier tous les acteurs enquêtés et plus particulièrement Lorène Brossard et Céline Joly de la Chambre d'Agriculture de Chateaubriant Derval qui ont aussi coordonné la phase terrain. Ce travail a été financé par le projet ADEME GESTE.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Britz W., & Delzeit R. (2013). The impact of German biogas production on European and global agricultural markets, land use and the environment. *Energy Policy*, 62, 1268-1275
- Davies B., Blackstock K., Brown K., & Shannon P. (2004). Challenges in creating local agri-environmental cooperation action amongst farmers and other stakeholders. The Macaulay Institute, Aberdeen.
- Étienne, M. (2010). La modélisation d'accompagnement: une démarche participative en appui au développement durable (p. 384). éditions Quae.
- Le Noë J., Billen G., & Garnier J. (2017). How the structure of agro-food systems shapes nitrogen, phosphorus, and carbon fluxes: the generalized representation of agro-food system applied at the regional scale in France. *Science of the Total Environment*, 586, 42-55
- Levasseur P., Masserot H., Brachet C., Lenouvel J. 2019. Calculateur des coûts et du temps de chantiers d'épandage. Guide méthodologique. 10p.
- Lucas V., Gasselin P., & Van Der Ploeg J. D. (2019). Local inter-farm cooperation: A hidden potential for the agroecological transition in northern agricultures. *Agroecology and sustainable food systems*, 43(2), 145-179.
- Nowak B., Nesme T., David C., & Pellerin S. (2015). Nutrient recycling in organic farming is related to diversity in farm types at the local level. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 204, 17-26.
- Tang Y., Wang L., Carswell A., Misselbrook T., Shen J., & Han J. (2020). Fate and transfer of heavy metals following repeated biogas slurry application in a rice-wheat crop rotation. *Journal of Environmental Management*, 270, 110938
- Villamayor-Tomas, S., Sagebiel, J., Rommel, J., & Olschewski, R. (2021). Types of collective action problems and farmers' willingness to accept agri-environmental schemes in Switzerland. *Ecosystem Services*, 50, 101304.

# Co-concevoir un système d'élevage porcin agroforestier et bio qui valorise une diversité de fourrages

BERNE C. (1), SHEARD C. (2).

(1) ITAB (Institut Technique de l'Agriculture et de l'Alimentation Biologiques, 9 rue André Brouard, 49105 Angers cedex 02), (2) Ferme des Cochons Bleus, La Prévoté, 49520 Segré-en-Anjou Bleu.

Mots-clés : Agroforesterie, Porcs charcutiers, Agriculture Biologique, Fourrages.

## INTRODUCTION

Face aux enjeux de changement climatique et d'érosion de la biodiversité que nous connaissons en Europe et dans le monde, travailler à une transition des systèmes agricoles vers des systèmes agroécologiques, favorisant une utilisation des sols plus efficace et résiliente, est nécessaire. Réintroduire de l'agroforesterie et de la mixité dans des systèmes de culture ou d'élevage, constitue un des leviers pour faire face aux enjeux de perte d'autonomie, de sécheresses, de hausses de température et de pertes de biodiversité sur le territoire. Dans une approche participative et de création de références, le projet AGROMIX<sup>1</sup> a permis la co-conception sur 12 sites pilotes à travers l'Europe, de systèmes agricoles innovants favorisant la mixité entre cultures, arbres, et élevage. En France, c'est sur la Ferme des Cochons Bleus, que l'ITAB a accompagné l'éleveur Carl Sheard dans la re-conception de son système d'élevage porcin, suivant 3 objectifs : (1) Améliorer l'autonomie alimentaire de la ferme notamment grâce à la valorisation de fourrages et l'intégration des prairies dans la rotation culturale, (2) Améliorer l'équilibre économique et les conditions de travail sur la ferme, (3) Valoriser au mieux une production de viande de qualité et qui favorise le bien être animal. L'objectif de cet article est de présenter la démarche d'un éleveur innovant et les résultats du travail de co-conception d'un système d'élevage alternatif en porcs biologiques.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### - *Le système d'élevage initial (2020) :*

La Ferme du Cochon Bleu est un élevage naisseur engraisseur de porcs charcutiers situé sur la commune de Segré en Anjou Bleu (49). Avec un cheptel d'une trentaine de truies, l'éleveur livre en coopérative environ 500 porcs charcutiers par an. Les truies et les porcelets sont élevés en plein air sur 9 hectares dans une parcelle entièrement clôturée, semée avec un mélange de prairies conçu pour résister au piétinement (non destiné à l'alimentation). En phase de croissance et de finition, les porcs sont transférés en bâtiments sur paille et nourris avec un aliment complet concentré, acheté. Parmi eux, une trentaine de porcs en croissance sont menés au pâturage (quand les conditions le permettent) afin de compléter les apports permis par la distribution de la ration de concentrés.

L'éleveur est installé sur 45 hectares de surface. Il cultive en rotation des céréales, des légumineuses, des betteraves et des mélanges fourragers. Les céréales et légumineuses bio sont vendues en circuit long. Les betteraves sont utilisées pour nourrir les porcs. Pour la gestion des cultures, l'agriculteur ne dispose pas de son propre équipement, il fait appel à une entreprise extérieure. Aucune parcelle n'est irriguée.

Concernant les parcelles agroforestières, ce sont 650 arbres qui ont été plantés en 2017 sur 14 hectares. Les espèces ont été choisies en fonction des espèces naturellement présentes autour de la ferme, et des caractéristiques du sol. On trouve sur les parcelles principalement des arbres pour le bois d'œuvre (différents chênes, de l'érable champêtre, du merisier, de l'alisier, du tilleul, du charme...) mais aussi pour le fourrage (févier d'Amérique). La plantation en ligne (1 arbre tous les 8 mètres et 24 mètres d'inter-rang) a été conçue pour permettre une utilisation des parcelles en bandes pour les cultures (peu de concurrence avec les arbres et dimension des surfaces compatible avec les machines agricoles).

### - *Co-conception du système d'élevage et optimisation technique*

4 ateliers ont été organisés pour travailler à la co-conception de ce système d'élevage porcin innovant valorisant les arbres et les fourrages pour l'alimentation et le bien être des porcs. Ces ateliers ont été conçus pour réunir une diversité d'acteurs : des éleveurs, des acteurs spécialisés dans l'élevage de porcs, l'agroforesterie ou la production de fourrage, mais aussi d'acteurs de la distribution. Les deux premiers ateliers (juin et octobre 2021), organisés sur des élevages, avaient pour objectifs de laisser découvrir aux participants différents systèmes d'élevages porcins plein air et pâturant, et de permettre au groupe de mieux comprendre la réalité de la ferme pilote, du système mis en place et la stratégie de l'éleveur. Une première réflexion a été proposée à la fin de la deuxième journée autour de ces 3 thématiques : " valorisation des cultures fourragères avec les porcs ", " valoriser la viande des porcs élevés au pâturage ? " et " perspectives d'utilisation des arbres dans le système d'élevage ". Les deux ateliers suivants (février et mars 2022), en salle, ont été animés avec l'aide d'une facilitatrice graphique pour synthétiser les échanges. Lors

<sup>1</sup> AGROMIX : AGROforestry and MIXed farming : participatory research to drive the transition to a resilient and efficient land use in Europe. [AGROMIX | Homepage \(agromixproject.eu\)](https://agromixproject.eu)

de la première journée, l'idée était de définir collectivement les objectifs à atteindre pour la reconception de la ferme pilote et d'identifier les freins, les blocages à la réalisation de ces objectifs. Par groupe puis en collectif l'idée était de proposer des leviers mobilisables pour lever les blocages. Puis lors de la deuxième journée, et en partant des leviers identifiés lors de la précédente session, les participants ont travaillé à l'élaboration de scénarios d'évolution de la ferme qui soient les plus cohérents possibles et qui prennent en compte les données techniques, sociales et économiques de l'élevage et de la filière.

- *Accompagner au fil de l'eau l'évolution du système*

A la suite de ces ateliers et dans un processus de constante innovation Carl a continué de faire évoluer son système pour répondre à ses objectifs. De nombreux échanges et suivis expérimentaux ont pu être mis en place sur la ferme.

## **2. RESULTATS & DISCUSSION**

- *Système co-conçu*

Les ateliers de co-conception ont notamment permis d'élaborer un scénario d'évolution de l'élevage consistant à optimiser autant que possible la production de fourrages sur la ferme pour nourrir les truies et les porcs et à améliorer la valorisation des arbres et de l'agroforesterie. Pour cela ce scénario s'appuie sur 4 points :

- (1) Augmenter la surface plein air consacrée aux truies, et aux porcs charcutiers pâturants afin de réduire la densité des animaux dans les prairies et ainsi mettre en place un système de pâturage tournant optimisé sur les différentes parcelles ;
- (2) Allonger la rotation culturale en mettant en place des cultures racines et des prairies diversifiées appétentes pour les porcs au pâturage et récoltable afin de valoriser les cultures fourragères en frais mais aussi récoltées et conservées (enrubannage) dans l'alimentation des porcs ;
- (3) Densifier les lignes d'agroforesterie et mettre en place de nouveaux bosquets avec des petits arbres fruitiers et fourragers pour diversifier l'alimentation des porcs, des buissons et des arbustes pour davantage protéger les porcs et les couverts des vents et du soleil.
- (4) Trouver de nouveaux circuits de commercialisation et développer la vente directe pour limiter la dépendance économique à la coopérative et à la demande en circuit long. Valoriser la démarche de qualité.

Les ateliers ont également permis d'explorer l'idée de création d'un label et d'une mini-filière pour valoriser des porcs « fourragers » en mettant en avant la cohérence globale d'un système d'élevage bio, plein air et agroforestier.

- *Accompagner l'éleveur à la transition, créer de références pour les autres élevages*

Pour accompagner l'éleveur dans la transition et créer des références techniques valorisables pour d'autres élevages, le projet CasDAR Valorage<sup>2</sup>, a démarré en 2021 avec pour objectif de travailler à la valorisation de parcours et de fourrages par les monogastriques biologiques. Aussi, des expérimentations ont pu être menées sur la Ferme des Cochons Bleus et sur d'autres fermes partenaires, pour acquérir et consolider des références sur la distribution de fourrages récoltés à des porcs charcutiers en engraissement et sur la mise en place d'un système de pâturage tournant de porcs. La complémentarité des projets AGROMIX et Valorage a permis de mettre en évidence la nécessité de conjuguer recherche participative et ateliers de co-conception à de la recherche technique appliquée afin de rendre plus facilement actionnables les propositions formulées dans les scénarios d'évolution de la ferme.

- *Un système en constante évolution*

Depuis 2022, l'élevage connaît des changements importants. En lien avec la crise que subit la filière Porc Bio (augmentation du prix des matières premières, recul inédit de la consommation alimentaire des ménages français, déclassé) qui affecte l'équilibre économique de la ferme, l'éleveur a décidé de prendre un virage net vers une augmentation de l'autonomie sur sa ferme. Pour atteindre l'autosuffisance alimentaire, Carl cherche à valoriser ses surfaces cultivables pour nourrir ses animaux. 22 hectares ont été semés de mélanges céréales-protéagineux d'hiver et de printemps pour nourrir les truies et les porcs, 1 hectare de topinambours et 2 hectares de betteraves ont été mis en place pour compléter les animaux, le reste des surfaces étant dédié à la production de fourrages et au pâturage des animaux. Les lignes d'agroforesterie pâturées et les parcours ont été enrichis par la plantation d'arbres fourragers (murier blanc) et de divers arbres fruitiers. L'éleveur fait également évoluer sa génétique en travaillant avec des races adaptées au plein air (Saddleback). Enfin, il continue de chercher de nouveaux circuits de valorisation à plus haute valeur ajoutée.

## **CONCLUSION & PERSPECTIVES**

Carl Sheard est un précurseur en France pour sa volonté d'élever des porcs charcutiers en plein air et sous agroforesterie, en valorisant des fourrages frais et récoltés pour l'alimentation des animaux. Cette pratique d'élevage encore marginale se doit d'être davantage référencée pour pouvoir être déployée à plus grande échelle en France. En lien avec la conjoncture économique défavorable aux porcs bio, travailler sur des pratiques alternatives d'alimentation des porcs et tendre vers des systèmes intégrant davantage l'élevage aux cultures et à l'agroforesterie constituent deux pistes d'intérêt qu'il est nécessaire de continuer d'explorer dans les années à venir.

<sup>2</sup> CasDAR Valorage : Valorisation de parcours et de fourrages riches en protéines par les monogastriques biologiques.

[Alimentation 100% BIO : Alimentation 100% BIO : ProjValorage \(itab-lab.fr\)](http://Alimentation100%BIO.com)

# Co-construire des systèmes ovins-cultures économes et autonomes en région Centre. Le projet SOBRIETE.

MISCHLER P. (1), TRESCH P. (2), BRODIN O. (3), TOURET C. (4), BIBAUT M. (1)

(1) Idele, 19 bis rue Alexandre Dumas, 80000 Amiens

(2) Idele

(3) Chambre d'agriculture du Cher

(4) Chambre d'agriculture d'Indre et Loire

Mots-clés : ovins, autonomie, pesticides, azote

## INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, l'intensification des cultures en région Centre a conduit à une fragilisation des sols : appauvrissement en éléments nutritifs, en matière organique et en biodiversité. Ces systèmes sont de plus soumis aux aléas économiques et météorologiques liées au changement climatique. Dans ce contexte, des céréaliers de la région Centre-Val de Loire se sont intéressés à l'introduction ou au développement des ovins sur leur ferme en vue de bénéficier des complémentarités entre cultures et élevage. Constitués en Groupe Opérationnel du Partenariat Européen pour l'Innovation, ils ont été à l'initiative du projet SOBRIETE. Les résultats présentés ici portent sur le volet « exploitation agricole » du projet. L'objectif est de co-construire des systèmes ovins-cultures économes en intrants et autonomes en fourrages.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Après un diagnostic de 47 exploitations avec l'outil IDEA, 4 d'entre elles, volontaires, ont été retenues pour co-concevoir des systèmes ovins-cultures plus économes et autonomes, en raison de leurs objectifs stratégiques : préserver la matière organique, transmettre / installer un jeune, rechercher une autonomie fourragère, valoriser des couverts d'interculture en créant un troupeau. Pour co-construire ces systèmes, la méthode est inspirée du projet Casdar PHYTOEL (Tresch et Chartier 2018), qui associe les compétences de 2 conseillers, un agronome, un zootechnicien et celles de l'agriculteur. Le travail s'est fait en 4 phases: (1) Rencontre n°1, prise de connaissance de l'agriculteur avec les deux conseillers et recueil de ses objectifs et attentes pour bâtir un système plus économe et autonome en fourrages pour conforter, développer ou introduire un troupeau de moutons, (2) Construction a priori de systèmes envisageables en l'absence de l'agriculteur, (3) Rencontre n°2 : Proposition des scénarios à chaque agriculteur et avec lui, co-construction d'un système prototype, puis calculs d'indicateurs de performances opérationnels avec l'outil SIMUL, (4) Echanges au sein de ce collectif sur la faisabilité de ces systèmes. SIMUL est un calculateur Excel, qui permet sur la base d'un assolement initial et un assolement co-construit, d'estimer rapidement le niveau d'autonomie fourragère, la quantité d'azote minéral/ha SAU, l'IFT/ha de SAU, le temps de travail, les charges opérationnelles/ha. SIMUL se base a priori sur des données issues de références des réseaux d'élevage Inosys et du dispositif ECOPHYTO, qu'il est possible de personnaliser si l'on dispose des données des agriculteurs, collectées lors de la rencontre n°1 ou ultérieurement par courriel si elles n'étaient pas accessibles immédiatement (par exemple, l'IFT des cultures).

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les 4 exploitations sont contrastées dans leurs structures et objectifs (tableau 1). Le résultat le plus net obtenu est l'évolution de la quantité de fourrage produite dans le scénario co-construit, qui va dans le sens d'une autonomie élevée souhaitée, grâce au développement de prairies, de plantes fourragères en cultures ou interculture (dérobées). L'usage des pesticides mesurées par les IFT et la quantité d'azote minéral par hectare, diminuent, surtout s'il y a un développement des surfaces fourragères, généralement moins traitées et fertilisées. Leur baisse est dans certaines fermes, faible, car leur usage est déjà optimisé. Globalement, les charges opérationnelles sont stables ou baissent légèrement : les économies d'azote et de pesticides sont souvent compensées par des charges en semences fourragères en hausse. L'évolution de la matière organique estimée par SIMEOS-AMG montre une évolution neutre à légèrement positive du taux de carbone organique dans le sol par rapport à la situation initiale. Le temps de travail global est peu affecté, il y a des hausses liées à l'implantation / récoltes de fourrages, compensées par exemple par moins de surfaces de cultures de vente.

Pour les agriculteurs, l'outil SIMUL a été l'occasion de « tester » des assolements sans risque en faisant des estimations « simplifiées » des variations de coûts d'intrants, de travail, etc... Il a servi de support de discussion pour accepter ou refuser des propositions de changements de leur assolement. Et si, certains ont pu a priori, refuser des propositions, ils les ont mis en place ensuite. C'est le cas d'un agriculteur qui refusait la luzerne au motif de la difficulté de récolte, mais qui finalement en a implanté en ayant pris conseil auprès d'un agriculteur voisin. Certains

ayant conscience de disposer d'une autonomie fourragère « limite », ont recherché des surfaces additionnelles chez des voisins (valorisation des refus dans une prairie à chevaux, ou implantation d'une prairie temporaire par le voisin qui lui permet de bénéficier des aides des éco-régimes, grâce à cette diversification) ou via le conservatoire des sites naturels (gestion par pâturage de prairies sèches). Des estimations de marges brutes montrent un maintien du résultat économique des exploitations en 2021 et en 2022 malgré une conjoncture économique très contrastée. Cela semble avec d'autres travaux, qui montrent qu'accroître les complémentarités culture élevage, qui sans générer systématiquement des gains de revenu, peuvent le stabiliser (Mischler et al. 2018). Les résultats de SIMUL ont été présentés individuellement aux agriculteurs, puis à l'occasion de réunions des polyculteurs-éleveurs qui avaient eu un diagnostic IDEA. Ils ont suscité des réactions intéressées et plus généré des discussions sur la gestion pratique du troupeau (comment gérer les clôtures), des adventices (intérêt étouffant de méteils), l'autonomie azotée / fourragère (type de couvert) et d'autres aspects tels que le relationnel à construire avec des voisins si l'on recherche des ressources fourragères externes à l'exploitation

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Co-construire des scénarios de changements a été possible en associant les compétences de conseillères culture et zootechniques et celles de l'agriculteur. Plus que de chambouler l'organisation de l'exploitation, les scénarios « martyrs » proposés ont permis de co-construire un système susceptible de convenir à l'agriculteur. L'outil SIMUL, par sa simplicité, permet de visualiser quasi instantanément auprès des agriculteurs l'impact des changements envisagés dans les assolements et permet, par les échanges entre conseillers et agriculteurs d'imaginer sans risque de nouveaux systèmes, d'initier des changements de pratiques, ou conforter des choix.

*Le projet SOBRIETE a été soutenu financièrement par la Région Centre-Val de Loire et l'Europe*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Tresch P., Chartier N. 2018, Quels systèmes de polyculture - élevage demain, face aux enjeux de réduction d'usage de produits phytosanitaires ? Fourrages, 235, pp 195-202.

Mischler P., Tresch., Jousseins C., Chambaut H. ; Durant D., Veysset P., Martin G., Fiorelli J.-L.; Ben Chedly H., Pierret P.; Candau D., Sennepin D.; Cailly B.; Emonet E. ; Ramette C., Flament M. ; Martel G. ; 2018 ; Savoir caractériser les complémentarités entre cultures et élevage pour accompagner la reconception des systèmes de polyculture-élevage dans leurs transitions agro écologiques. Renc. Rech. Ruminants, 2018, 24.

Tableau 1 : principales caractéristiques des exploitations étudiées

exploitation	1	2	3	4
Nb brebis (état initial)	300, effectif stable	200, effectif en croissance (400 visés)	134, effectif en croissance (600 visés)	0, Création de troupeau (100 visées)
objectif	Transmettre Fertilité sols	Installer 1 associée Autonomie fourragère	Installer 1 associée Autonomie fourragère	Valoriser intercultures, autonomie
Parcellaire	regroupé	dispersé	dispersé	regroupé
Travail du sol	TCS	Labour	Labour après TCS	TCS
Système culture	SCOP +PT+PP	SCOP	SCOP + Betteraves+ PP	SCOP+0 prairies
Fourrage	En excès	Limitant	Limitant	A valoriser
Système Co-construit	Réduction légère surfaces fourragères	Introduction de luzerne	Introduction luzerne et prairie temporaire	Valoriser de la luzerne semence en pâturage
Autres solutions fourragères	valorisation repousses de colza dans la luzerne		Valorisation coteaux séchants (convention conservatoire des sites)	Valorisation pâture équine d'un voisin et prairie temporaire
Qté travail heures/ha	4.84 (+0%)	4.4 (+4%)	4.25 (-3%)	5.48 (-1%)
Qté fourrage tMS	377 (-26%)	392 (+33%)	399 (+69%)	208 (création)
UGB initial	48	56	45	0
UGB projet	71	74	76	40
IFT/ha	2.62 (+6%)	1.83 (-20%)	3.27 (-16%)	2.69 (-3%)
Fertilisation kg N/ha	115 (-23%)	90 (-14%)	150 (-9%)	93 (-2%)
Charges surfaces €/ha	561 (-5%)	586 (-0%)	628 (-7%)	480 (-0%)
Quantité de MO g/kg dans le sol (base 2%) *	25.95 /25.83 (-0.12)	12.83 / 14.45 (+1.62)	12.59 / 13.7 (+1.11)	15.41 / 15.58 (+0.17)

PP = prairie permanente, PT = prairie temporaire, \* taux de C en kg à l'équilibre (100 ans), du système initial / coconstruit (et écart)

# Quelles performances peut-on espérer de systèmes polycultures-élevages mobilisant des pratiques agroécologiques en Centre Ardenne (Belgique, Wallonie) ?

HENNART S., MERTENS A., LAGNEAUX S., LAMARQUE P., LEHURAUX R., STILMANT D., MATHOT M.

Centre Wallon de Recherches Agronomiques, Rue du Serpont 100, 6800 Libramont, Belgique.

**Mots-clés :** Système polyculture-élevage, agroécologie, analyse ex-ante

## INTRODUCTION

Le pacte vert européen souligne les attentes fortes de la société vis-à-vis de l'agriculture, attentes qui nécessitent une transition importante des systèmes de production. Le Centre Ardenne Wallon est caractérisé par une forte occurrence de systèmes allaitants valorisant des ressources fourragères locales. Ces systèmes sont régulièrement questionnés par la société (émissions de méthane, compétition feed-food, etc.).

Partant de l'hypothèse que l'articulation culture – élevage devrait contribuer, dans le contexte local, à répondre aux enjeux de circularité, neutralité et de maximisation de production d'aliments à destination de l'homme (Food), une démarche de co-construction multidisciplinaire, de systèmes polycultures – élevages a été entreprise. Trois systèmes ont ainsi été définis. Leurs performances vont être comparées dans le cadre d'une expérimentation système (intitulée SPoT), prévue pour être conduite sur une longue durée (12 années).

Cette contribution présente (1) les systèmes co-définis et les choix qui ont été posés au regard des contraintes fixées par les objectifs visés et (2) les performances attendues pour ces différents systèmes (analyse ex ante).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les objectifs fixés sont de maximiser la production de Food tout en réduisant l'impact sur le climat et en limitant les intrants dans un objectif de circularité. La volonté était de définir 3 systèmes (S1, S2 et S3) reposant sur un gradient de proportion des surfaces en prairies permanentes (S1 : 70%, S2 : 30%, S3 : 0%), et donc d'importance de la place prise par l'élevage, et de cultures destinées à l'alimentation directe de l'homme (S1 : 30%, S2 : 70%, S3 : 100%). Pour les systèmes S1 et S2 le nombre de bovins doit être adapté à la production des prairies et des co-produits issus des cultures destinées préférentiellement à la production d'aliments consommables directement par l'homme. Il n'y a pas d'animaux dans le système 3. Des contraintes sont mises sur le système en termes d'entrée : (1) apports externes sous forme organique de N, P et K au maximum équivalent à ce qui exporté dans des denrées animales ou végétales directement consommables par l'homme, (2) les intrants sont minimisés en veillant à respecter le cahier des charges de l'agriculture biologique, (3) les prairies permanentes sont conservées, (4) les produits doivent pouvoir être commercialisés, si possible, sur un marché local, ce qui questionne la qualité des produits et l'existence de filières de valorisation locales. Ci-après sont repris les points principaux des trois systèmes.

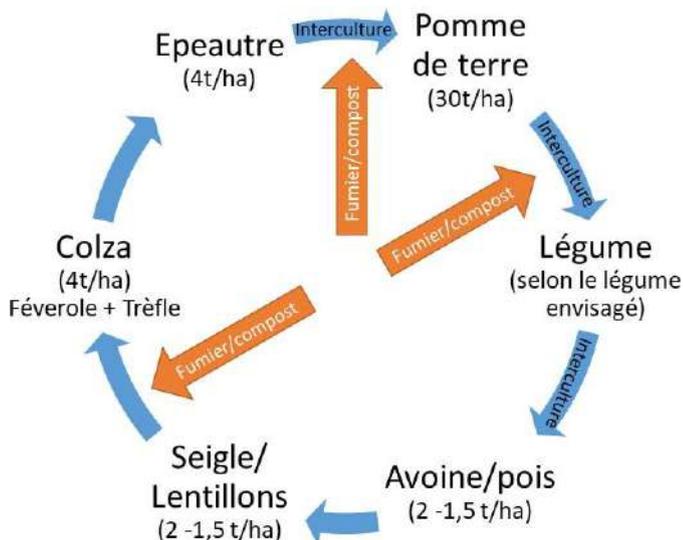
L'analyse ex ante des performances agronomiques et environnementales de chaque système sera présentée. Elle repose sur l'utilisation de l'outil DECiDe (<https://www.decide.cra.wallonie.be/fr>)

## RÉSULTATS ET DISCUSSION.

### *Les cultures*

Le système cultural, identique pour les 3 systèmes, repose sur une rotation en 6 années (schéma 1) dont le produit principal est à destination de l'alimentation humaine. Les surfaces de prairie permanente représentent 70, 30 et 0 % de la SAU des systèmes S1, S2 et S3. Les différentes techniques culturales se réfèrent aux pratiques de l'agroécologie, en maximisant les techniques plus spécifiques à la production biologique. Une couverture maximale et diversifiée des sols est privilégiée notamment pour favoriser le stockage de carbone et lutter contre les adventices et maladies des plantes. Des légumineuses sont incluses dès que possible afin d'enrichir le système en azote (notamment via les intercultures). Certaines cultures telles que la pomme de terre ont été intégrées pour leur rendement élevé et d'autres telles que les légumes pour leur destination spécifique à l'alimentation humaine.

Schéma 1 : C-cultures en rotation, schéma de fertilisation et rendements (t/ha) attendus des différents systèmes de SPoT



### Les animaux

Le nombre d'animaux est basé sur le potentiel de production de la prairie et la disponibilité des co-produits issus des cultures. Du point de vue du type d'animaux, des jeunes bovins issus de croisement terminal et engrainés à l'herbe ont été retenus afin de privilégier les systèmes à haute efficacité. En effet, le choix des animaux s'est fait également sur leur impact environnemental global. Or le poids environnemental de la mère dans les systèmes allaitants est plus conséquent que celui d'une mère issue d'un système laitier lorsque l'on considère l'ensemble de leur contribution à la production de denrées (protéines) valorisables en alimentation humaine. (viande vs lait et viande) (Mertens, et al., 2023).

Ainsi 18 animaux sont achetés à 15 jours et élevés jusqu'à 20 mois dans le S1, et 6 sont achetés et élevés jusqu'à 19,5 mois pour le S2, ce qui représente un chargement respectivement de 0,97 et 1,58 UGB/ha de SFP pour le S1 et S2. Le système 3 n'ayant pas de surface en herbe, n'a pas d'animaux. Une pratique de pâturage tournant dynamique est mise en œuvre pour les systèmes S1 et S2.

### Les interactions

Les interactions entre les pôles culture et animal de chaque système marquent à la fois le lien et la distinction entre ceux-ci. Les flux entre ces pôles doivent favoriser une circularité plus ou moins importante selon le système envisagé et l'importance des surfaces en herbe. Bien que l'objectif principal de la mise en place de cultures soit de fournir de l'alimentation à destination humaine, elles permettent également de produire des co-produits (paille, tourteaux, écart de tri, récolte déclassée pour l'alimentation humaine...) qui seront valorisés par les animaux. Les intercultures seront également valorisées par les animaux. En contrepartie, ceux-ci restituent une partie des nutriments sous forme de fertilisation organique aux cultures (voir schéma 1).

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Trois systèmes ont été coconstruits et implémentés en station expérimentale pour questionner la capacité des systèmes de polyculture-élevage à répondre aux enjeux sociétaux majeurs et particulièrement la souveraineté alimentaire (food vs feed), le bouclage des cycles et l'économie locale (circularité) et la réduction et l'adaptation au changement climatique. L'évaluation ex-ante des performances de chaque système doit permettre de préciser les points d'attention et d'évaluer des pistes d'adaptation. En effet, ces systèmes se veulent évolutifs et pourront être ajustés en fonction des résultats obtenus.

## REFERENCES

Mertens A., Kokemohr L., Braun E., Legein L., Mosnier C., Pirlo G., Veysset P., Hennart S., Mathot M. and Stilmant D., 2023. Exploring Rotational Grazing and Crossbreeding as Options for Beef Production to Reduce GHG Emissions and Feed-Food Competition through Farm-Level Bio-Economic Modeling. *Animals* 2023, 13(6), 1020

# Co-conception, évaluation et diffusion de systèmes de cultures répondant aux enjeux du changement climatique dans les élevages caprins de Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire

J. Jost<sup>1-2</sup>, S. Minette<sup>3</sup>, A. Vandewalle<sup>4</sup>, V. Py<sup>1-5</sup>

1-Réseau REDCap, BRILAC, 2-Institut de l'Élevage, 3-CRA Nouvelle-Aquitaine, 4-CRA Pays de la Loire, 5-CA24

## Introduction

Les élevages caprins de Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire sont majoritairement conduits en polyculture-élevage. Ils sont néanmoins dépendants de l'achat d'aliments et de fourrages : 74 % des aliments concentrés et 18 % des fourrages sont achetés. Les concentrés représentent par ailleurs 46 % de la ration des chèvres. La luzerne et le maïs (en grain) sont fortement présents dans la ration des chèvres. L'objectif de ce travail est de proposer des rotations optimisées et réalistes pour les éleveurs de chèvres de Nouvelle-Aquitaine et des Pays de la Loire, en favorisant l'autonomie alimentaire et en limitant les intrants sur les cultures. Les conséquences locales du changement climatique sont également prises en compte.

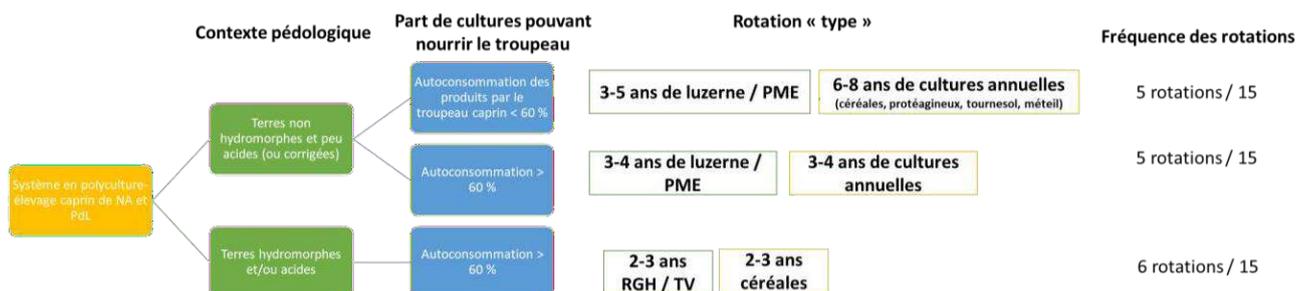
## Matériel et méthode

Entre 2020 et 2023, 28 éleveurs répartis dans dix groupes ont participé à des ateliers de co-conception de systèmes de culture répondant aux enjeux cités en introduction. Chaque groupe a travaillé sur un contexte pédoclimatique et un système caprin spécifique de la zone. Ces ateliers étaient animés par un binôme d'animateurs : un spécialisé sur les systèmes de cultures innovants et un sur les systèmes d'élevage caprin. Pour faciliter la conception participative de systèmes de culture, nous avons mobilisé le jeu-sérieux Mission Ecophyteau, qui permet de représenter sur un plateau de jeu les cultures, ainsi que le détail des itinéraires techniques et les rendements. Un état des lieux des systèmes de culture actuels a été réalisé avec les 28 éleveurs participants. Ensuite, quinze rotations ont été co-construites, dont 3 respectant le cahier des charges de l'agriculture biologique. Cinq groupes ont construits 2 rotations pour leur système de culture afin de prendre en compte la présence de deux types de sols (parcelles hydromorphes l'hiver et/ou acides vs parcelles saines) et/ou la spécialisation des rotations (pâture vs stock). Une évaluation de la durabilité (économique, sociale et environnementale) de ces systèmes a été réalisée, avec l'outil Systerre.

## Résultats : quelles rotations dans les systèmes caprins demain ?

Une typologie a pu être réalisée, classant en 3 systèmes de cultures typiques nos rotations, selon le contexte pédoclimatique (favorable ou défavorable à la luzerne) et le niveau d'utilisation des cultures pour nourrir le troupeau (part de cultures de ventes).

Figure : typologie des principales rotations co-conçues



Les principales modifications apportées, pour répondre aux enjeux du changement climatique et de la limitation des intrants sont les suivantes :

- Allongement des rotations d'une année en moyenne (de 7,3 années à 8,2 années) ;
- Augmentation de la part des prairies riches en légumineuses dans la SAU (de 47 à 59 % de la SAU) et choix des légumineuses implantées selon les caractéristiques pédoclimatiques des sols (choix entre la luzerne vs trèfles), avec une culture en mélange privilégié (intra et interspécifique) ;

- Complexification des intercultures : d'associations (colza ou phacélie/moha) à des mélanges plus complexes (phacélie/radis/vesce ou Seigle/RGI /Trèfle de Michelli /Trèfle Incarnat) ;
- Evolution des cultures annuelles : développement des méteils grain présents dans 13 rotations / 15 (+35%), de l'orge dans 6 rotations / 15 (+10) et du tournesol dans 8 rotations / 15 (+ 5%), régression du maïs présent dans 7 rotations / 15 (-20 %) et du blé dans 8 rotations/15 (-25%) ;
- Développement des semis des prairies sous couvert de méteil ou de céréales à l'automne ou de tournesol ou orge au printemps dans 12 rotations sur 15 (alors que peu présent dans l'état initial).

### Résultats : évaluation multi-critères des rotations co-construites

L'évaluation multicritères a permis de déterminer différents indicateurs sociaux, environnementaux et économiques. Les résultats obtenus sont comparés aux résultats de fermes suivies par le réseau Dephy. On observe des systèmes performants sur l'utilisation des produits phytopharmaceutiques et de la fertilisation minérale. On constate, comparé aux systèmes grande culture et polyculture élevage, une consommation supérieure en carburant et en temps de travail, notamment lié aux chantiers de récolte des fourrages (entre 3 et 4 fauches en enrubannage ou foin par an). A noter que 68 % de la fertilisation en azote est apportée par la matière organique et les légumineuses.

**Tableau : principaux indicateurs évalués**

	IFT	Conso. Carburant (l/ha)	Fertilisation minérale (U N/ha)	Émissions totales GES (kg éq CO <sub>2</sub> /ha)	Temps de travail (h/ha)	Charges opérationnelles /produit brut	Charges de mécanisation /produit brut
<b>Moyenne (n=15)</b>	<b>0,79</b>	<b>101</b>	<b>38</b>	<b>1229</b>	<b>5,9</b>	<b>20%</b>	<b>33%</b>
Ecart-type	0,6	9,8	37,2	338	1,1	3%	9 %
<i>Grande culture (n=335)</i>	3,2	82	117	1687	5	29 %	22 %
<i>Polyculture-élevage (n=529)</i>	1,7	82	74	1381	4,6	22 %	21 %
<i>Grande culture AB (n=72)</i>	0	97	4,8	658	5,2	17 %	30 %
<i>Polyculture-élevage AB (n=250)</i>	0	68	0,8	465	4,0	9 %	16 %

\* Références issues des fermes Dephy Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire

### Conclusion

Le retour des éleveurs ayant participé aux ateliers de co-conception sont très positifs. Ils ont apprécié travailler sur des rotations typiques de leur zone, avec des échanges techniques. La synthèse détaillée pour chacun des groupes est disponible sur le site internet du réseau REDCap (<https://redcap.terredeschèvres.fr/spip.php?rubrique103>). Des ateliers complémentaires ont déjà été réalisés pour approfondir certains points de maîtrise technique avec les groupes décrits ici. Par ailleurs, des journées techniques, formations, fermes-ouvertes sont également menées pour sensibiliser éleveurs, conseillers et apprenants.

Les trois principaux leviers mobilisés pour construire des systèmes cultureux répondant aux enjeux du changement climatique et de la limitation des intrants sont : i/ mobiliser la diversité intra et inter-spécifique sur les cultures annuelles, intercultures et fourragères, ii/ limiter les cultures de printemps (notamment le maïs) aux parcelles adéquates, tout en introduisant des oléagineux et de protéagineux dans la rotation et iii/ favoriser les semis des prairies sous-couvert de céréale, tournesol ou méteil. L'évaluation des rotations montrent différents points marquants : la consommation de carburant et le temps de travail, principalement lié à la récolte des fourrages et le travail du sol, associant généralement labours et techniques culturales simplifiées associées.

Dans un contexte d'enjeu sur l'atténuation du changement climatique, l'optimisation agronomique du système de culture, en produisant des aliments pour l'élevage et en valorisant les effluents est essentielle pour améliorer le bilan global des émissions de GES des élevages caprins. Ce travail n'est que la première étape pour accompagner les éleveurs de chèvres sur l'enjeu du changement climatique au niveau du système de culture, à la fois sur le volet adaptation qu'atténuation.

# La SCIC Graines Equitables, moteur d'innovation pour la résilience agricole et alimentaire territoriale

BERTIN Y., CAMPOY E.

Coopérative Graines Equitables, Laure-Minervois  
[elodie.campoy@graines-equitables.fr](mailto:elodie.campoy@graines-equitables.fr)

Mots-clés : Agroécologie, Echanges céréaliers-éleveurs, Filières bio locales.

## Graines Equitables, une SCIC ancrée dans son territoire

Fondée par 7 agriculteurs en 2014, la SCIC Graines Equitables est composée de 85 membres dont 70 agriculteurs répartis dans toute l'Occitanie. Son activité est la production, le triage, le conditionnement et la commercialisation de céréales, d'oléagineux et de protéagineux en agriculture biologique. Le système de production repose sur l'association de culture, céréales/légumineuses destinées aux marchés de l'alimentation humaine, animale, des engrais verts et des graines fermières. Ses partenariats sont multiples et représentent l'ensemble des potentiels de l'agroécologie à l'échelle de toute la région :

- vente de mélanges céréaliers pour les engrais verts en vigne et grandes cultures ;
- partenariat avec un GIEE viticole sur plus de 1000 ha de vignes : parcours de brebis sur les surfaces des membres en garrigues et vignes (4 troupeaux à ce jour pour plus de 3000 brebis) ;
- partenariat avec 3 GIEE d'éleveurs (27 structures familiales), vente de fourrage sur pied par les agriculteurs aux éleveurs via la SCIC ;
- partenariat avec les apiculteurs sur les surfaces porte-graines.

Nos productions pour nos clients sont multiples et répondent à leurs cahiers des charges, et contribuent ainsi à la durabilité du système alimentaire d'Occitanie : blés variétés anciennes et modernes, seigle, orge brassicole et alimentation animale, petit et grand épeautre, sarrasin, *etc* ; près de 42 espèces sont produites au sein des adhérents de la coopérative. Une diversité d'espèces qui répond à la fois aux exigences agroécologiques mais également des marchés.

La SCIC travaille avec l'INRAE et plusieurs partenaires territoriaux dans le cadre du projet SagiTerres - Stratégies Collectives pour une Agroécologie de Territoire, et pilote le projet Démonstrateurs Territoriaux des transitions agricoles et alimentaires « FANTA'SCIC » : Friche, Alimentation, Nutrition, Territoire, Agriculture biologique, Sol 'SCIC sur le territoire du Grand Narbonne, de Carcassonne Agglo et du Conseil Départemental de l'Aude. (Aude, Occitanie).

## Principaux enseignements et perspectives du projet FANTA'SCIC

L'initiative de la SCIC Graines Equitables vise à consolider la filière de production de céréales et légumineuses en AB, en associant les acteurs des territoires au service d'une alimentation saine, locale et durable. Pour cela elle s'appuiera notamment sur les Plans Alimentaires Territoriaux portés par le Grand Narbonne, Carcassonne Agglo, et Conseil Départementale de l'Aude.

Les partenaires de ce projet sont variés : collectivités territoriales, CUMAs, BioCivam 11 et 66, INRAE, Chambre d'Agriculture de l'Aude, Laboratoire Santé des Sols, Agence de l'Eau RMC, SAFER, et d'autres acteurs du développement agricole.

Il s'agit d'augmenter les surfaces en agroécologie par la réhabilitation des friches en travaillant à la fois sur la santé du sol, la maîtrise foncière et sur la diversification des productions agricoles destinées à l'approvisionnement alimentaire local notamment. Un travail sera mené en parallèle sur l'organisation collective depuis la production jusqu'au produit fini ; il sera envisagé également de redimensionner les équipements de la coopérative pour répondre aux besoins de la filière (accueil de nouveaux adhérents et volume de production) dans le but de servir la Restauration Hors Domicile et notamment la restauration collective.

Le projet vise également à consolider et développer des marchés tels que les engrais verts, les couverts végétaux et les pratiques destinées à favoriser l'intégration culture-élevage. Des contrats sont notamment passés avec des éleveurs pour mieux valoriser la ressource fourragère produite. Les légumineuses seules ou en cultures associées avec des céréales sont utilisées en rotation ou directement aux champs ; elles sont essentielles dans les systèmes de production de la coopérative. L'enjeu est d'adapter les pratiques agricoles mais également de renforcer les

coordinations entre les différentes activités agricoles et les agriculteurs (viticulteurs, céréaliers, bergers, éleveurs...etc.) afin de capitaliser sur les expériences de la coopérative en matière de résilience agricole et climatique via une agroécologie de territoire.

Ce projet en tant que démonstrateur a pour but de fournir des méthodes et outils pour essaimer sur d'autres territoires, en proposant un modèle de production agroécologique, résilient face aux changements climatiques et à la raréfaction des ressources en eau et en énergie. Il vise également à donner aux agriculteurs les capacités d'action pour changer les pratiques agricoles et produire durablement avec une performance économique satisfaisante. L'enjeu du démonstrateur territorial est de montrer également le rôle que peuvent tenir des outils coopératifs de transformation dans la structuration de filière locale en AB et leurs capacités à accompagner les transitions de nos territoires.

Le projet Fanta'scic termine sa phase de maturation en décembre 2024, avec pour objectif de monter un projet dit « transformant » à présenter pour la phase réalisation qui se déroulera de 2025 à 2028.

# Développement d'un jeu sérieux à caractère éducatif sur la circularité en agriculture

SOERENSEN L., GRILLOT M., RYSCHAWY, J, MARTIN G.

Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31320, Castanet-Tolosan, France

Mots-clés : scénario, enseignement, culture-élevage, recyclage

## INTRODUCTION

Les systèmes agricoles d'Europe du Nord et de l'Ouest sont généralement très spécialisés, avec peu d'intégration entre productions végétale et animale au sein des exploitations et entre exploitations d'une même région. Cela contribue à une rupture des cycles biogéochimiques et à des pertes de nutriments dans l'environnement à l'origine d'une dégradation des milieux (Rockstrom et al., 2023). Il y a aujourd'hui un consensus scientifique (voir par ex. de Boer et van Ittersum, 2018) quant à la nécessité de revenir à un fonctionnement circulaire limitant ces pertes dans l'environnement, notamment par le recyclage des biomasses, en particulier pour les co-produits (par exemple, les résidus de culture, les effluents d'élevage et les déchets organiques). Pourtant, face à cet idéal reconnu et partagé, un tel fonctionnement tarde à se développer.

La mise en œuvre d'une agriculture davantage circulaire repose sur des coordinations accrues entre différents types d'acteurs : agriculteurs, acteurs des filières, du recyclage, décideurs publics notamment. Leur mise en synergie est complexe en raison des coûts de transaction élevés pour la mise en œuvre et la coordination, comme cela a déjà été montré sur les collaborations entre céréaliers et éleveurs (Asai et al., 2018). En outre, ces coordinations peuvent induire des compromis entre certaines dimensions de la durabilité, ou entre les niveaux d'organisation. C'est ainsi que la recherche d'autonomie pour l'alimentation animale peut accroître la charge de travail des agriculteurs ou que la collaboration entre agriculteurs peut limiter leur autonomie de décision et accroître les problèmes logistiques (Ryschawy et al., 2017).

Pour permettre aux étudiants futurs acteurs du monde agricole de toucher du doigt cette complexité, nous avons entrepris le développement d'un jeu sérieux sur la circularité en agriculture centré sur l'utilisation et la circulation des biomasses dans des territoires.

## CONTEXTE DE L'EXPERIENCE

Le contexte actuel, est marqué par une volonté de diversification des formats entre une pédagogie traditionnelle et une pédagogie inversée, se basant sur une exposition des apprenants à de nouveaux concepts en individuel avant un temps en classe dédié à la pratique, ou une pédagogie active, privilégiant l'interaction directe entre un guide (par ex. l'enseignant) et les apprenants pour la résolution de problèmes par l'utilisation de ressources variées (par ex. des jeux sérieux). Dès lors, l'utilisation de jeux sérieux se justifie par leurs capacités à stimuler différentes formes d'apprentissage : l'apprentissage intrinsèque, l'apprentissage contextuel et l'apprentissage par l'erreur (Ben Rebah et Ben Slama, 2019). Ces jeux favorisent une compréhension plus profonde des sujets enseignés en renforçant l'engagement de l'apprenant, en encourageant son expérimentation et en développant sa pensée critique et ses capacités de définition et de résolution de problème.

Plusieurs jeux traitant de la circularité ont déjà été utilisés dans un contexte éducatif. C'est le cas du jeu Risk&RACE dont l'utilisation a démontré un apprentissage plus efficace des concepts et des bénéfices de l'économie circulaire par rapport à des méthodes d'enseignement conventionnelles (Manshoven et Gillabel, 2021). Cependant, aucun jeu ne traitait de la circularité en agriculture sous l'angle de la circulation des biomasses.

Dans ces conditions, nous proposons un nouveau jeu permettant d'explorer comment diminuer les imports et les pertes d'azote dans un territoire agricole. Il s'agit de rechercher une maximisation de la circularité via la circulation des biomasses en étudiant les interactions entre les exploitations agricoles, les industries agroalimentaires, les plateformes de méthanisation et les plateformes de compostage.

## DESCRIPTION

Le jeu sérieux consiste en un jeu de rôle se déroulant autour d'un plateau. Il se concentre sur les échanges de biomasse entre acteurs d'un territoire. Le jeu vise la mise en place d'une circularité au niveau territorial via la prise de décision individuelle et collective entre les agriculteurs et les autres acteurs du territoire. Il doit être utilisable sur une durée de deux heures (explication des règles, phases de jeu, debriefing),

préférentiellement en groupe de cinq à sept joueurs de niveau Master suivant un cursus en sciences agronomiques ou en écologie.

Cinq rôles sont à prendre en main par les joueurs : Céréaliériste, Éleveur, Polyculteur-éleveur, Gestionnaire de coopérative-composteur ou Gestionnaire de plateforme de méthanisation. A chaque tour, les joueurs ont la possibilité d'échanger, de vendre, ou de conserver leurs biomasses (chaumes, paille, couverts végétaux, fourrages, grains, herbe, biodéchets d'industries agro-alimentaires, biodéchets des ménages, effluents d'élevage, compost ou digestat).

Leur but est d'instaurer de la circularité tout en respectant leurs contraintes propres (par exemple, récupérer assez d'aliment pour nourrir le bétail, approvisionner la plateforme de méthanisation en quantité suffisante pour son fonctionnement, etc.) et en satisfaisant les besoins du territoire en matière de nourriture et d'énergie. Ces différentes contraintes sont au cœur du problème posé par le jeu : trouver une solution intéressante au niveau collectif qui satisfasse les contraintes individuelles. Cela impose des arbitrages dans l'utilisation des biomasses. Par exemple, des résidus de cultures peuvent être utilisés à la fois comme aliment pour le bétail ou comme matière première pour les plateformes de méthanisation ou de compostage.

Les joueurs doivent s'entendre pour trouver des solutions que ce soit par la collaboration (partage des biomasses en question) ou par le compromis (choix d'une autre biomasse, pas nécessairement de premier choix, mais suffisante pour satisfaire les contraintes). Chaque tour sera suivi d'une discussion sur les éventuelles actions relatives à la collaboration, la compromission ou les bénéfices et risques associés à l'utilisation de nouvelles technologies comme la méthanisation.

Le jeu démarre par la mise en situation des joueurs dans un contexte précis. Le prototype est développé sur le cas de l'Ariège, territoire marqué par une dépendance aux marchés internationaux et par un manque de circulation des biomasses entraînant d'importantes entrées et sorties de matières sur le territoire. Les problèmes associés à ce modèle agricole leur sont expliqués, leur permettant de réfléchir à leur situation individuelle au regard d'un problème collectif et à leur potentielle contribution pour en sortir. Le jeu permet aux étudiants d'appliquer leurs connaissances théoriques sur un cas concret, d'améliorer leurs aptitudes sociales comme la capacité à négocier et à communiquer et d'acquérir des connaissances sur les effets des échanges et de la mise en circulation des biomasses sur l'environnement et le territoire.

## **ENSEIGNEMENTS**

Nous souhaiterions, à l'occasion du colloque organisé par le RMT SPICEE du 19 au 21 Mars 2024 et dans le cadre du thème 2 : « Construire et évaluer les systèmes qui couplent cultures et élevage. », pouvoir présenter le prototype du jeu sérieux. La confrontation par un test à différents participants au colloque, connaisseurs ou non des jeux sérieux, afin d'obtenir des retours serait bénéfique au développement final dudit jeu.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Asai, M., Moraine, M., Ryschawy, J., De Wit, J., Hoshida, A.K., Martin, G., 2018. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies. *Land Use Policy* 73, 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.010>
- Ben Rebah, H., Ben Slama, R., 2019. The educational effectiveness of serious games. *Med. Med.* 131–155. <https://doi.org/10.52358/mm.vi2.97>
- De Boer, I.J.M., Van Ittersum, M.K., 2018. *Circularity in agricultural production*. Wageningen University. Manshoven, S., Gillabel, J., 2021. *Learning through Play: A Serious Game as a Tool to Support Circular Economy Education and Business Model Innovation*. *Sustainability* 13, 13277. <https://doi.org/10.3390/su132313277>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., Van Der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Ryschawy, J., Martin, G., Moraine, M., Duru, M., Therond, O., 2017. Designing crop–livestock integration at different levels: Toward new agroecological models? *Nutr Cycl Agroecosyst* 108, 5–20. <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9815-9>

# Utiliser des jeux sérieux pour développer la polyculture-élevage et les interactions culture-élevage

GAVA C. (1), MISCHLER P. (2), BRULEY S. (3)

(1) GIE Elevage Occitanie, 31322 Castanet Tolosan Cedex

(2) Institut de l'Élevage, 80096 Amiens Cedex 3

(3) EPL Fontaines Sud-Bourgogne, 71150 Fontaines

Mots-clés : polyculture-élevage, interactions, jeux, outils

## INTRODUCTION

Les bénéfices des interactions culture-élevage à l'échelle de l'exploitation ou des territoires sont multiples. Dans l'enseignement ou le conseil, les disciplines animales et végétales sont encore trop souvent traitées de manière cloisonnée. Lors de la constitution du programme de travail du RMT SPICEE, l'axe C « *Accompagner la transition agroécologique des systèmes cultures-élevage : conseil, formation, prospective territoriale, politiques publiques, dissémination des acquis* » s'est focalisé sur la sensibilisation aux atouts des formes d'association entre productions végétales et animales, afin de décompartmenter les compétences. Pour cela, le réseau s'est attaché à travailler sur les outils de conseil et jeux sérieux (Engström & Backlund, 2021), pour avoir une approche systémique, grâce à ces dispositifs ludiques. En effet, on constate un engouement récent pour les jeux sérieux, pour accompagner les transformations en agriculture. Le jeu est un moteur de conflit sociocognitif (Doise et al., 1975) et d'interdépendance positive (Gilly, 1988) ; ce type d'outil permet de se projeter et de faciliter la prise de décision collective ou individuelle (Dernat, 2021).

L'une des ambitions de l'axe C du RMT est de conduire une réflexion sur l'articulation d'outils entre eux à des fins d'amélioration des performances des systèmes de polyculture-élevage (PCE). Or, ils sont souvent destinés à un seul atelier de l'exploitation agricole, qu'il soit animal ou végétal.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Pour initier cette réflexion, 25 enseignants d'établissements agricoles (lycées, écoles supérieures) ont répondu à une enquête en ligne. L'objectif était d'identifier les besoins en ressources pédagogiques, sous forme de jeux sérieux notamment, sur la polyculture-élevage. Cette enquête a permis d'identifier les types de jeux utilisés par les enseignants, l'intérêt identifié pour ce type d'outil, les conditions optimales d'utilisation... Une seconde enquête qualitative a été réalisée auprès de conseillers agricoles, afin d'avoir une vision complémentaire de celle de l'enseignement, sur leurs besoins en termes de jeux sérieux, pour la polyculture-élevage.

Ensuite, afin de mieux appréhender les outils que sont les jeux sérieux et comment les utiliser, un séminaire en juillet 2021 à l'EPL de Fontaines (71), a permis d'engager une réflexion sur la façon d'articuler ces outils, pour les interactions entre productions végétales et animales. Pour cela, 4 jeux (Rami Fourrager®, Dessinez le verger de demain, Mission Ecophyt'Eau®, Dynamix) ont été testés en conditions réelles. Chaque participant aux jeux a complété des fiches pour capitaliser sur les éléments remarquables des séquences, pour chacun de ces jeux. Il en est ressorti l'intérêt pour un dispositif d'aide au choix de jeux sérieux et outils de conseil, qui a été validé par un atelier qui s'est tenu après le séminaire.

La conception d'une grille d'aide au choix sur « *les jeux sérieux et outils au service du conseil et de l'enseignement pour la conception de systèmes de polyculture-élevage performants* » a été réalisée dans le cadre d'un stage d'ingénieur (Levraud M., 2022). Trois tâches ont été réalisées :

1) Recensement des outils de conseil (par exemple CoupProd ou Nicc'El) et jeux sérieux spécifiques (c'est-à-dire destinés à la PCE) ou utilisables (portant sur un atelier seulement) pour la polyculture-élevage avec l'appui de la plateforme GAMAE, recensement d'outils réalisés dans le cadre du projet Casdar Red-Spyce, recherches complémentaires...),

2) Mise en forme et test d'une grille d'aide au choix (caractérisation des outils, identification de critères de classement, enquêtes auprès de personnes ressources à l'INRAE et Idele, qui mobilisent les jeux sérieux dans leurs activités),

3) Capitalisation de retours d'expériences et des attentes des enseignants et conseillers, avec notamment des ateliers de co-conception de séquences de formation pour des étudiants ou pour des agriculteurs, mobilisant des jeux sérieux et outils de conseil, en vue de concevoir des systèmes de polyculture-élevage qui favorisent le couplage des ateliers

animaux et végétaux.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Le premier point notable est que lors des enquêtes, il a été relativement simple de mobiliser les enseignants, tandis que les conseillers ont été plus difficiles à mobiliser. Ceci s'explique notamment par un manque de temps et de disponibilité de leur part. Les jeux sérieux sont généralement perçus comme des dispositifs ludiques et alternatifs, qui permettent une mise en situation dynamique, autant pour des apprenants que pour des agriculteurs. Il existe peu de jeux dédiés spécifiquement à la polyculture-élevage : pour lever l'obstacle, combiner des jeux / outils existants mais centrés sur une partie seulement de l'exploitation, permet malgré tout, d'avoir une approche systémique des exploitations ou des interactions culture-élevage au sein d'un territoire.

Ensuite, grâce au travail de recensement, 28 jeux sérieux et 46 outils de conseil ont été intégrés dans une grille d'aide au choix. Elle permet de caractériser les jeux sérieux et outils selon plusieurs critères, sous format Excel. Les critères descriptifs retenus sont ceux qui ont été exprimés par les potentiels utilisateurs, lors des ateliers.

Catégorie(s)					
Thématique(s)					
Niveau de spécificité / Systèmes visés	Thématique(s)	Finalité / Objectifs	Avantages	Echelle d'analyse	Contextes et exemples d'utilisations / Témoignages
Conditions d'utilisation					
Public visé	Niveau de connaissances	Préparation	Animateur(s) / Formation nécessaire pour l'utilisation	Nombre de joueurs	
Mise en œuvre					
Support / Place nécessaire / Prérequis techniques	Phases de jeu / Déroulement d'une partie / Principe de l'outil		Durée	Approfondissements possibles / Jeux et outils complémentaires	Conseil d'usage, à éviter / ne pas faire
Autres points					
Coût	Informations facilement accessibles en ligne		Comment se le procurer ?	Aide en ligne	Éléments non traités / Limites

Figure. Critères retenus dans la grille d'aide au choix

La combinaison de jeux / d'outils, bien que ne couvrant que partiellement les problématiques d'une exploitation de PCE apparaît comme une solution pertinente pour travailler de manière systémique, en l'absence de jeu sérieux / d'outil complètement dédié à la PCE et couvrant un ensemble large de thématiques (travail, complémentarités entre ateliers, etc.).

Enfin, les ateliers de co-conception ont ainsi permis de produire des exemples de modules de formation ou d'enseignement envisageables, par les participants aux ateliers en proposant un cadre de mise en œuvre (exemple : *je construis une formation d'une durée de x jours. Je travaille avec un groupe de y agriculteurs*) et en décrivant les jeux et outils utilisés, pour répondre à la problématique annoncée.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

La grille d'aide au choix est un outil qui a pour objectif d'être diffusé dans le RMT et éventuellement complété, par les utilisateurs. Grâce au projet Red-Spyce et la plateforme Gamae, il est désormais possible, pour les personnes intéressées, de disposer d'une information sur une large gamme de jeux sérieux et d'outils de conseil pour la polyculture-élevage. La perspective pour 2024 est de poursuivre les ateliers de co-conception, en collaboration avec le RMT Travail en Agriculture, pour traiter la thématique du travail en lien avec la polyculture-élevage.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GAMAE : plateforme scientifique et technique sur les jeux sérieux sur des thématiques agrienvironnementales, territoriales ou alimentaires : <https://gamae.fr/>

LEVRAUD M. (2022). Recensement, caractérisation et combinaisons d'outils et de jeux sérieux au service du conseil et de l'enseignement pour la conception de systèmes de polyculture-élevage performants, mémoire de stage de 2<sup>ème</sup> année à AgroParisTech.

DERNAT S. (Juillet 2021). Les jeux sérieux, c'est quoi ? Intérêt pour l'agriculture. Intervention lors du séminaire de Fontaines, pour le RMT SPICEE.

# IN CIRCULO : un jeu sérieux pour sensibiliser les citoyens à l'importance du bouclage des cycles en agriculture

JOURNAUX L. (1)

(1) France Génétique Elevage, MNE, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

Mots-clés : jeu sérieux, cycle, élevage, culture

## CONTEXTE DE L'EXPERIENCE

Aujourd'hui le monde scientifique, s'accorde sur l'importance, pour l'avenir de notre planète, d'un usage raisonné des ressources qui passe notamment par le bouclage des cycles : la meilleure utilisation possible des ressources dans un cercle vertueux de suppression du gaspillage, recyclage et recours le plus modéré possible, ou même nul, aux ressources non renouvelables. Toutes les ressources minières, énergétiques fossiles sont en quantité finie. Leur exploitation sur le moyen long terme conduira à leur épuisement. Il en est de même de l'usage de l'eau et du bouclage de son cycle. Concernant les ressources agricoles, les meilleures combinaisons entre les productions et la limitation des consommations d'intrants non renouvelables sont les enjeux des prochaines années portés notamment au travers de l'agroécologie et des réflexions sur la bioéconomie circulaire. Mais la prise de conscience de ces enjeux est encore beaucoup trop faible et abstraite pour grand nombre de nos concitoyens. J'ai donc créé un jeu sérieux autour du thème de la bioéconomie circulaire pour, faire saisir ces phénomènes, leur complexité, leur difficulté de gestion et peut être contribuer, à modifier des modes de pensée réducteurs où les ressources sont infinies, la croissance illimitée et exponentielle et où la suppression simple d'une ou plusieurs productions agricoles, notamment animales, résoudrait les questions telles que le réchauffement climatique ou la pollution sans conséquence négative sur la satisfaction des besoins alimentaires humains ou le bouclage des cycles.

## 1. DESCRIPTION

Les jeux modernes de développement (« building engine games ») sont très souvent constitués autour de mécaniques visant à une accélération des actions des joueurs et à l'amplification de leurs effets au cours de la partie. En cela ils sont peu conformes à des phénomènes réels biologiques, ou uniquement sur une échelle de temps courte. Ils confortent l'idée la plus largement répandue du progrès et de l'amélioration des conditions de vie par toujours plus de consommation et d'usage des ressources au stock infini. IN CIRCULO prend le contrepied de cette tendance.



Figure 1 : vue générale du jeu In Circulo (version TTS)

Au cours des 4 périodes que dure la partie, les joueurs exploitent ensemble des ateliers qui produisent en quantité limitée, de l'énergie et de la nourriture d'origine animale ou végétale, ils recyclent les déchets produits, dans le but d'amener à son optimum de durabilité la colonie humaine qui vit en autarcie complète sous un dôme. Dans IN CIRCULO, l'objectif des joueurs n'est pas le toujours plus pour gagner seul, mais de mettre en place, ensemble, des cercles vertueux de production qui permettent à la colonie de se développer.

Les joueurs sont confrontés aux combinaisons des ateliers de production animaux et végétaux, à leurs usages plus ou moins intensifs, à leur rotation, à l'usage optimum des ressources exogènes en quantité limitée, aux risques d'accumulation des déchets et de non-recyclage de l'eau. A chaque tour un joueur active un des ateliers encore disponibles parmi les 20 qui composent le plateau de jeu. Pour cela il dépense des ressources pour en produire de nouvelles. Les chainages de ressources et le recyclage des coproduits miment les cycles réels des composants élémentaires de l'alimentation (glucides, lipides végétaux et animaux ou Omega 3, protéines animales et végétales, produits utilisables uniquement pour l'alimentation animale). La production des ateliers végétaux peut se faire en dépensant de l'énergie, disponible en quantité limitée, ou en recyclant des coproduits. Il faut produire des ressources végétales pour activer des ateliers animaux. La production de lait ou de viande à partir d'herbivores n'est possible que si un stock suffisant de coproduit cellulosique a été constitué.

À tout moment au cours d'une période, ou après l'activation de 8 ateliers différents, les joueurs peuvent décider qu'ils ont suffisamment de ressources pour nourrir la colonie. C'est à ce moment qu'est simulé la reconstitution du stock d'eau (cycle naturel) le cumul des déchets, et des coproduits liés à l'activité humaine. Si les stocks de nourriture constitués sont suffisants, ils pourront augmenter la durabilité de la colonie, mais aussi ses besoins et son impact

environnemental (coproduits et déchets) pour la période suivante. Ce mécanisme crée une tension croissante puisque les besoins de la colonie se rapprochent de plus en plus des capacités de production et d'absorption maximale de coproduits ou de déchets de cet « écosystème », avec un stock d'eau toujours limité. Plus le jeu avance, plus la gestion doit être fine et chaque erreur peut être fatale aux joueurs. En effet, à tout moment, s'il n'y a plus suffisamment d'eau pour nourrir la colonie, ou si les stocks de déchets ou de coproduits sont trop élevés, la partie est perdue.



Figure 2 : exemples de tuiles d'ateliers de production

Aide de jeu In Circulo	
<b>Tour de jeu :</b> 1. D3 soleil ☀️ / 🌧️ / 🌪️ / 🗑️ 2. Déplacer un meeple coût 0 puis 🗑️ par trajet 3. Un atelier adjacent ; 4. Choisir un assistant Coût en ressources : 🍷 🍷 🍷 5. D6 🎲 6. Faire produire l'atelier en appliquant les effets du D6 et de l'assistant.	<b>Fin de période :</b> 1. Alimenter la colonie ; 2. Vérifier les conditions de défaite : 🌊 🗑️ 🗑️ 3. Ajuster le niveau de la colonie : + : ressources en stock ; - : ressources manquantes. 4. Ajuster les stocks : 🌊 🗑️
🗑️ Choix sans panachage <b>OU</b> 🗑️ Choix avec panachage	🗑️ Toute ressource supplémentaire est immédiatement transformée en coproduit.
🎲 Le dé s'applique uniquement à la ressource.	

Figure 3 : synthèse du tour de jeu

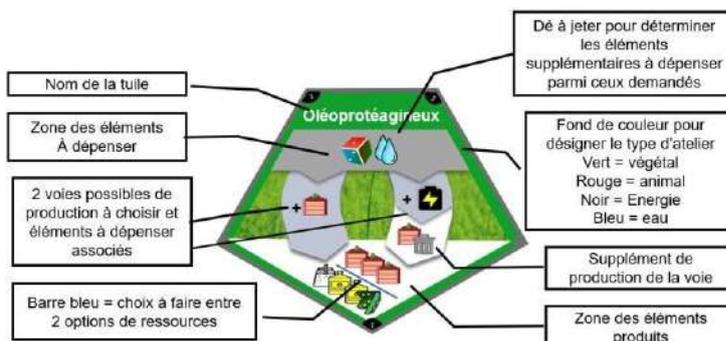


Figure 4 : description d'un atelier de production

## 2. ENSEIGNEMENT

Ce jeu, même s'il a des fondements techniques, n'est pas une simulation mais un support de divertissement et de sensibilisation à la difficulté de la gestion multi dimensionnelle et multi paramétrique d'un écosystème dont les ressources sont limitées. Il est forcément réducteur et ne présente qu'une toute petite partie de la grande complexité des phénomènes naturels à gérer, mais il ouvre aux cycles réels rencontrés dans la nature.

Les joueurs qui ont testé le jeu ont apprécié la qualité de ses mécanismes et sa fluidité. Ils ont par contre été surpris par la difficulté de gestion qui s'accroît au fil des périodes de jeu et rend la fin de partie très tendue. De même la gestion simultanée de 11 paramètres n'est possible que par un vrai travail de coopération entre les joueurs. Parmi les joueurs, certains ont tout de suite fait le lien avec la réalité, tandis que pour d'autres il s'est agi d'un jeu de développement comme d'autres où l'on manipule des cubes de couleur avec un thème qui n'évoque rien de spécial. A ce stade de développement, compte tenu du processus de conception de IN CIRCULO, le volet pédagogique est moins abouti et doit être finalisé pour permettre son plein usage comme jeu sérieux.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

IN CIRCULO présente un potentiel certain pour sensibiliser le grand public à la circularité en agriculture. Sa partie game design est très aboutie : le jeu a été largement testé, y compris dans des festivals comme Paris est Ludique où il était en compétition pour les jeux de demain experts en 2022. La partie de support pédagogique est à finaliser et fera l'objet d'un travail encadré d'étudiants d'école d'agronomie en 2024. L'usage final du jeu et sa distribution ne sont pas encore arrêtés mais le jeu est déjà référencé dans la base de données Gamae.

*IN CIRCULO est un jeu de plateau coopératif pour 1 à 4 joueurs âgés de 12 ans et plus dont les parties durent environ de 1h00 à 1h30. Il est disponible sur demande en Print and Play ou sur la plateforme Table Top Simulator (TTS). Ce jeu a fait l'objet d'un dépôt d'enveloppe SOLEAU DSO2022010624 en juillet 2022.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- <https://youtu.be/cMkiw9zOJR0?si=C4kBat8EOdcyMbx->
- <https://laurent36.typepad.com/blog/2022/07/in-circulo-jeu-coop%C3%A9ratif.html>
- <https://gamae.fr/>

# Utilisation d'un jeu sérieux, le Rami fourrager®, pour accompagner l'adaptation de systèmes de polyculture-élevage face au changement climatique.

MADRID A. (1), GODOC B. (2), JOST J. (3), MOREAU J.-C. (1)

(1) Institut de l'élevage - Service Fourrages et Pastoralisme - Castanet-Tolosan

(2) Institut de l'élevage - Service Fourrages et Pastoralisme - Le Rheu

(3) Institut de l'élevage - Service Productions laitières - Mignaloux-Beauvoir

Mots-clés : changement climatique, adaptation, systèmes fourragers, jeu sérieux

## INTRODUCTION

Le changement climatique et la multiplication des aléas climatiques observés ces dernières années impactent les systèmes de polyculture-élevage dans leur ensemble. Dans ce contexte, les projets Climalait et Climaviande, initiés par les interprofessions bovines, ont mis en place une méthodologie combinant utilisation de projections climatiques et d'un modèle de culture pour alimenter un jeu sérieux, le Rami fourrager®, afin de discuter des voies d'adaptation possibles avec des collectifs d'acteurs. Cette méthode a également été utilisée dans le cadre de projets régionaux en Pays de la Loire (Climatveg), Bretagne (Fermadapt) et Nouvelle-Aquitaine (GO PEI Résilience des systèmes caprins de Nouvelle-Aquitaine).

## 1. MATERIEL ET METHODES

Plusieurs types de systèmes d'élevage et de polyculture-élevage ont été étudiés. Dans chaque zone, une méthode similaire a été appliquée (Moreau et al., 2020) : les évolutions climatiques attendues dans le futur sont décrites grâce aux données disponibles sur le portail Drias<sup>1</sup> ; leurs conséquences sur les différents fourrages sont ensuite évaluées grâce au modèle Stics (Brisson et al., 1998) ; ces résultats sont enfin intégrés au Rami fourrager® (Martin et al., 2012; Piquet et al., 2013) pour un système typique de la zone, afin d'identifier collectivement les voies d'adaptation possibles. Pour ce faire, des ateliers réunissant éleveurs et conseillers sont organisés dans chaque zone. Selon les cas, il s'agit de groupes pré-existants ou constitués pour l'occasion. Plus ponctuellement, un atelier a également été organisé avec des étudiants. Le Rami fourrager® est un jeu de plateau qui permet de représenter un système fourrager, ici dans le but de le faire évoluer face aux conséquences du changement climatique. Ce jeu repose sur un plateau et un ensemble d'éléments (baguettes fourrages, cartes représentant le type d'animal ou d'aliment) qui matérialisent à l'échelle d'une année la production de fourrages et les besoins du troupeau selon les rations décrites par les cartes du jeu. En parallèle, un module informatique permet une évaluation technique du système (équilibre du système fourrager, suivi des stocks au cours de l'année...)

Le changement climatique est pris en compte de façon tendancielle (futur moyen ou médian vs. passé moyen ou médian) et par une approche fondée sur l'étude des aléas climatiques et combinaisons d'aléas climatiques les plus impactants d'après les éleveurs et conseillers impliqués.

Les spécificités de chaque territoire sont prises en compte à plusieurs niveaux : les données climatiques utilisées sont disponibles sur une grille de 8 x 8 km ; les sols et itinéraires techniques sont adaptés aux conditions et pratiques locales grâce à l'implication de conseillers et techniciens de la zone en amont de l'étape de modélisation ; le système support pour le Rami fourrager® est construit en accord avec les participants ou construit en amont et validé lors de l'atelier, avec l'ambition d'être représentatif des systèmes de la zone.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Une trentaine d'ateliers a ainsi été organisée, réunissant des éleveurs bovins lait ou viande avec des niveaux SFP/SAU variés. L'atelier avec des étudiants portait sur la filière caprine.

Ces réflexions ont permis de faire émerger de nombreux leviers d'adaptation au changement climatique, dont une partie met en évidence l'intérêt des complémentarités cultures-élevage pour faire face aux conséquences du changement climatique : implantation de dérobées en interculture, ajustement de la part de SFP dans la SAU, recours aux cultures à double fin, déprimage de céréales...

Pour les participants, ces ateliers ont permis de se projeter dans le futur, en s'affranchissant des contraintes et spécificités de chaque exploitation et en explorant des « années catastrophes ». Les éleveurs ont souvent insisté sur ce dernier point : ce n'est pas tant l'évolution tendancielle des rendements qui les préoccupe, mais surtout les difficultés créées par les aléas climatiques. On parle là de sécheresses, souvent, mais aussi d'excès d'eau, car ceux-

<sup>1</sup> Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL - <http://drias-climat.fr/>

ci créent d'importantes difficultés pour les récoltes ou le maintien des troupeaux au pâturage. Deux déroulements climatiques sont généralement ressortis comme étant « les pires » : un printemps trop pluvieux suivi d'un été sec ; et une sécheresse prononcée, du printemps à l'automne, certains systèmes étant plus affectés par l'un ou l'autre.

Si la méthodologie employée permet ainsi de réfléchir avec différents types d'acteurs à partir d'éléments concrets et chiffrés, elle reste néanmoins lourde à mettre en place, par la complexité et l'enchaînement des modèles et outils employés. Et malgré cela, elle repose sur des simplifications, par exemple le Rami fourrager® ne tient pas compte de la localisation des surfaces et de leur accessibilité pour les différents lots d'animaux. L'atelier en lui-même nécessite la mobilisation d'au moins deux animateurs, avec l'un des deux en charge de la manipulation de l'outil, le second se chargeant d'animer les discussions, répartir la parole entre les participants etc. Une troisième personne a souvent été mobilisée pour noter l'ensemble des idées de leviers évoquées par les participants, ainsi que leurs opinions sur ceux-ci. Pour autant, les animateurs ne sont pas à l'écart du jeu et peuvent également contribuer à la réflexion collective, en questionnant le groupe ou en apportant parfois un regard extérieur.

Les résultats de ces exercices prospectifs, renforcés par l'expérience « grandeur nature » des aléas climatiques de ces dernières années, ont conduit certains des groupes à poursuivre la réflexion sur ces leviers. À ce titre, on peut citer l'exemple de l'AOP Époisses dans laquelle 35 producteurs se sont organisés en GIEE afin de travailler collectivement la question de l'autonomie de la filière et de la sécurisation des stocks.

Dans le cas des projets régionaux, la réflexion s'est poursuivie avec les mêmes participants et d'autres outils d'animation, par exemple Mission Ecophyt'eau®<sup>2</sup> pour concevoir les rotations permettant la mise en œuvre de ces leviers (cf. présentation de J. Jost), Mécaflash<sup>3</sup> pour évaluer le « temps-tracteur » nécessaire à la conduite des surfaces, CAP2'ER® pour évaluer les performances environnementales des systèmes issus des premiers ateliers (Godoc et al., 2023), ou encore l'estimation du coût du système d'alimentation.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Rassembler des éleveurs et conseillers (ou des étudiants et enseignants) autour d'un système d'élevage ou polyculture-élevage représentatif de ceux de leur région a permis de faire émerger une diversité de leviers d'adaptation, accompagnés des retours d'expérience des éleveurs ayant déjà testé ces leviers ou de questions à approfondir concernant leur mise en œuvre. L'utilisation du jeu et du modèle informatique qui l'accompagne ont contribué à fournir des éléments concrets et chiffrés comme support aux réflexions, ainsi qu'à évaluer l'impact de l'introduction de tel ou tel levier d'adaptation sur le système étudié.

Les enjeux qu'impose le changement climatique aux filières d'élevage ne relèvent pas uniquement de l'adaptation à ses conséquences : l'atténuation des impacts de l'élevage sur le climat est également une priorité, qu'il convient de traiter conjointement via la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le stockage de carbone et l'effet albedo. C'est ce à quoi va s'atteler le projet ALBAATRE-Système.

*Remerciements : aux éleveurs, techniciens, conseillers, étudiants, enseignants qui ont participé aux ateliers et contribué à leur préparation et à leur organisation ; aux financeurs des différents projets dans le cadre desquels s'inscrivent ces travaux : CNIEL, Interbev, Régions Nouvelle-Aquitaine, Pays de la Loire, Bretagne, Union Européenne et Ademe.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brisson, N., Mary, B., Ripoche, D., Jeuffroy, M.-H., Ruget, F., Nicoullaud, B., Gate, P., Devienne-Barret, F., Antonioletti, R., Durr, C., Richard, G., Beaudoin, N., Recous, S., Tayot, X., Plenet, D., Cellier, P., Machet, J.-M., Meynard, J.-M., & Delécolle, R. (1998). STICS: A generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie*, 18(5–6), 311–346. <https://doi.org/10.1051/agro:19980501>
- Godoc, B., Castellan, E., Karam, C., Lebrun, M., Huchon, J.-C., Sarrazin, C., Allou, S., Linclau, O., Joffet, I., Leborgne, G., & Madrid, A. (2023). On the link between climate change mitigation and adaptation in dairy cow farming in West of France. *EAAP + WAAP + Interbull Congress*.
- Martin, G., Felten, B., Magne, M.-A., Piquet, M., Sautier, M., Theau, J.-P., Thénard, V., & Duru, M. (2012). Le rami fourrager : un support pour la conception de scénarios de systèmes fourragers avec des éleveurs et des conseillers. *Fourrages*, 210, 119–128.
- Moreau, J.-C., Madrid, A., Brun, T., & Ruget, F. (2020). Dans les filières bovines, apprivoiser le changement climatique. La méthode déployée dans le cadre de Climalait et Climaviande. *Fourrages*, 244, 9–18.
- Piquet, M., Frappat, B., Gin, P., Morel, K., Sautier, M., Duru, M., Moreau, J.-C., & Martin, G. (2013). S'adapter ensemble (éleveurs, conseillers, chercheurs) au changement climatique : enjeux et exemple du Rami fourrager®. *Fourrages*, 215, 247–256.

<sup>2</sup> <https://www.civam.org/accompagner-le-changement/mission-ecophyteau/>

<sup>3</sup> <http://www.ouest.cuma.fr/mecaflash>

# Défi Gaïa : un challenge inter-classes pour nourrir une population de façon durable

EMERAUD Lise <sup>1</sup>

<sup>1</sup> LEGTA Théodore Monod,  
35650 LE RHEU

## Concilier systèmes agri-alimentaires d'un territoire et durabilité

Les enjeux de changements climatiques et les enjeux d'alimentation sont prépondérants pour l'agriculture<sup>(1)</sup>. Les réflexions en termes de performances nourricières et environnementales sont souvent étudiées en classe, mais elles restent à l'échelle de l'exploitation. Pour envisager ces réflexions de façon à la fois simple et juste, le RMT MAELE <sup>(2)</sup> (MAcro-ELevage Environnement) a créé un jeu sérieux <sup>(3)</sup> à partir de données issues de différents instituts ou travaux du RMT Elevages et environnement (IFIP, IDELE, ITAVI, Agribalyse <sup>(4)</sup>...).

Dans le jeu Gaïa, les apprenants sont invités à aider Aldaron, prince des Elfes de la planète Gaïa, sur laquelle les hobbits, qui fabriquaient la nourriture, sont morts d'une maladie étrange. Les Gaïans ont faim : il faut donc construire des systèmes agri-alimentaires durables et nourriciers, et ce, en impactant le moins Gaïa (empreinte carbone, biodiversité, autonomie énergétique...).

Les objectifs pédagogiques sont les suivants:

- Faciliter la réflexion des apprenants à l'échelle macroscopique et non à l'échelle exploitation,
- D'enseigner les enjeux alimentaires pour l'humanité, en terme de qualité (équilibre alimentaire...) et en terme de quantité,
- Penser conjointement agriculture, alimentation et performances nourricières et le lien entre cultures et élevage,
- D'évaluer l'impact environnemental et la résilience des systèmes agricoles.

L'approche par le jeu sérieux dans ce cas permet de prendre de la distance avec la réalité pour éviter de bloquer l'imaginaire, les ambitions ou d'être bloqué par ses représentations ou ses a priori. Ce faisant, elle limite le côté anxiogène du changement climatique, de l'augmentation de la population mondiale,... Du côté des apprentissages, ce jeu permet de rendre accessible et ludique des concepts abstraits comme l'efficacité alimentaire de certains systèmes et de mettre le doigt sur la nécessité des transitions. Il permet de les placer comme acteurs de ces processus. Les compétences psychosociales sont également travaillées : argumenter, s'écouter, prendre position, s'autoriser à penser différemment.

## Un défi inter-classes : une émulation collective positive

Le jeu Gaïa se joue en classe et chaque classe peut s'inscrire pour participer au défi : il s'agit alors de présenter une solution de classe à un jury d'experts et d'artistes. L'objectif est de proposer la solution la plus cohérente, sous une forme laissée au choix de la classe, la créativité étant valorisée : il faut pouvoir nourrir tous les Gaïans, de façon équilibrée, avec une empreinte carbone minimale, un entretien de la biodiversité satisfaisant et en atteignant l'autonomie énergétique. Trois éditions (2022, 2023, 2024) ont eu lieu et ont vu s'opposer des classes de plusieurs établissements de l'Ouest, de la 2<sup>nd</sup>e au BTSA. Il n'y a pas de notions pré-requises pour jouer et il y a 2 niveaux de jeu. Certains établissements ne peuvent pas participer au défi (déplacement...) et en organise un en interne à l'établissement ou dans leur région.

## **Comment organiser les séquences pédagogiques avec le jeu ?**

En amont de la mise en place du jeu dans sa classe, l'enseignant aura imprimé et découpé les cartes, téléchargé le calculateur et l'aura mis sur les PC à disposition des apprenants. Puis il s'agit de faire jouer la classe au jeu Gaïa par groupe de 4-6 apprenants.

- Étape n°1 : lancement du jeu par une vidéo, accessible sur youtube, dans laquelle Aldaron demande de l'aide. Toutes les consignes du jeu sont expliquées avec une mise en scène qui plonge les jeunes dans le monde onirique de Gaïa.
- Étape n°2 : par groupe de 4-6, les apprenants se mettent autour d'une table qui présente la mappemonde de Gaïa et des cartes expliquant les caractéristiques des animaux et des plantes de Gaïa. Ils ont pour mission de s'accorder sur les systèmes agri-alimentaires et leurs localisations.
- Étape n°3 : Quand le groupe est parvenu à une solution consensuelle, ils accèdent à un tableur dans lequel ils saisissent les effectifs animaux sur les territoires (jusqu'à 6 territoires aux contextes pédoclimatiques différents) et les surfaces en cultures à vocation alimentaire. Ils peuvent saisir aussi les modes de production d'énergie (pas d'énergies fossiles sur Gaïa : l'alimentation et la production d'énergie sont concurrentes! ).
- Étape n°4 : ils accèdent aux résultats chiffrés en termes d'apports en énergie (kcal), en protéines et en fibres pour une alimentation équilibrée, ils voient le bilan carbone, la surface en biodiversité entretenue, la part d'autonomie énergétique... Souvent, il faut changer les données saisies car cela ne convient pas ! Cela invite à une approche pluridisciplinaire et les débats peuvent être vifs.

## **Les effets du jeu : lever les freins au changement**

L'approche du jeu est transdisciplinaire : le jeu traite d'alimentation humaine, animale, de performances techniques, d'orientations de filières, de performances environnementales... Il est plus simple de penser que nous continuerons à manger demain comme on mange aujourd'hui, mais dans le défi de Gaïa, les joueurs sont obligés d'évoluer. Et cela se fait en douceur puisqu'ils jouent sur une autre planète. Quand les élèves jouent, l'enseignant perçoit et appréhende à la fois les concepts bien maîtrisés et au contraire, il comprend également que certains liens ne sont pas encore faits. Écouter les jeunes, sans intervenir, dans la première phase de jeu est fondamental pour faire un point sur les notions. L'enseignant, lors de la phase de jeu, est vu comme une ressource, un allié.

## **Jeu et défi Gaïa : faire sortir du cadre les apprenants et les encadrants**

Enseigner les transitions est délicat : outre le fait que le changement, c'est aller vers l'inconnu, au lieu de rester confortablement dans le domaine connu. Impliquer les apprenants dans un défi, c'est d'abord, leur accorder notre attention sur leurs points de vue. Ne plus se positionner comme le sachant, mais comme un aidant à l'évolution de leur propre pensée. Cela change notre posture d'enseignant : ce positionnement n'est pas toujours facile à tenir car il induit une adaptation à des situations ou des questions que nous n'envisagions pas, car non-conformes à notre mode de pensée. Enfin, le défi est aussi pour les enseignants : il faut accepter que les jeunes apportent des solutions auxquelles la génération précédente n'a pas pensé ou n'a pas adhéré. Ce n'est d'ailleurs pas la phase la plus facile à réussir. Il y aura une part de co-construction de la réponse, avec les apprenants.

## **Pour créer un jeu sérieux et le défi associé : associer les compétences**

Ce jeu, puis ce défi, ont été créés par le travail d'un groupe du RMT MAELE, mais qui se connaissait déjà par le RMT précédent. Le groupe avait donc déjà une expérience en termes de création de jeu sérieux (logiciel Engele<sup>(7)</sup>) : il a donc bénéficié de cette expérience et travaille toujours en étroite collaboration, avec une vraie relation de confiance. Les échanges réguliers et les apports de compétences de chacun ont permis la co-construction du jeu et la scénarisation pédagogique. Cela permet aussi d'allouer des moyens financiers du RMT pour faciliter

l'organisation du défi, qui justifie à son tour, des valorisations pédagogiques. C'est un cercle vertueux efficace, permis par un groupe de personnes ayant envie de travailler ensemble.

### **Perspectives : un jeu en évolution, un défi à élargir**

Le jeu s'améliore au fil des retours des enseignants et des jeunes. Le calculateur reste au cœur des réflexions pendant la phase de jeu : les résultats issus du calculateur sont parfois un peu complexes à comprendre pour les enseignants, d'où un mode d'emploi détaillé et une journée de formation (non obligatoire). Par ailleurs, les résultats restent relatifs et à prendre avec du recul, d'où la présence nécessaire de l'enseignant. On a demandé à des élèves de résumer le défi Gaïa en 3 mots. Il ressort : "découverte", "attractif", et "réflexion". A la même question pour les enseignants, on obtient : "ludique", "questionnant" et "surprenant."

En conclusion, le jeu, décliné sous forme de défi, est efficace pour changer de paradigme. Il permet de partir de l'imaginaire, de briser les carcans dans lesquels on s'enferme trop souvent (y compris les enseignants !), pour s'engager vers une transition qui est nécessaire. Il peut être pris, soit pour induire une ouverture d'esprit, qui rend les apprentissages suivants intelligibles, soit comme base pour développer d'autres cours sur des notions qui auront été abordées dans le jeu.

### **Références bibliographiques**

- (1) FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2020. The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>
- (2) Nouveau RMT MAELE, Le RMT MAELE répond à un besoin de reconnexion entre les citoyens et leur système alimentaire, mise à jour 2023, <https://www.maele.fr/>
- (3) Marchand Victorien, Quel apport pédagogique des jeux sérieux?, publié 07/04/2016, <https://www.reseau-canope.fr/agence-des-usages/quel-apport-pedagogique-des-jeux-serieux.html>
- (4) Documentation agribalyse, Agribalyse, une construction collective, , mise à jour 2022, <https://doc.agribalyse.fr/documentation/>
- (5) Buchs, C., Darnon, C., Quiazade, A., Mugny, G. & Butera, F. (2008) <https://journals.openedition.org/rfp/pdf/1013>
- (6) Audenet-Verrier Laurence & al., 2017, L'ancrochage scolaire, Une façon singulière de faire réussir les élèves, Educagri éditions
- (7) Ped@goticea, 2022, Le logiciel Engele dans l'apprentissage de la gestion d'un élevage porcine, <https://chlorofil.fr/diplomes/pedagogie/numerique/pedagoticea/logiciel-engele-apprentissage-gestion-elevage-porcine>

### **Ressources complémentaires**

Vidéo de présentation du défi: [https://www.youtube.com/watch?v=XoAKl88\\_p0g](https://www.youtube.com/watch?v=XoAKl88_p0g)  
Entre coopération et compétition, comment instaurer un climat de travail engageant autour d'un jeu sérieux ? L'exemple des finales du défi Gaïa ! [https://pollen.chlorofil.fr/firm\\_display/51/monparam/4981/](https://pollen.chlorofil.fr/firm_display/51/monparam/4981/)  
Le défi Gaïa relancé, <https://pollen.chlorofil.fr/le-defi-gaia-relance/>  
Le défi de Gaïa : un jeu sérieux pour réfléchir à la résilience des systèmes d'élevage de demain, <https://pollen.chlorofil.fr/toutes-les-innovations/monparam/4936/>  
Jeu Gaïa : gratuit, disponible sur un drive dédié après inscription par mail. Infos : [lise.emeraud@educagri.fr](mailto:lise.emeraud@educagri.fr)

# Coprodscope, un outil de bilan-conseil en gestion des co-produits végétaux et animaux à l'échelle de l'exploitation en zone subhumide du Burkina Faso

**Auteurs :** ZOUNGRANA Rasmata S. (1) (2), SAADATOU Djamilatou (3) et VALL Éric (2)

- (1) INERA, Station de Farako-Bâ, 01 BP 910, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso
- (2) CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France
- (3) Université de Maroua, École nationale polytechnique de Maroua, Cameroun

**Mots-clés :** Afrique subsaharienne, recyclage, fourrages, fumures organiques.

## INTRODUCTION

Les exploitations d'Afrique subsaharienne, majoritairement agropastorales, produisent des co-produits végétaux (CPV) issus des cultures (pailles, fanes, tiges) et des co-produits animaux (CPA) issus des ateliers d'élevage (fumier). Mais ils n'en valorisent qu'une faible partie pour couvrir leurs besoins en fourrages, en fumures organiques et en mulch (Autfray et al., 2012 et Blanchard et al., 2013). Pourtant, améliorer la valorisation de ces co-produits serait un levier agroécologique significatif pour augmenter durablement l'autonomie, la productivité et la résilience des exploitations au vu des prix volatiles des intrants agro-industriels et de l'irrégularité des pluies en zone subsaharienne.

C'est pourquoi nous avons élaboré un outil appelé "Coprodscope" ou "CPS" pour évaluer la gestion des CPV et CPA à l'échelle exploitation, et pour conseiller les producteurs sur la gestion des CPV et CPA en fourrages, fumures organiques et mulch. Il permet de 1) réaliser un bilan annuel de la gestion des CPV et CPA à l'échelle de l'exploitation, 2) coconstruire avec le producteur une stratégie de valorisation alternative des CPV et CPA, en fourrages (stockage et pâturage au champs), en fumures organiques (fumier, terre de parc), en couverture végétale du sol et en cession à des tiers.

## 1 MATERIEL ET METHODES

L'élaboration du CPS s'est faite en plusieurs étapes :

- Études des pratiques de gestion des co-produits végétaux et animaux existantes à l'ouest du Burkina Faso courant l'année 2021(enquêtes avec des producteurs) ;
- Recherches bibliographiques et élaboration de coefficients de conversion (coef grain en paille, quantité de déjection par UBT (Unité Bovin Tropicale) /an, capacité de charges de moyens de transports pour fourrage et pour fumure organique, d'une grille d'évaluation visuelle du taux de couverture du sol par les résidus de culture) entre 2021 et 2022 ;
- Élaborations d'une première version du CPS (Excel) pour faire un bilan des co-produits valorisés dans les exploitations en avril 2022 ;
- Tests de cette version CroProdScope dans quelques exploitations –en mai 2022
- Incorporation d'une partie conseil pour prévenir de faible taux de valorisation pour l'année à venir en octobre 2022 ;
- Tests Version CPS 1.0 sur 20 agro-pasteurs durant l'année 2022 et 2023 ;
- Implémentation des améliorations et finalisation de la version 2.0 du CPS en juillet 2023.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les études réalisées à l'ouest du Burkina Faso ont révélé que seulement 33% des CPV et 40% de CPA sont valorisés par les producteurs (Zoungrana et al., 2023). Ces ordres de grandeur sont similaires pour les exploitations du Nord du Cameroun qui ne valorisent que 23% des CPA et 28% des CPV (Saadatou, 2023).

Dans sa version actuelle, le CPS 2.0 permet d'élaborer en interaction avec un producteur :

- Un Bilan quantifié des pratiques de gestion et de transformation des CPV et des CPA en fourrages, en fumures organiques et en mulch à l'échelle de l'exploitation et au cours de l'année écoulée (N) pour évaluer les parts de co-produits non valorisés et identifier les marges de valorisations possibles;
- Un Conseil de gestion et une stratégie de valorisation des CPV et CPA pour l'année à venir (N+1).

Le CPS se compose de 12 Feuilles (onglets Excel) dont la plupart sont reliées les unes aux autres :

- Les Feuilles d'accueil (1.1 et 1.2) présentent le fonctionnement et l'organisation du CPS ;
- La Feuille 2 contient les paramètres s'appliquant aux équations des Feuilles de saisies ;
- La Feuille 3 contient les données sur l'identité, la main d'œuvre et l'équipement de l'exploitation ;

- Les Feuilles 4.0 4.1 4.2, 4.3 et 4.4 concernent la construction du Bilan ;
- Les Feuilles 5.0, 5.1 et 5.2 concernent la co-construction du Conseil.

A l'issue de l'élaboration du Bilan et du Conseil, le CPS présente la synthèse de la valorisation des CPV et CPA pour l'année N (Bilan) et les améliorations pour l'année N+1 (Conseil).

Grâce aux pratiques agricoles de gestion des co-produits sur l'exploitation intégré dans le CPS, les besoins des producteurs sont bien pris en compte. Ces recommandations s'avèrent importantes et nécessaires comme le recommandent les études de Abdulai et al. (2023) sur les facteurs de succès des outils numériques de conseil pour l'agriculture africaine. A ce jour, il n'existe pas d'outils concurrents au CPS pour les exploitations des pays subsahariens. Les outils de conseil connus s'en rapprochant concernent uniquement la gestion des nutriments au Nigeria (Oyinbo et al., 2020) ou encore la gestion des combustibles issus des résidus agricoles et industriels au Togo (Beguedou et al., 2023).

Le CPS permet de développer un conseil adapté à la situation du producteur, ce qui représente un plus par rapport à un conseil non individualisé basé sur des fiches techniques (Blanchard et al., 2011).

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

A ce jour le CPS produit un bilan quantitatif sur la valorisation des CPV et CPA ainsi que sur la couverture des besoins de l'exploitations en fourrages, en fumures organiques et en couverture végétales du sol. Il est actuellement mis en œuvre dans un tableur Excel mais en phase de développement informatique avec une version internet connectée à un serveur de stockage des données et une version mobile sur Android pour qu'il soit utilisable sur le terrain par des conseillers agricoles. Pour optimiser l'outil, nous avons pour ambition d'incorporer une partie Bilan sur l'amélioration de la couverture des besoins fourragers, de la fumure organique sur les rendements de culture et les besoins des animaux d'exploitation.

Ce travail a pu être fait en collaboration avec les producteurs de l'Ouest du Burkina Faso et du Nord de Garoua au Cameroun. Les auteurs remercient le CIRAD, L'INERA, le CIRDES, l'IRAD, le dP ASAP, le projet FAIR-Sahel et le projet RéSiNoC.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdulai A.-R., KC K.B., Fraser E., 2023. What factors influence the likelihood of rural farmer participation in digital agricultural services? experience from smallholder digitalization in Northern Ghana. *Outlook Agric*, **52** (1): 57-66, doi: 10.1177/00307270221144641
- Aufray P., Sissoko F., Falconnier G., Ba A., Dugué P., 2012. Usages des résidus de récolte et gestion intégrée de la fertilité des sols dans les systèmes de polyculture élevage: étude de cas au Mali-Sud. *Cahiers Agricultures*, **21** (4): 225-234 (1), doi: 10.1684/agr.2012.0568
- Beguedou E., Narra S., Afrakoma Armoo E., Agboka K., Kongnine Damgou M., 2023. E-Technology Enabled Sourcing of Alternative Fuels to Create a Fair-Trade Circular Economy for Sustainable Energy in Togo. *Energies*, **16** (9): 3679, doi: 10.3390/en16093679
- Blanchard M., Koutou M., Vall E., Bognini S., 2011. Comment évaluer un processus innovant? Cas de l'amélioration quantitative et qualitative de la fumure organique au champ. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, **64** (1-4) : 61-72, doi: 10.19182/remvt.10115
- Blanchard M., Vayssieres J., Dugué P., Vall E., 2013. Local Technical Knowledge and Efficiency of Organic Fertilizer Production in South Mali: Diversity of Practices. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, **37** (6) : 672-699, doi: 10.1080/21683565.2013.775687
- Saadatou D., 2023. Gestion des co-produits animaux et végétaux chez les agropasteurs du Nord Cameroun. Étude réalisée dans le cadre du projet de Renforcement des Systèmes d'Innovation dans Le Nord Cameroun RESINOC (Mémoire de fin d'étude) en vue de l'obtention d'un Master de Recherche en Sciences de l'ingénieur Spécialité Agronomie, Ecole National Supérieur Polytechnique de Maroua, Cameroun, 92 p.
- Zoungrana S. R., Ouedraogo S., Sib O., Bougouma-Yameogo V. M. C., Fayama T., Coulibaly K., Berre D., Assouma M. H., and Vall E., 2023. Recycling crop and animal co-products on agro-pastoral farms for the agroecological transition: more than 60% potentially recoverable in western Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, **27** (4): 270-283, doi: [10.25518/1780-4507.20537](https://doi.org/10.25518/1780-4507.20537)

# L'intégration agriculture-élevage pour former à l'agroécologie

M Jouven (1), F Stark (1), S de Tourdonnet (2)

(1) UMR SELMET (Univ. de Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro), Montpellier, France

(2) UMR ABSys (Univ. de Montpellier, CIRAD, IAMM, INRAE, Institut Agro), Montpellier, France

## INTRODUCTION

Former à l'agroécologie représente un défi de taille : d'une part, l'agroécologie recouvre une multitude d'éléments renvoyant à des disciplines et à des échelles différentes (Wezel et al., 2020) ; d'autre part, ses principes se déclinent de manière variée selon les contextes locaux. Pour aborder la transition agroécologique en formation, la pédagogie par projet est souvent utilisée, en complément de cours et travaux dirigés. Au sein de ces projets à vocation pédagogique, l'intégration agriculture - élevage (IAE) apparaît comme un moyen privilégié pour faire manipuler aux étudiants les principes de l'agroécologie.

## OBJECTIFS

Cette étude propose et analyse un cadre méthodologique commun pour mobiliser l'IAE dans un contexte pédagogique d'étude de la transition agroécologique.

## MATERIEL ET METHODES

Nous avons analysé quatre projets d'étudiants menés dans le cadre de formations à l'Institut Agro Montpellier, entre 2020 et 2023 (Tableau 1). Ces projets avaient pour objectif commun l'application des principes de l'agroécologie à des systèmes de production diversifiés et intégrés au territoire local. Le projet de 2020 a duré 6 semaines, impliqué 3 étudiants et a été encadré par M Jouven. Les trois autres projets ont duré chacun 4 semaines, impliquant 20 à 36 étudiants (dont une part importante d'étudiants internationaux) organisés en groupes de 5-6, encadrés par une équipe scientifique interdisciplinaire ; chaque année, un de ces groupes abordait la question de l'intégration agriculture-élevage. Selon les projets, cette intégration prévoyait d'introduire l'élevage et/ou (dans le cas où des animaux étaient déjà présents, parfois de manière saisonnière, sur la ferme) de mieux l'intégrer pour mieux répondre aux principes de l'agroécologie.

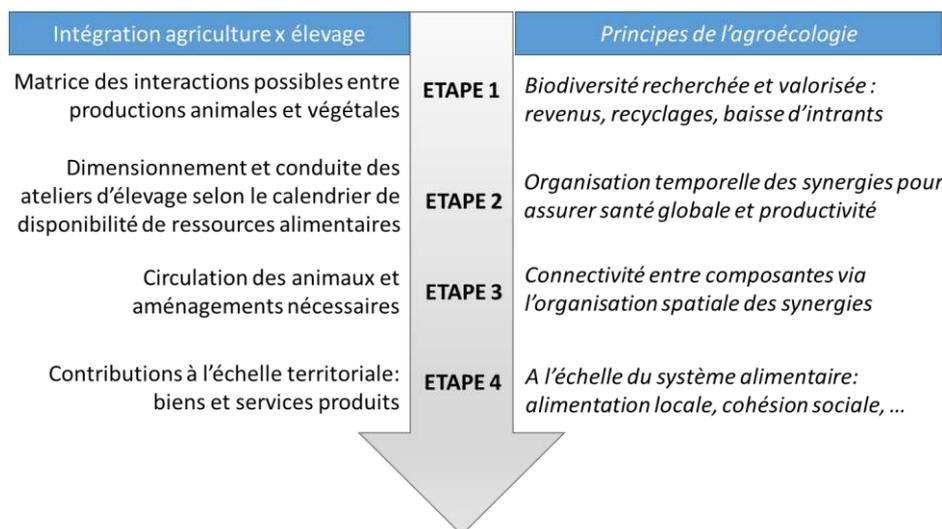
**Tableau 1** : caractéristiques des cinq projets étudiants analysés (les projets sont cités par le nom du site)

Site	Domaine du petit Saint Jean (Gard)	La Volpelière (Bouches du Rhône)	Prades le Lez (Hérault)	Ferme de la Noria (Gard)
Année	2020	2021	2022	2023
Formation concernée	option SYSTEL (niveau M2)	Parcours Agroecology (niveau M1)	Parcours Agroecology (niveau M1)	Parcours Agroecology (niveau M1)
Productions végétales	Cultures annuelles, vergers, bois d'œuvre, forêt de pins, prés salés, marais.	Oliviers, amandiers, maraîchage, blés, fourrages (luzerne, sainfoin, sorgho, raygrass), pâturages (coussoul, bois, marais)	Cultures annuelles, garrigue, bois, prairies et friches, vergers, vignes.	Maraîchage (dont serres), vergers (plusieurs espèces), jachères et garrigue boisée.
Animaux présents à $t=0$	Chevaux, bovins, ovins (accueil saisonnier pour les trois)	Equidés d'élevage et d'enseignement, brebis laitières (accueil saisonnier), abeilles	Aucun	Abeilles (accueil saisonnier) Porcs à l'engrais

<i>Motivations à l'intégration agriculture - élevage</i>	Développer un système agricole productif, durable et autonome qui valorise les milieux naturels.	Améliorer la gestion de la biodiversité et du bien-être animal, mieux valoriser les fumiers, diversifier les produits.	Diversifier les productions locales, réduire le risque d'incendies via l'éco-pastoralisme.	Améliorer le recyclage des nutriments et la biodiversité ; diversifier les productions, utiliser moins d'intrants.
--	--	--	--	--

## RESULTATS & DISCUSSION

Les projets étudiants ont tous suivi les mêmes étapes dans le processus d'IAE, qui ont permis de manipuler différents principes de l'agroécologie (Figure 1). Mis à part pour le projet de 2022 qui touchait une commune entière, les trois premières étapes ont concerné l'échelle de la ferme. L'IAE a demandé aux étudiants de considérer toutes les interactions possibles entre composantes (agricoles et naturelles, végétales et animales) de l'agroécosystème, et les intérêts de celles-ci ; pour l'agroécologie, il pouvait s'agir de contributions à la diversification des revenus, à la préservation de la biodiversité, au recyclage ou à l'économie d'intrants. Le choix des animaux à introduire était basé sur la notion de compromis, et faisait l'objet de discussions avec les autres groupes d'étudiants, en privilégiant la résilience du système. Pour dimensionner les ateliers animaux, les étudiants prenaient en compte la santé globale du système (comment organiser l'IAE au fil des saisons pour assurer à la fois autonomie et productivité). Dans le cas où il était nécessaire de recourir à des ressources externes pour nourrir les animaux, ils devaient considérer les interactions entre acteurs du territoire et de gouvernance des ressources naturelles. L'organisation de l'IAE comporte également une dimension spatiale, qui amenait les étudiants à revoir la connectivité entre composantes de l'agroécosystème et entre activités au sein du territoire. Enfin, les contributions de l'IAE en termes de biens et services rendus faisaient écho aux principes d'alimentation locale, de cohésion sociale, de participation des acteurs.



**Figure 1** : Etapes pédagogiques mettant en regard l'IAE et les principes de l'agroécologie

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Travailler sur l'IAE avec des étudiants de niveau master, dans le cadre de projets concrets permet d'appréhender et mettre en œuvre de manière globale l'agroécologie, en manipulant une diversité de principes, et en approchant sa dimension sociale via des échanges avec divers acteurs. Pour l'instant, ces projets ont été commandités principalement par des communes ou domaines agricoles, avec des enjeux économiques limités et un niveau de transformation faible ; il pourrait être intéressant d'élargir à l'avenir à des fermes privées, où les dimensions « économie » et « travail » sont plus structurantes, et/ou à des projets de transition agroécologique plus poussée, allant jusqu'à la re-conception des systèmes.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Wezel A., Gemmil Herren B., Bezner Kerr R., Barrios E., Rodriguez Goncalves A.L., Sinclair F. (2020) Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agron. Sust. Devel.* 40 : 40.

## **Vers un outil cartographique de planification territoriale pour accompagner les acteurs impliqués dans le pâturage itinérant des surfaces additionnelles**

EMONET E. (1), RAMONTEU S. (2), MIGNOT E. (1)

(1) ACTA, Station expérimentale ARVALIS – Institut du végétal, 91720 BOIGNEVILLE

(2) ACTA, 149 rue de Bercy, 75595 PARIS CEDEX 12

Mots-clés : ICET, pâturage de surfaces additionnelles, accompagner, outils, méthodes

**INTRODUCTION** : Cette étude s’inscrit dans le cadre du projet Casdar InterAgit+ sur le pâturage d’intercultures et de surfaces additionnelles par des ruminants.

Des formes de pâturage se développent dans des zones de plaine ou de côtes répondant à des intérêts multiples de la part des acteurs qui les mettent en œuvre : autonomie fourragère des troupeaux, amélioration de la fertilité des sols, maintien de l’ouverture d’espaces naturels, réduction de l’entretien mécanique et des coûts associés, lien social entre acteurs du territoire,... Basé généralement sur des partenariats de proximité, le déploiement de ces systèmes est freiné par des difficultés liées à l’identification de nouveaux partenaires, à la réglementation, à l’accès au foncier, à des contraintes logistiques et d’organisation opérationnelle. Cette étude vise à proposer un cahier des charges d’un outil de planification territoriale du pâturage qui réponde aux attentes des potentiels utilisateurs, en s’appuyant sur les outils d’accompagnement existants. Plus précisément, un outil permettant de caractériser spatio-temporellement les ressources valorisables par le pâturage et prenant en compte les contraintes associées (logistiques, agronomiques, environnementales) pourrait-il faciliter le développement de ces pratiques de pâturage ?

### **MATERIELS & METHODES :**

L’étude s’est articulée en trois phases :

- i) un bilan des outils existants en lien avec la gestion du pâturage et des coopérations entre acteurs : analyse de leurs intérêts/limites, identification des lacunes en termes de références,
- ii) une analyse des attentes et des besoins d’utilisateurs potentiels d’un outil de planification territoriale du pâturage, via 9 entretiens de 2 heures environ auprès d’acteurs engagés dans des coopérations : 4 éleveurs, 1 cultivateur, 3 gestionnaires d’espaces, 1 conseiller,
- iii) la rédaction d’un cahier des charges et l’étude de faisabilité d’un prototype d’outil pour construire et visualiser un plan de pâturage d’un troupeau sur une zone géographique.

### **RESULTATS ET DISCUSSION :**

*Un besoin d’accompagnement confirmé pour faire émerger les interactions*

Une fois identifiés le(s) binôme(s) ou le collectif d’acteurs volontaires pour s’engager dans ce type de partenariat, les enquêtes ont fait ressortir le besoin d’accompagnement. Ainsi dans la phase d’émergence du partenariat, un tiersanimateur pourrait utilement jouer le rôle de facilitateur dans le prolongement des premiers échanges sur les objectifs, motivations et contraintes de chacun des acteurs. Un support cartographique décrivant le type de milieux est considéré comme utile par les différents types d’acteurs pour échanger sur les différentes parcelles qui seront/pourront être mises à disposition, visualiser leur localisation et aider à planifier un parcours de pâturage optimisé.

*Une base cartographique actualisée intégrant les contraintes du système socio-technique*

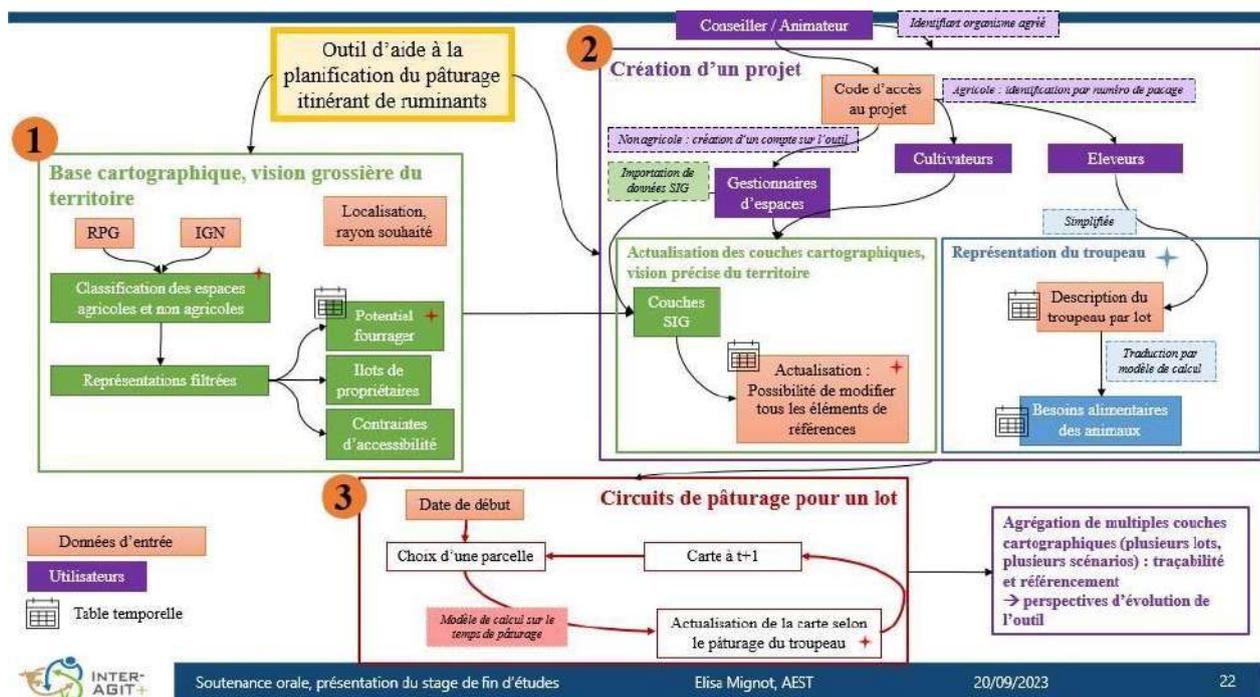
Cet accompagnement en phase d’émergence du partenariat peut se décliner en 4 sous- objectifs : i) visualiser les types de milieu et les parcelles du territoire (via un support cartographique), ii) faciliter l’échange et la discussion entre acteurs sur les conditions d’accessibilité, iii) qualifier et quantifier la ressource pâturable, iv) élaborer un scénario de pâturage.

Le modèle conceptuel de l’outil est présenté sur le schéma ci-dessous et se découpe en 3 étapes :

1/ une base cartographique générée par des données existantes (RPG, IGN et cadastre notamment) pour situer et distinguer les grands types de milieux du territoire et les îlots de parcelles d'un même propriétaire/gestionnaire. Une table de correspondance définirait des classes de potentiel fourrager.

2/ une actualisation de la cartographie, affinée par les utilisateurs en termes d'objectifs et de contraintes (agronomiques ou environnementales) pour définir des périodes et conditions d'accès aux parcelles, et de contraintes logistiques (ex : clôture, point d'eau, abri, itinéraire pour la mobilité du troupeau,...).

3/ un module permettant la création de circuits de pâturage utilisé après description/saisie des principales caractéristiques du ou des troupeaux. Basé sur les modèles de calculs simplifiés, il permettrait de faire la corrélation entre le potentiel fourrager des espaces et les besoins alimentaires des animaux.



*Modèle conceptuel de l'outil proposé*

**PERSPECTIVES :**

Ce cahier des charges est encore à traduire opérationnellement en prototype. La numérisation du jeu sérieux Ovi'Plaine est une piste à étudier. Elle serait à réfléchir avec un collectif rassemblant les différents porteurs d'outils ou de projets s'intéressant à cette thématique (Rami Pastoral, projet Sagiterre, plateforme Dynamix, applications de mise en relations de ressources pâturables,...). L'enrichissement des références existantes (type Pastothèque...) sur le potentiel de biomasse et de valeur alimentaire de ressources fourragères d'origines variées est un chantier à conduire. Les méthodes d'estimation telles que la méthode Merci pour les intercultures ou l'analyse d'images de télédétection pour l'ensemble des surfaces agricoles ou non agricoles (stage Ben Hamden J., 2023 dans le cadre du projet Sagiterre) seraient par exemple à mobiliser.

Le prototype ainsi élaboré pourrait être testé sur une ou plusieurs zones géographiques pilotes : GIEE de viticulteurs intéressés par le pâturage de leurs surfaces dans la zone d'étude du projet Inter-Agit+, EPL de St Gaudens, mais aussi la zone Beauce-Gatinais dans le cadre du projet CASDAR Ficelle (lauréat AAP Co-innovation 2023). En plus de l'objectif d'appui à l'émergence de ces partenariats, un autre objectif pourrait être d'utiliser cet outil dans une optique de pilotage ou de suivi annuel pour tracer, suivre et comprendre les adaptations et ajustements opérés, en fonction des aléas intra et inter- annuels.

## Contribution pour le thème 3 : utiliser des outils et méthodes originales dans l'enseignement et le conseil pour accompagner la diversité des formes d'intégrations culture-élevage

### Accompagner le développement du pâturage de couverts végétaux de la parcelle au territoire

Solène Pissonnier (AgroParisTech, UMR SADAPT) et Sébastien Minette (Chambre Régionale d'Agriculture Nouvelle Aquitaine)

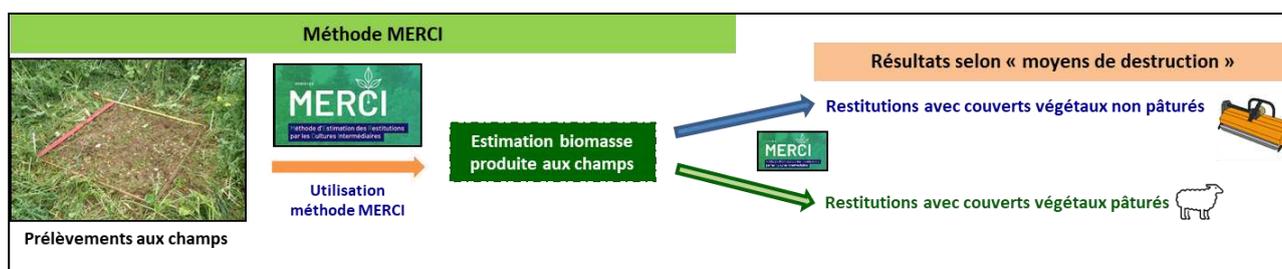
*Note : cette contribution fait partie de l'ensemble des contributions proposées dans le cadre du projet inter-AGIT +*

#### Mots clés :

Les bénéfices agronomiques des couverts végétaux ne sont plus à démontrer : couverture du sol permettant de limiter l'érosion et de réduire les risques de pollution des nappes, structuration du sol, apport de matière organique et d'azote selon leur composition... Mais leur gestion et leur destruction peut parfois être associée à des contraintes pour les agriculteurs : consommation de produits phytosanitaires, de carburant, de temps, utilisation de matériel... Or, ces couverts représentent une quantité de biomasse non négligeable, qui peut être pâturée par des troupeaux facilitant ainsi leur destruction (Verret et al., 2020). Des synergies pourraient donc être créées entre céréaliers et éleveurs pour valoriser cette biomasse, mais des freins à la mise en place de ce pâturage de couverts végétaux existent. Ils peuvent être techniques (clôture des parcelles, accès à l'eau, déplacement des animaux), agronomiques (manque de connaissances sur les conséquences du pâturage et la non restitution de la biomasse aérienne, diminution de la valeur fertilisante des couverts végétaux, impacts de la restitution des excréments, ...) ou organisationnels (Martin et al., 2016). Nous proposons ici de présenter deux outils complémentaires utilisés et améliorés dans le cadre du CASDAR inter-AGIT +, qui visent à accompagner le développement du pâturage de couverts. Nous présenterons dans un premier temps la méthode MERCI (Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires), puis nous présenterons le jeu sérieux Oviplaine qui permet de prendre en compte les difficultés organisationnelles et techniques lors de la mise en place de partenariats.

La méthode MERCI a été initiée pour estimer certains services rendus par les couverts végétaux. Elle est disponible sur la plateforme [www.methode-merci.fr](http://www.methode-merci.fr) et permet en particulier de fournir des indications sur la valeur fertilisante des couverts végétaux (restitutions en azote et soufre, remobilisation du phosphore, potassium et magnésium) et sur l'augmentation de la matière organique stable du sol. Ces estimations sont réalisées à partir d'un prélèvement réalisé aux champs.

Les couverts végétaux sont, dans la majorité des cas, destinés à être détruits et incorporés au sol pour recycler et fournir des éléments minéraux à la culture suivante. Cependant, le pâturage des couverts vient modifier cette dynamique car une partie variable de la biomasse aérienne est ingérée par les animaux et restituée rapidement sous forme d'excréments. Les modifications apportées à la méthode MERCI visent à estimer les dynamiques de restitutions de différents éléments fertilisants (N, P, K) en fonction de la biomasse aérienne ingérée par les animaux. L'utilisateur pourra choisir l'option « pâturage » et indiquer la proportion de la biomasse aérienne ingérée par les animaux (estimations visuelles ou mesures aux champs). La prise en compte de ces informations modifiera les quantités d'éléments fertilisants restituées à court ou long terme. MERCI fournit donc des connaissances agronomiques sur l'impact de la destruction des couverts végétaux par pâturage.



Cet outil permet d'accompagner le développement du pâturage de couverts à l'échelle de la parcelle. Mais des freins à l'échelle du territoire subsistent. Des outils d'accompagnement sont nécessaires pour aider les acteurs concernés, notamment les céréaliers et éleveurs, à anticiper les difficultés techniques et organisationnelles. C'est dans ce cadre que le jeu sérieux Ovi'Plaine a été créé. Il s'appuie sur une méthode appelée DYNAMIX,

basée sur une approche participative entre agriculteurs, conseillers et chercheurs (Moojen et al., 2022; Ryschawy et al., 2022). Le projet POSCIF (Pâturage Ovin en Systèmes Céréaliers d’Île de France) a permis d’adapter DYNAMIX au cas du pâturage ovin de plaine en Île de France, c’est ainsi qu’Oviplaine a été développé. Le jeu a ensuite pu être amélioré et rendu générique dans le cadre du projet inter-AGIT + : les supports (plateau, pions) ont été améliorés et des guides et notices ont été créés.

Oviplaine est constitué de plateaux représentant les parcelles de céréalières sur lesquelles des ressources pâturables sont positionnées (couverts mais aussi prairies, colza et blé en début de cycle...). Un pion troupeau permet de se déplacer de parcelle en parcelle. Les éleveurs et céréaliers impliqués doivent trouver le meilleur compromis pour établir un itinéraire en fonction de leurs contraintes. Les ateliers organisés avec le jeu ont permis d’échanger des connaissances entre les participants (sur les systèmes de cultures, le territoire, le fonctionnement des troupeaux) et de discuter de la mise en place concrète des partenariats : qui fait quoi et comment (surveillance, clôtures, semis des couverts, contrats...).

Le jeu est également utilisé en contexte pédagogique avec des étudiants du Master « de l’Agronomie à l’Agroécologie » d’AgroParisTech. Il y a deux objectifs pédagogiques principaux : (i) acquérir des connaissances sur les systèmes intégrant cultures et élevage à l’échelle du territoire, discuter des freins et leviers à leur développement, (ii) discuter des avantages et inconvénients de l’utilisation d’un jeu sérieux dans l’accompagnement des changements de pratiques, permettant ainsi de prendre du recul sur le jeu. Ce jeu permet également d’amener le terrain dans les salles de classe, de diversifier les formats d’apprentissage et favoriser l’autonomie des étudiants. L’utilisation pédagogique du jeu est présentée dans la vidéo suivante : <https://seafile.agroparistech.fr/f/ed811942964c4897a50f/?dl=1>

Ces deux outils concernent deux échelles différentes (la parcelle et le territoire) et complémentaires. Ils permettent de combler partiellement les trous de connaissances existants à ce jour sur le développement d’interactions cultures-élevage à l’échelle du territoire, en s’attaquant aux aspects techniques et organisationnels. Les utiliser de manière combinée au cours d’un atelier réunissant éleveurs et céréaliers ou dans un cadre pédagogique sont des perspectives qui nous semblent tout à fait pertinentes.

## **Bibliographie**

- Duru, M., Therond, O., Martin, G., Martin-Clouaire, R., Magne, M.-A., Justes, E., Journet, E.-P., Aubertot, J.-N., Savary, S., Bergez, J.-E., Sarthou, J.P., 2015. How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1259–1281. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0306-1>
- Martin, G., Moraine, M., Ryschawy, J., Magne, M.-A., Asai, M., Sarthou, J.-P., Duru, M., Therond, O., 2016. Crop–livestock integration beyond the farm level: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 36. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0390-x>
- Moojen, F.G., de Faccio Carvalho, P.C., dos Santos, D.T., Neto, A.B., Vieira, P.C., Ryschawy, J., 2022. A serious game to design integrated crop-livestock system and facilitate change in mindset toward system thinking. *Agron. Sustain. Dev.* 42, 35. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00777-5>
- Ryschawy, J., Grillot, M., Charneau, A., Pelletier, A., Moraine, M., Martin, G., 2022. A participatory approach based on the serious game Dynamix to co-design scenarios of crop-livestock integration among farms. *Agric. Syst.* 201, 103414. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103414>
- Verret, V., Emonet, E., Claquin, M., Rougier, M., Sagot, L., Mischler, P., Gautier, D., 2020. Recoupler grandes cultures et élevages ovins par le pâturage, en vue de systèmes économes en Île-de-France. *Innovations Agronomiques*, 80, 55-68. <https://doi.org/10.15454/FJJK-6D10>

## **Sitographie**

- AgroTransfert Ressources et Territoires. Dossier Technique : Effet du pâturage des couverts sur les cultures. Disponible sur : <http://cultivons-les-couverts.agro-transfert-rt.org/effet-paturage/> [consulté le 6/05/2022]
- Leleu C., 2022. Caractérisation des pratiques de pâturage ovin et bovin des couverts végétaux dans le Sud-Ouest de la France, Chambre Régionale d’Agriculture Nouvelle Aquitaine. Mémoire d’ingénieur, 46p.

## *Un challenge interlycée pour étudier l'évolution et la résilience des systèmes polyculture-élevage à l'échelle de l'exploitation et du territoire.*

*SNAUWAERT M, EPLEFPA Pisani Chaumont-Choignes, 52000 Chamarandes-Choignes*

*Apprenants : classe de BTS productions animales en première année*

*Intervenants extérieurs : FDPL, laboratoire d'analyse, un agriculteur, CNIEL, association de défense AOP, responsable d'une laiterie - Enseignants : E.Darbot (zootechnie), DManneau (agronomie) et MSnauwaert (Economie/gestion)*

Mots clés : challenge interlycée, polyculture-élevage, résilience

### **Introduction**

Le challenge lait, un défi interlycée, organisé par l'interprofession laitière le CNIEL, a tout pour séduire les enseignants et les étudiants de première année de BTS productions animales :

- Un investissement des acteurs de la filière tout au long de cette étude
- Un prix (2500 € de prix pour le premier) et une reconnaissance nationale
- Un cahier des charges qui colle très bien au référentiel du BTS Productions animales. Les modules suivants sont mobilisés : Elevage et Société, Fonctionnement de l'exploitation d'élevage, conduite bovins lait et conduite des surfaces fourragères. Par ailleurs, l'ensemble du travail est évalué par un Contrôle en Cours de Formation (CCF).
- Un travail pluridisciplinaire en collaboration étroite avec un agriculteur du territoire qui doit s'investir à toutes les étapes du projet
- Une étude systémique d'une exploitation de polyculture élevage (PCE) dans un département situé en zone intermédiaire avec une diversité d'élevage laitier majoritairement en polyculture-élevage, de système fourrager, de races et de taille d'élevage. Par ailleurs, la Haute-Marne est une zone de fabrication fromagère de qualité avec 2 marques reconnues Caprice des Dieux et le Chevillon, 3 AOP et un label rouge, ce qui contraint les systèmes fourragers ainsi que le choix des races.
- Des agriculteurs qui s'interrogent et s'adaptent aux effets du réchauffement climatique sur leur système fourrager. En effet, la culture de maïs a tendance à régresser en Haute-Marne en raison de rendements parfois catastrophiques au profit des prairies temporaires, notamment de la luzerne.

Les étudiants perçoivent très vite la masse de travail personnel et méthodologique à intégrer pour aboutir à un écrit convaincant et un oral à la Maison du lait à Paris devant les autres classes participantes et les professionnels de la filière laitière. Le travail s'étale sur deux trimestres en première année de BTS pendant une dizaine de séances pluridisciplinaires. La clé est une bonne organisation du travail transdisciplinaire entre les enseignants des modules de gestion, de conduite laitière et de productions fourragères.

### **1. Matériel et méthode**

Au départ, il y a le choix d'une ferme support qui valorise son lait dans un produit reconnu de qualité et avec une décision ayant un impact sur le système d'élevage et sur le système fourrager. Ainsi, nous avons étudié une exploitation PCE (environ 500 ha et 150 VL montbéliardes) en AOP Langres et Epoisses ayant réduit la part de maïs dans son alimentation des vaches laitières au profit des prairies temporaires (le maïs étant plus réservé pour la méthanisation en projet collectif).

Ensuite, une progression pédagogique est mise en place qui vise à allier les objectifs du référentiel avec le cahier des charges du concours Challenge Lait :

<b>Période</b>	<b>Déroulé pédagogique</b>	<b>Rendu</b>
De septembre à octobre	Analyse globale du fonctionnement d'une exploitation agricole de l'exploitation support. Analyse économique à partir des documents comptables de l'exploitation, support du cours de gestion	Une fiche recto-verso reprenant les chiffres-clés de l'exploitation, ses stratégies et notamment les interactions entre les ateliers ainsi que les principaux résultats technico-économiques.
De novembre à décembre	Interventions des acteurs de la filière en lien avec la décision : FDPL, laboratoire d'analyse laitière, responsable de la laiterie concernée, syndicat de défense de l'AOP, association lin avec l'autre, ....	Analyse des dynamiques de la filière laitière régionale dans lesquelles s'inscrit la décision de l'agriculteur. L'objectif est de comprendre les enjeux filières dans lequel l'agriculteur est un acteur.

De janvier à mars	Diagnostic de durabilité (IDEA) de la ferme support. Webinaire organisé par le CNIEL : la démarches France Terre de Lait et les indicateurs de durabilité fixés à l'échelle de la filière et de l'agriculteur Les documents techniques de l'exploitation sont exploités lors des cours de conduite laitière et conduite fourragère	Analyse de la décision : causes, déroulé concret, impact sur les autres ateliers, étude de faisabilité, force et faiblesse, cohérence de la décision. Analyse de l'impact de cette décision sur la résilience du système de l'exploitation agricole et en quoi elle s'inscrit dans les demandes sociétales analysées dans le plan filière France Terre de Lait.
Mars- Avril	Rendu écrit et présentation orale à la Maison du Lait à Paris.	Elaboration d'un dossier de 15 pages et d'un support de présentation orale. Publication du résumé sur un support physique (poster, brochure) et en numérique sur le site du CNIEL Publication des résultats sur internet et dans les journaux locaux.

## 2. Analyse et résultats :

Dans le cadre de ce challenge lait, les étudiants sont en position d'acteur de leur apprentissage dans une situation réelle ancrée dans leur territoire et sont confrontés aux enjeux actuels. Les intervenants apportent les repères de la filière, les enseignants apportent la méthodologie et les savoirs à mobiliser et l'agriculteur apporte la décision à analyser dans un système polyculture-élevage. On se retrouve dans une dynamique préconisée dans le cadre du plan ministériel Enseigner à Produire Autrement (EPA).

Le parcours est semé de difficultés :

- L'exigence de précision et de technicité d'une analyse technico-économique impliquant une modification soit de l'élevage soit du système fourrager avec des impacts forts sur le système notamment la main d'œuvre. De nombreux étudiants ne sont pas issus du milieu agricole et ont peu de référence des systèmes polyculture-élevage.
- Une analyse systémique pour des étudiants qui se sont orientés dans une formation qui les forme plus naturellement sur de la conduite technique avec une vision analytique. Cependant, poser un diagnostic de durabilité et de résilience sur un système permet un recul sur le diagnostic technique.

L'encadrement et le suivi par l'équipe du CNIEL est un *vrai levier* ainsi que les notions filière fournies par des professionnels. L'accueil et la disponibilité des agriculteurs qui ont envie de transmettre leurs connaissances et leur passion est un prérequis indispensable. Enfin, le fait que l'équipe du CNIEL en charge du challenge lait travaille conjointement avec la DGER et plus particulièrement avec Monsieur Rigal, inspecteur de l'enseignement agricole permet d'ancrer ce travail dans les référentiels.

**En 2021 : Repenser le système fourrager en intégrant davantage de prairies temporaires** a rendu l'exploitation plus autonome et a limité l'impact de la baisse de rendement du maïs de 2020. Cette décision impacte l'assolement et la ration des VL avec des résultats techniques plus performants qui assurent des primes qualité et AOP Langres tous les mois de l'année et un prix du lait à 425 €/T

Il en résulte un système plus résilient au niveau environnemental et social : du matériel de récolte des fourrages plus performant a été acheté en Cuma et la participation dans des collectifs comme le syndicat Langres ou la FDPL qui outille l'agriculteur dans sa réflexion sur l'empreinte carbone. Au niveau économique, le solde est plutôt négatif même si le système permet une rémunération des associés supérieure à 2 SMIC en 2020 mais cela sécurise un lait payé en AOP, avec une autonomie fourragère qui respecte le cahier des charges.

Grâce à la production en filière AOP, l'exploitation sait répondre aux attentes sociales et a montré une réelle capacité d'adaptation avec l'implantation de prairies temporaires. Elle participe ainsi pleinement à l'atteinte des objectifs fixés par France Terre de Lait. Elle innove au quotidien avec par exemple l'utilisation de l'homéopathie dans la lutte contre les mammites

Résolument tournée vers l'avenir avec l'installation de 2 jeunes agriculteurs, elle est en 2020 en pleine transition : elle a choisi de diminuer la part de maïs dans l'alimentation des vaches laitières mais est-ce un pas vers une disparition du maïs au profit des prairies temporaires ? ou est-ce un équilibre à trouver ? La recherche d'une bonne productivité par vaches laitières est-elle compatible avec un système tout herbe ? Comment va évoluer les conditions climatiques et en quoi impacteront-elles le rendement des prairies temporaires ? Autant de questions mais un pari : l'herbe pour des vaches qui produisent du lait de qualité valorisé en AOP Langres.

Ci-dessus, le résumé du travail de nos étudiants qu'on peut retrouver sur les posters Challenge lait.

## Programme VALFUMIER – rechercher des solutions pour valoriser le fumier équin à l'échelle locale



**Val'fumier**  
Valoriser le fumier équin

### Introduction

Mené en partenariat avec des organismes régionaux et nationaux et commandité par le Groupement Hippique National, le programme Val'fumier a pour objectif de sensibiliser les professionnels de la filière équine à recycler leur fumier en tant qu'amendement pour fertiliser leurs sols. Il s'agit dans ce programme de promouvoir le fumier de cheval pour aider les professionnels de cette filière à l'intégrer dans des solutions de valorisation efficiente et durable à l'échelle locale lorsque le retour au sol sur site n'est pas envisageable.

Le programme Val'fumier a été déployé sur la période 2019-2021 en Normandie, Pays de la Loire / Centre Val de Loire et Auvergne-Rhône-Alpes et sur la période 2021-2023 sur les territoires Est (régions Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté), Nouvelle-Aquitaine et Arc méditerranée (Occitanie et PACA).

### Matériels et méthodes

#### Constitution des groupes opérationnels en territoire

Afin de mettre en œuvre les actions du programme Val'fumier, des groupes opérationnels en territoire (GOT) ont été constitués, réunissant des chargés de missions de plusieurs organismes (Chambres d'Agriculture, Conseils des Chevaux, Comités d'Equitation, IFCE), soit 20 organismes animés par les délégations territoriales de l'IFCE. Le programme a été piloté au niveau national par le Groupement Hippique National et le Pôle Développement Innovation Recherche de l'IFCE.

#### Enquêtes des producteurs et état des lieux- des filières de valorisation

Une enquête en ligne a été diffusée au niveau national en juin 2019 auprès des structures équines afin d'identifier les problèmes de valorisation de leur fumier le cas échéant, de connaître les principales filières de valorisation utilisées, de déterminer les principales modalités de manutention du fumier et d'identifier le niveau de connaissances des producteurs en termes de réglementation sur la gestion des effluents.

Des entretiens physiques (entre 20 à 50 par région) ont été menés par les membres des GOT au cours des 2 périodes (2019-2021 et 2021-2023) pour compléter la liste des besoins des producteurs à l'échelle locale.

Un état des lieux des filières de valorisation existantes de matières organiques à l'échelle locale a été réalisée par le GOT, ce qui a permis d'identifier les entreprises de compostage industrielle, unités de méthanisation, lombricompostage, champignonnières, entreprises commercialisant des engrais organiques, ainsi que les potentialités de valorisation du fumier équin à destination des surfaces agricoles (coopératives céréalières, agriculture bio, maraîchage, vignoble...).

#### Diffusion de connaissances et outils d'aide à la décision

Un site web « valfumier.fr » a été développé par la Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire en collaboration avec l'IFCE. Il permet l'accès à toutes les ressources documentaires produites au cours des 2 périodes du projet VALFUMIER.

Une cartographie de gisements de fumier équin disponibles a été développée sur le site Valfumier.fr pour aider les producteurs n'ayant pas les moyens de valoriser leur fumier sur site.

A partir d'une revue bibliographique (publications techniques et scientifiques internationales), des fiches techniques et réglementaires ont été rédigées et mises en ligne ainsi que des témoignages de professionnels volontaires pour partager des solutions de valorisation de fumier équin réussies.

Afin de caractériser le fumier équin, une collecte d'échantillons de fumiers et composts dans différents élevages a été pratiquée pour déterminer les critères physico-chimiques et microbiologiques ainsi les traces potentielles de résidus médicamenteux en collaboration entre le Pôle Développement Innovation Recherche de l'IFCE et plusieurs laboratoires en France.

Une communication a été déployée tant à l'échelle locale (presse, événements), qu'à l'échelle nationale (colloques, webconférences, communiqués web).

## Résultats

### Conception d'un bureau ressource

3 à 4 organismes (Conseil des chevaux, Chambres d'Agriculture, Délégation IFCE) par territoire (plus de 25 organismes professionnels au total) ont collaboré à la réalisation des enquêtes des producteurs, à l'état des lieux des filières de valorisation, à la gestion de la cartographie en ligne des gisements de fumier, ainsi qu'à toutes les actions de communication. Ces chargés de projet sont maintenant compétents pour répondre à une demande d'informations concernant le fumier équin.

### Enquêtes producteurs

Les actions consistaient à identifier à travers des enquêtes les problématiques liées à la gestion et la valorisation du fumier équin auprès des structures équinées. Les données de l'enquête en ligne développée au niveau national en 2019 (15278 destinataires, 1056 réponses) ont été complétées dans chaque territoire par des visites physiques (ou par téléphone).

[https://valorisation-fumier-ifce.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/189\\_eve-fumitheque/Etudes\\_et\\_syntheses/La-gestion-du-fumier-de-cheval-en-france.pdf](https://valorisation-fumier-ifce.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/189_eve-fumitheque/Etudes_et_syntheses/La-gestion-du-fumier-de-cheval-en-france.pdf)

Des synthèses par région ont été rédigées (voir études régionales) <https://valorisation-fumier-ifce.chambres-agriculture.fr/references-documentaires/etudes-et-donnees/>

Synthèse des besoins exprimés :

- Réduire la quantité de fumier produite
- Réduire le temps consacré au curage
- Améliorer les conditions de stockage
- Connaître des filières de valorisation locales
- Connaître des modalités de gestion optimisée sur site
- Structurer l'offre de fumier et communiquer sur le potentiel de gisement local auprès des valorisateurs
- Communiquer sur les caractéristiques du fumier pour en faire la promotion.

Le potentiel de production de fumier équin s'évalue environ à 10 tonnes/an/cheval lorsqu'il est logé en box toute l'année. On recense actuellement plus d'un million de chevaux en France (ECUS 2023) avec plus de 11600 établissements équestres. Cependant, la part de chevaux logés à l'écurie toute l'année n'est pas quantifiable aujourd'hui. Une estimation de 3.8 millions de tonnes de fumier pour 320000 équidés recensés par le RA 2010 a été calculée par la plateforme ELBA (<https://ifip.asso.fr/documentations/35722-elba-loutil-web-de-determination-de-la-biomasse-agricole-en-france/>)

### Filières de valorisation

Un état des lieux des filières de valorisation de la matière organique pouvant intégrer du fumier équin a été mené au niveau de chaque territoire étudié.

*A l'aide des réseaux des partenaires agricoles, les acteurs des différentes filières de valorisation ont été identifiés : plateformes de compostage, unités de méthanisation, champignonnières. Certaines structures valorisant de la matière organique ont été contactées (environ une dizaine par territoire). Selon les territoires, des cartographies identifiant les unités de méthanisation et les plateformes de compostage ont été établies.*

Retours des structures valorisatrices sur les exigences de qualité du fumier équin recherchée :

- Fumier sans matière OGM (pour les terreaux et composts à usage AB, même si la réglementation de la filière Bio ne l'impose pas).
- Besoin de pré-traitement du fumier pailleux (broyage) pour l'introduire en méthanisation, et exempt de corps étranger.

### Ressources documentaires

Des ressources pour diffuser la connaissance autour de la gestion et la valorisation du fumier équin ont été produites en fonction des demandes des acteurs impliqués (24 fiches techniques et réglementaires, 20 témoignages sous forme de posters, 8 vidéos, 8 webconférences). La caractérisation des valeurs agronomiques du fumier équin et de ses dérivés pour promouvoir sa valorisation par le compostage et la méthanisation a été diffusée à travers des articles techniques (Revue Equ'idée) et 3 colloques nationaux (COMIFER 2021, JSIE 2022, COMIFER 2023).

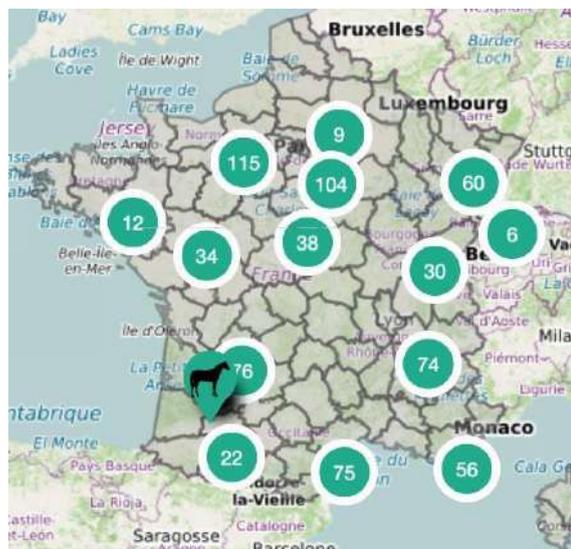
[https://mediatheque.ifce.fr/index.php?lvl=notice\\_display&id=73951](https://mediatheque.ifce.fr/index.php?lvl=notice_display&id=73951)  
<https://valorisation-fumier-ifce.chambres-agriculture.fr/fiches/>

## Formations

Un plan de formation a été élaboré sous forme d'une séquence d'une journée de formation proposée sur 3 territoires par le Pôle de formation professionnelle de l'IFCE sur 3 territoires (Normandie, Pays de Loire, Grand Est) en 2023.

## Plateforme de mise en relation

Une plateforme sous forme de cartographie interactive a été développée pour faciliter la mise en relation entre producteurs et valorisateurs potentiels de fumier équin à l'échelle nationale ([valfumier.fr](http://valfumier.fr)).



Depuis l'ouverture du site Valfumier.fr en 2021, sa fréquentation n'a pas cessé d'augmenter de façon exponentielle, avec pour l'année 2023 : 600 offres de fumier référencées, 8100 visites et 21000 pages vues. La mise en relation effective entre producteurs et valorisateurs intéressés n'a pas pu être quantifiée puisque les relations restent privées et anonymes. Des enquêtes à venir devront questionner les utilisateurs sur leur satisfaction pour le service de mise en relation.



### Valorisation fumier

Choisissez une solution de valorisation pour votre fumier équin parmi 15 solutions proposées

En savoir plus

Un outil sous forme d'un arbre de décision a été conçu pour proposer différentes solutions de valorisation en fonction du substrat produit (fumier à base de paille ou copeaux de bois). Quinze solutions de valorisation différentes sont proposées à travers cet outil.

<https://www.ifce.fr/valorisation-fumier/>

## Perspectives

La mise en œuvre d'outils pour faciliter la valorisation du fumier équin des établissements équestres est terminée. Cependant, l'animation, la mise à jour et la maintenance de la cartographie de mise en relation des gisements de fumier équin doivent être pérennisées. La recherche de financement, soutenue par le « Comité filière équine », est actuellement en cours. Des campagnes de communication régulières sont aussi prévues pour informer les valorisateurs potentiels pour utiliser du fumier équin. La plateforme est encore jeune et peu utilisée. Il s'agit de sensibiliser encore les professionnels de la filière équine à utiliser tous les outils et informations disponibles pour faciliter et contractualiser de façon pérenne avec des acteurs locaux afin de valoriser leur fumier lorsque celui-ci ne peut pas être recyclé sur place.

Pauline DOLIGÉZ et Maeva PRIMAULT – IFCE – Janvier 2024

## Freins et leviers aux interactions cultures-élevage à l'échelle d'un collectif

MANCEL L. (1,3\*), RAMONTEU S. (1), ANGEVIN F. (2), MAILLET G. (1), BAUMONT R. (3)

(1) ACTA, 149 rue de Bercy, 75595 PARIS CEDEX 12

(2) INRAE, UR SOLS, 45075 Orléans cedex 2

(3) INRAE, UMR Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

\* : Adresse actuelle : Pour une Agriculture Du Vivant, 18-26 rue Goubet, 75019 Paris

Mots-clés : Spécialisation ; polyculture-élevage ; complémentarité culture élevage ; coopération

### INTRODUCTION & OBJECTIFS

L'étude des freins et leviers aux interactions cultures-élevage à l'échelle d'un collectif s'inscrit dans le cadre de la mission de recherche et développement (inter GIS) REVE (Reconnexion Elevage VEgétal) dont l'objectif est d'explorer la diversité des interactions entre animaux et cultures. Cette étude visait plus spécifiquement les interactions cultures-élevage à l'échelle territoriale (ICET), c'est-à-dire, des interactions entre agriculteurs et acteurs du développement agricole. Cette échelle d'interaction, non plus entre ateliers d'une exploitation mais entre exploitations spécialisées ou non et organisées collectivement rencontre certaines difficultés voire des freins lors de la mise en oeuvre (Ramonteu et al., 2019) et traverse différentes phases de construction (Moraine et al., 2020). Ce travail visait à confronter les freins identifiés dans la bibliographie dans divers contextes territoriaux et avec des niveaux d'interaction plus ou moins forts et à identifier les leviers mis en place par les acteurs pour lever ces freins. L'étude, basée sur un dispositif d'enquêtes auprès d'acteurs impliqués dans des ICET, avait trois objectifs : caractériser le fonctionnement des interactions cultures-élevage étudiées ; identifier les difficultés rencontrées par les agriculteurs et par les acteurs en appui lors de la phase de mise en place de l'initiative ; et mettre en évidence les facteurs menaçant ou au contraire favorisant la pérennisation des ICET.

### 1. MATERIEL ET METHODES

Une synthèse bibliographique a d'abord été réalisée puis des enquêtes ont été conduites dans cinq cas d'étude, sélectionnés pour couvrir une diversité de situations agro-pédo-climatiques ainsi qu'une diversité d'ICET. Cinq cas d'étude (CS) ont été retenus (tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des cinq ICET étudiées

Cas d'étude	Type d'interaction	Acteur du développement agricole	Répartition géographique
CS1	Echange de matières (exemple paille/fumier)	Chambre d'Agriculture	 <small>(Source carte : Google Maps)</small>
CS3	Mise en commun d'outil (toasteur de soja)	Coopérative Utilisation Matériel Agricole (CUMA)	
CS2	Mise en commun d'outil (séchoir de luzerne)	Coopérative Utilisation Matériel Agricole (CUMA)	
CS4	Mise à disposition de parcelles (ovin/couvertures d'intercultures)	Groupement d'intérêt économique et environnemental (GIEE)	
CS5	Mise à disposition de parcelles (ovin/vigne)	ODG Châteauneuf du Pape	

Vingt-et-un entretiens semi-directifs ont été réalisés avec des agriculteurs impliqués dans des interactions ainsi qu'avec une partie des acteurs qui les ont accompagnés. Les données recueillies en entretiens ont été anonymisées et retranscrites et ont constitué l'essentiel du matériel mobilisé dans ce travail.

### 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les freins recensés lors des entretiens sont classés selon deux dimensions. On distingue les freins d'ordre matériel : logistiques, techniques et juridico-financiers ; des freins d'ordre sociaux, proches de la notion de coûts de transaction liés à : la collecte d'informations, la prise de décision collective, la mise en oeuvre opérationnelle et le pilotage (Asai et al., 2018). Dans ce travail, les freins à dimension sociale sont regroupés selon les termes mentionnés par les enquêtés, d'une part, à la mise en place de l'ICET : difficultés d'identification des partenaires, de dialogue entre agriculteurs spécialisés, lors de la négociation de l'ICET entre parties ; et, une fois l'ICET en place, des déséquilibres perçus entre les parties.

Le tableau 2 recense les **freins rencontrés pour chaque cas d'étude**. En vert, aucun acteur ne mentionne le frein ; en orange, le frein est mentionné par quelques acteurs mais des leviers sont rapidement identifiés et le frein est jugé comme mineur par les acteurs ; en rouge, le frein est mentionné par tous les acteurs interviewés et est considéré comme majeur par ceux-ci. Le texte indique le levier principal mobilisé pour chaque frein. La mention « appui externe » indique qu'un acteur non agriculteur a été mobilisé pour lever la contrainte. Les interventions de ces acteurs varient selon la nature du frein, il s'agit notamment d'expertises juridiques ou techniques et d'animations d'ateliers de co-construction.

Tableau 2 : Principaux freins identifiés lors des enquêtes dans les cinq cas d'étude.

Cas d'étude	Niveau interaction	Dimension matérielle			Dimension sociale / Facteurs humains			
		Montage juridique et financement	Techniques	Logistiques	Identification partenaires	Difficultés entre agriculteurs spécialisés	Négociation initiale	Déséquilibres au cours de l'interaction
CS3	Faible		APPUI EXTERNE	Planification				
CS1	Moyen			Distance limite fixée			Modélisation gain	
CS2	Fort	APPUI EXTERNE	APPUI EXTERNE	APPUI EXTERNE		APPUI EXTERNE	APPUI EXTERNE	Non concerné
CS4	Fort			Distance limite fixée	APPUI EXTERNE			CESSATION ICET
CS5	Fort			APPUI EXTERNE	APPUI EXTERNE	Non levé		Non levé

Les contraintes matérielles concernent l'ensemble des cas. Un seul cas d'étude a été concerné par des difficultés juridiques - lors du financement du projet - et certains agriculteurs sont également concernés par des **contraintes techniques**, principalement les éleveurs. En phase d'étude de faisabilité des projets, des **expertises d'acteurs du développement agricole** ont pu être mobilisées pour favoriser l'émergence des collectifs sur les aspects techniques, financiers et juridiques. Le **frein logistique** semble être un frein majeur car il est commun à l'ensemble des cas étudiés, quel que soit le niveau d'intégration des interactions. Dans deux cas d'étude, l'appui d'acteurs du développement agricole a permis d'organiser l'ICET et ainsi de pallier aux difficultés logistiques.

Par ailleurs, l'étude met en évidence l'importance de la dimension sociale dans la mise en place et le maintien des ICET, **le facteur humain** pouvant à lui seul consolider ou au contraire mettre en péril l'interaction. L'appui d'un acteur externe, au-delà des aspects matériels mentionnés précédemment, semble donc essentiel.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Dans l'échantillon retenu, on ne distingue pas de corrélation entre le type de freins majeurs et le type d'interaction, en revanche, les difficultés sont majoritairement rencontrées en phase d'émergence des projets. Finalement, quel que soit le degré d'interaction entre agriculteurs et l'échelle du collectif, la dimension humaine semble être un facteur majeur d'embarquement et de pérennisation de telles reconnexions. L'accompagnement humain des collectifs d'agriculteurs est un enjeu d'autant plus fort pour favoriser ces interactions cultures-élevage que les territoires sont spécialisés et/ou que l'échelle du collectif est grande. Cela pose alors la question des structures et compétences adaptées à l'accompagnement de ces projets.

*Sincères remerciements au GIS Avenir Elevages pour le financement de l'étude et à l'ensemble des acteurs ayant participé via leur témoignage lors des entretiens ou leur appui dans l'accompagnement de cette étude.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Asai, M., Moraine, M., Ryschawy, J., de Wit, J., Hoshide, A.K., Martin, G., 2018. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies. *Land Use Policy* 73, 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.010>
- Moraine, M., Ryschawy, J., Napoléone, M., Ramonteu, S., Choisis, J.-P., 2020. Complémentarités culture – élevage à l'échelle territoire : facteurs de déverrouillage et de pérennisation des projets collectifs. *Innovations Agronomiques*. 99-112. <https://hal.science/hal-02530850/>
- Ramonteu, S., Gagné, C., Martel, G., Choisis, J.P., 2019. chapitre 20 – Quelles opportunités de reconnexion entre animal et végétal à l'échelle des territoires ? *Pratiques d'élevages et Environnement : Mesurer, Évaluer, Agir, Savoir Faire*. Editions Quae, 376 p.

# Freins et leviers au développement de complémentarités culture-élevage à l'échelle territoriale: le cas du viti-pastoralisme dans l'Aude

Stark F.<sup>1</sup>, Ryschawy J.<sup>2</sup>, Grillot M.<sup>2</sup>, Cassagnes A.<sup>3</sup>, Moraine M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> UMR SELMET, Univ Montpellier, INRAE, CIRAD, L'Institut Agro – Montpellier, Montpellier, France

<sup>2</sup> UMR AGIR, Univ Toulouse, INRAE, INP-ENSAT, Castanet-Tolosan, France

<sup>3</sup> BioCivam Aude, Carcassonne, France

<sup>4</sup> UMR INNOVATION, Univ Montpellier, INRAE, CIRAD, L'Institut Agro – Montpellier, Montpellier, France

Contact : [fabien.stark@inrae.fr](mailto:fabien.stark@inrae.fr)

**Mots clés** : intégration agriculture-élevage ; perception ; multifonctionnalité ; agroécologie

**INTRODUCTION** : La place de l'élevage dans les systèmes agricoles et alimentaires doit être repensée pour limiter la compétition entre alimentation animale et humaine, valoriser au mieux une diversité de ressources et de milieux (co-produits, espaces semi-naturels) et favoriser le bouclage des cycles des nutriments à l'échelle locale, ainsi que la fourniture d'un ensemble de services rendus aux territoires (Van Zanten et al., 2019 ; Dumont et al., 2019). Pour répondre à ces enjeux, il apparaît essentiel de pouvoir reconnecter cultures et élevages à une échelle locale de manière à en valoriser les services réciproques qui sont rendus (Martin et al., 2016).

**MATÉRIEL** : Dans le Minervois, territoire à dominante viticole, et plus largement dans l'Aude, plusieurs initiatives autour des complémentarités culture-élevage émergent déjà. On observe un regain d'intérêt pour le maintien voire la réintroduction d'activité d'élevage, principalement de type ovin pastoral. Les collectivités souhaitent quant à elles maintenir les milieux ouverts et contribuer à la lutte contre les incendies par le pâturage des espaces naturels et semi-naturels. Un groupe d'agriculteurs a développé des systèmes de culture biologiques intégrant des légumineuses fourragères, valorisées par la fauche et le pâturage. Les viticulteurs, de leur côté, souhaitent pouvoir faire pâturer les inter-rangs de vigne pour limiter l'usage de produits phytosanitaires (Brewer et al., 2023 ; Ryschawy et al., 2021). Malgré ces intérêts multiples pour l'élevage pastoral, les initiatives mises en œuvre ont du mal à s'inscrire durablement dans le territoire. Il existe en effet de nombreux freins techniques et organisationnels à ces initiatives collectives (Asai et al., 2018 ; Moraine et al., 2020). Ce travail vise à analyser les freins et leviers aux complémentarités culture-élevage dans l'Aude, de manière à identifier leurs conditions de pérennisation et de développement potentiel.

**MÉTHODE** : Pour ce faire, une soixantaine d'entretiens semi-directifs ont été conduits entre 2020 et 2023 par des étudiants auprès de cinq initiatives collectives d'intégration culture-élevage réparties dans l'Aude, faisant partie du projet de recherche participative SagiTerres (CO3). De manière à croiser les perceptions des différentes personnes enquêtées, ces entretiens ont concerné les agriculteurs directement engagés dans ces pratiques, des animateurs et conseillers qui accompagnent ces dynamiques, ainsi que d'autres acteurs du territoire, indirectement partie prenante de ces enjeux de complémentarités territoriales mais potentiels sources d'innovation (Pigford et al., 2018). Il s'agit notamment de collectivités territoriales, de coopératives, de représentants d'activités récréatives, forestières et de gestion des espaces naturels. Sur cette base, les entretiens ont été analysés à travers une grille de lecture inspirée de la littérature sur le sujet (Asai et al., 2018, Garrett et al., 2020, Moraine et al., 2020) pour en identifier les freins et leviers (biotechnique, socio-territoriaux, économique).

**RÉSULTATS** : Les résultats montrent qu'il existe des freins d'ordre technique, avec des questionnements sur l'impact du pâturage sur le tassement du sol, la fertilisation de la vigne, l'impact des traitements phytosanitaires sur les animaux, la qualité de la ressource en herbe ou encore le chargement animal adéquat. Pour autant, de nombreux freins concernent la dimension socio-économique. Les formes d'arrangement (contractualisation, rémunération, subvention PAC) soulèvent aussi des interrogations d'un point de vue juridique (responsabilité, durée) et en termes d'équité, en particulier de rémunération du service rendu (alimentation du troupeau gratuite versus entretien de la parcelle). Enfin, la dimension dite socio-territoriale n'est pas à négliger. La réintroduction d'élevage requiert en effet des infrastructures nécessaires à la commercialisation, à commencer par des outils

d'abattage et de découpe. La présence de nouveaux acteurs sur le territoire (ici les bergers) peut en effet être source de conflits en termes d'usage partagé de ces espaces. Une certaine méfiance et incompréhension vis-à-vis du métier de l'autre peut aussi impacter cette cohabitation entre propriétaires fonciers et éleveurs (continuité des espaces, mise à disposition abreuvement pour les animaux, etc...).

**DISCUSSION :** Pour autant, ces initiatives collectives nous renseignent sur le fait qu'il existe des leviers pour mettre en place ces complémentarités et assurer ainsi un ensemble de services pour les acteurs concernés et pour les territoires dans lesquels ils s'insèrent. Un diagnostic partagé des ressources et des acteurs du territoire semble être un pré-requis nécessaire pour s'assurer d'une ressource fourragère et pastorale suffisante pour permettre l'alimentation des troupeaux sur la période souhaitée (toute l'année, transhumance inverse hivernale, ...). L'implication de structures d'animation ou de conseil apparaît comme centrale pour faciliter les échanges entre parties prenantes du territoire, et s'assurer ainsi d'un dialogue et d'une compréhension mutuelle du cadre de contraintes de chacun. Les collectivités territoriales jouent aussi un rôle central, à la fois en termes de portage politique (projet alimentaire territorial, ouverture des milieux, lutte contre les incendies), en termes de diffusion de l'information et de mise en relation des propriétaires avec les éleveurs, mais aussi en tant que propriétaires d'espaces semi-naturels propices à l'alimentation des troupeaux.

**CONCLUSION :** Ce travail sur les freins et leviers a permis de re-contextualiser ces enjeux de complémentarité agriculture-élevage dans un territoire donné, en prenant en compte les caractéristiques des espaces agricoles et naturels, ainsi que le jeu d'acteurs en présence. Sur cette base, et dans le cadre du projet de recherche participative SagiTerres dans lequel s'inscrit cette étude, différents travaux complémentaires ont ainsi pu être engagés pour répondre aux enjeux posés, qu'il s'agisse d'information aux futurs porteurs de projet, de nouvelles connaissances produites sur l'impact du pâturage sur la vigne, ou encore de méthodes et outils de diagnostic, de conception et concertation pour faciliter les échanges entre acteurs.

**Remerciements :** *les auteurs tiennent à remercier les personnes enquêtées, les étudiants qui y ont pris part, et les partenaires du projet SagiTerres. Ce travail a bénéficié d'une aide du Labex AGRO 2011- LABX-002, projet n°2123-039, intégré à l'I-Site Muse coordonnée par Agropolis Fondation et par la Fondation Daniel & Nina Carasso dans le cadre du dispositif CO3.*

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:**

- Asai, M., Moraine, M., Ryschawy, J., de Wit, J., Hoshide, A.K., Martin, G., 2018. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross analysis of worldwide case studies. *Land Use Pol.* 73, 184–194.
- Brewer, K.M., Muñoz-Araya, M., Martinez, I., Marshall, K.N., Gaudin, A.C., 2023. Long-term integrated crop-livestock grazing stimulates soil ecosystem carbon flux, increasing subsoil carbon storage in California perennial agroecosystems. *Geoderma* 438, 116598.
- Dumont, B., Ryschawy, J., Duru, M., Benoit, M., Chatellier, V., Delaby, L., Donnars, C., Dupraz, P., Lemauiel-Lavenant, S., Méda, B., Vollet, D., Sabatier, R., 2019. Review: Associations among goods, impacts and ecosystem services provided by livestock farming. *Animal* 13, 1773–1784.
- Garrett, R., Ryschawy, J., Bell, L., Cortner, O., Ferreira, J., Garik, A.V., Gil, J., Klerkx, L., Moraine, M., Peterson, C., dos Reis, J.C., Valentim, J., 2020. Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales. *Ecology and Society* 25.
- Martin, G., Moraine, M., Ryschawy, J., Magne, M.-A., Asai, M., Sarthou, J.-P., Duru, M., Therond, O., 2016. Crop-livestock integration beyond the farm level: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 53.
- Moraine M., Ryschawy J., Napoleone M., Ramonteu S., Choisis J.-P. Complémentarités culture -élevage à l'échelle territoire : facteurs de déverrouillage et de pérennisation des projets collectifs. *Innovations Agronomiques*, 2020, 80, pp.99-112.
- Pigford, A.-A.E., Hickey, G.M., Klerkx, L., 2018. Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. *Agricultural Systems* 164, 116–121.
- Ryschawy, J., Tiffany, S., Gaudin, A., Niles, M.T., Garrett, R.D., 2021. Moving niche agroecological initiatives to the mainstream: A case-study of sheep-vineyard integration in California. *Land Use Policy* 109, 105680.
- Van Zanten, H.H.E., Van Ittersum, M.K., de Boer, I.J.M., 2019. The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security* 21, 18–22.

# Pérenniser et développer les initiatives collectives d'intégration culture-élevage sur le territoire audois : quelles formes de coordination ?

CHASTAGNER C., MORAINÉ M. (1), RAMONTEU S. (2), LUCAS V. (3)

(1) UMR INNOVATION, INRAE, CIRAD, Institut Agro Montpellier, 2 Place Pierre Viala, 34060 MONTPELLIER - [marc.moraine@inrae.fr](mailto:marc.moraine@inrae.fr)

(2) ACTA-Instituts techniques agricoles, 149 Rue de Bercy, 75012 PARIS

(3) UMR BAGAP, 65 rue de Saint-Brieuc, CS84215, 35042 RENNES Cedex

Mots-clés : *intégration culture élevage, développement territorial, réseau social, coordination.*

## INTRODUCTION

Avec une agriculture très spécialisée en viticulture et des paysages partagés entre garrigues, pinèdes et zones urbanisées très sensibles au risque incendie et fortement exposées au changement climatique, l'Aude offre un contexte propice à l'étude des dynamiques de ré-intégration de l'élevage dans les territoires méditerranéens. Plusieurs études cadrent ce travail, car les freins et leviers à la mise en place et à la pérennisation d'échanges entre céréaliers, éleveurs et vigneron ont été étudiés au sein d'initiatives innovantes (Moraine et al., 2020). Les conflits d'usage, les difficultés de coordination entre acteurs, le manque de reconnaissance ou de légitimité locale sont souvent cités comme facteurs d'échec de ces dynamiques, ou limitant leur potentiel de développement. Ces enjeux sociaux et organisationnels, bien que cruciaux, sont souvent mal compris et renvoyés à une catégorie de « freins ». Très souvent, les collectifs mixtes céréaliers-éleveurs existant ne mettent pas en avant leurs pratiques ni leurs modalités de coordination, au point d'être parfois qualifiés d'« agroécologie silencieuse » (Lucas, 2021). Cette coordination et les coûts de transaction qu'elle implique requiert néanmoins des compétences individuelles (des agriculteurs impliqués et des animateurs qui les accompagnent), et un capital social et relationnel cruciaux pour la pérennité du groupe. Cette communication présente une analyse de l'impact des formes de coordination entre acteurs sur la pérennisation des initiatives d'intégration culture-élevage, dans deux territoires de l'Aude. Le rôle d'acteurs territoriaux est également étudié pour identifier des pistes de soutien de ces initiatives.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Dans l'Aude, la viticulture représente 65% des exploitations agricoles, avec de nombreux AOP et IGP (Corbières, la Clape, Minervois) contre seulement 13% en grandes cultures (Agréste, 2022). L'activité agro-pastorale s'inscrit dans une dynamique émergente et répond au besoin de valoriser l'ensemble des ressources du territoire via du pâturage extensif de la végétation spontanée et cultivée (Carrière V., 2022). Certains viticulteurs intègrent le retour de ces troupeaux dans leurs systèmes viticoles, afin de réduire les herbicides et le travail du sol et favoriser la fertilité des sols. D'autres acteurs des territoires jouent aussi en faveur ou en défaveur de la présence de l'élevage : mise à disposition de parcelles de foncier public ou limitation du droit de circuler, coordination ou conflit avec les activités de chasse et de loisirs. Le projet SagiTerres (Stratégies Collectives pour une Agroécologie de Territoire) comporte un volet d'analyse sociologique visant à caractériser les modalités de coordination entre acteurs pour favoriser l'intégration culture - élevage sur les territoires de l'Aude. L'étude présentée ici s'appuie sur 13 entretiens de type semi-directif, réalisés en 2023 auprès d'animateurs agricoles, d'acteurs locaux et d'agriculteurs. Ils sont complétés par les éléments provenant de 26 entretiens remobilisés de travaux précédents datant de 2021 et 2022, et par l'observation de temps collectifs au sein des groupes d'acteurs porteurs des initiatives. Quatre cas d'étude ont été choisis pour couvrir des situations variées : (1) l'installation d'un berger par une commune qui s'inscrit dans une dynamique de long terme ; (2) le passage très récent d'un troupeau sur une zone de La Clape avec un précédent conflictuel ; (3) des échanges entre céréaliers qui cultivent des surfaces fourragères en agriculture biologique et des éleveurs venant faucher ces surfaces ; (4) des bergers pâturant directement les résidus de culture, prairies et couverts végétaux en céréales et vigne. Une grille d'analyse *ad hoc* inspirée de la sociologie pragmatique (Christiansen et al., 2023) a été construite et mise en œuvre pour identifier les configurations de coordination à l'œuvre dans ces cas d'étude.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

La cartographie des réseaux d'acteurs impliqués positivement ou négativement dans les initiatives d'intégration culture - élevage permet d'identifier les acteurs clés et leurs positionnements respectifs. Les rôles d'animation et d'intermédiation sont cruciaux, ils sont portés par des structures et des personnes aux profils différents dont les compétences, la légitimité et la présence locale sont déterminantes. D'autres rôles d'appui sont également déterminants pour assurer la continuité des initiatives et surmonter les conflits. L'accès à différentes ressources du territoire et les conditions d'accueil des bergers dépendent majoritairement des acteurs publics locaux, communes en premier lieu, ou de l'existence de groupes d'agriculteurs et/ou vigneronns suffisamment structurés et engagés pour contrebalancer les nombreux facteurs de précarité des bergers sur le territoire (conditions d'hébergement, difficultés de circulation, difficultés d'anticipation des aléas climatiques ou d'accès aux espaces, conflits avec les autres usagers de l'espace). Ces facteurs de précarité sont vécus très différemment selon l'entourage des bergers, selon le territoire et selon leur profil professionnel et leur capacité à communiquer sur leur activité et leurs contraintes.

Les structures d'animation territoriale et les acteurs publics ont un rôle important dans la reconnaissance de l'intérêt de la présence des troupeaux, et l'endossement d'une forme de responsabilité en cas de conflit. Cette responsabilité ne peut être portée par un seul individu et n'est jamais complètement formalisée, cependant dans certains cas la volonté de l'accueil du berger et son statut local est assez clair pour ne pas être remis en cause en cas de difficulté.

L'analyse des configurations d'intégration culture - élevage nous amène à trois pistes de travail pour renforcer la pérennité des initiatives en cours.

(i) L'institutionnalisation de ces pratiques et des collectifs agriculteurs-éleveurs semble nécessaire pour donner à voir les bénéfices et assumer les limites de ces systèmes, distribuer le risque et l'investissement personnel des parties prenantes et prendre une place significative dans le jeu d'acteur local.

(ii) La montée en compétences des différents acteurs (agriculteurs, animateurs, élus, agents de développement) sur les enjeux et conditions de réussite ces dynamiques d'intégration culture - élevage est nécessaire pour favoriser l'engagement et outiller les démarches sur le territoire. Cela peut passer par l'articulation avec les politiques publiques locales, savoir trouver les modalités de coordination, de médiation et résolution de conflits, et le pilotage des initiatives par la prise de recul sur les coûts et bénéfices des choix réalisés, des priorités à court ou long terme afin de rendre le système plus résilient. Cette montée en compétence doit être organisée et prise en charge par des acteurs suffisamment légitimes et dotés de suffisamment de moyens pour l'assurer.

(iii) Découlant des deux pistes précédentes, la reconnaissance des bénéfices liés à l'élevage sur les territoires doit être améliorée sur le volet économique (rémunération des services rendus et valorisation adaptée des produits de l'élevage) et sur le volet social (donner une visibilité aux pratiques d'élevage, limiter les facteurs de précarité, organiser la place des éleveurs dans la gouvernance des initiatives).

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

En mobilisant une analyse sociologique des formes de coordination entre agriculteurs et éleveurs et de l'intégration territoriale de l'élevage dans un contexte de territoire spécialisé en viticulture, nous avons identifié une diversité de situations qui illustre le rôle des acteurs locaux et l'importance de la structuration des réseaux sociaux. Nos conclusions et recommandations pourront être comparées et discutées avec d'autres situations territoriales et expérimentées au sein d'initiatives de territoires innovants pour l'agroécologie de territoire.

*Ce travail a bénéficié d'une aide du Labex AGRO 2011- LABX-002, projet n°2123-039, intégré à l'I-Site Muse coordonnée par Agropolis Fondation et par la Fondation Daniel & Nina Carasso dans le cadre du dispositif CO3. Les auteurs remercient les agriculteurs, éleveurs, élus et agents de développement qui ont accepté de nous consacrer du temps.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Carrière V., 2022. Comment intégrer une activité d'élevage pastoral dans le Minervois ? [Mémoire] Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, Toulouse. p.75

Christiansen G., Simonneaux J., Hazard L., 2023. The human being at the heart of agroecological transitions: insights from cognitive mapping of actors' vision of change in Roquefort area, *Agriculture and Human Values*, p.22

Lucas V. 2021. A "silent" agroecology: The significance of unrecognized sociotechnical changes made by French farmers. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 102, pp.1-23

Moraine M. Ryschawy J., Napoleone M., Ramonteu S., Choisis J.-P., 2020. Complémentarité culture-élevage à l'échelle territoire : facteurs de déverrouillage et de pérennisation des projets collectifs, *Innovations Agronomiques*, INRAE, 80, 99-112

# Coopération entre cultures et élevages en Bourgogne Franche-Comté : étude des facteurs techniques et sociologiques

KOUAME Yao, EPLEFPA de Fontaines Sud-Bourgogne, 10 Quai la Platière, 71150 Fontaines

**Mots-clés** : spécialisation, territoire, coopération, confiance.

## INTRODUCTION

Après la Seconde Guerre mondiale, l'agriculture française s'est intensifiée pour répondre à la demande alimentaire. Ces 40 dernières années ont vu des régions traditionnellement dédiées à la polyculture élevage se spécialiser (Mignolet et al, 2012 ; Chatelier et Gagné, 2012) et on observe aujourd'hui une forte spécialisation territoriale des exploitations agricoles françaises. Mais la durabilité de ces systèmes spécialisés est remise en question. Dans ce contexte, des auteurs mettent en évidence l'intérêt de réintroduire de la diversité dans les systèmes de production et de favoriser les interactions entre culture et élevage à l'échelle des territoires (Lemaire, 2007 ; Wilkins, 2008 ; Moraine et al, 2019 ; Ryschawy et al. 2019). Les études conduites sur la coopération entre culture et élevage à cette échelle analysent comment l'interaction entre cultures et élevage permet d'améliorer le bouclage des cycles de nutriments et de réduire les impacts environnementaux, mais peu de travaux étudient les conditions de mise en œuvre, les freins et leviers d'ordresocial (Moraine et al, 2019). Face à ce constat, il paraît utile d'étudier les facteurs techniques, mais aussi sociaux susceptibles de jouer un rôle dans la mise en œuvre de coopération à l'échelle des territoires. L'objectif est de comprendre les motivations qui sont à l'origine des coopérations entre exploitants, de mettre en évidence les conditions de réalisation de ces coopérations, les bénéfices qui en sont attendus par les acteurs qui s'y engagent ainsi que les leviers d'actions pour une meilleure coopération.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'échantillonnage a été construit avec les porteurs du projet. Certains contacts étaient issus des premières enquêtes courtes réalisées par les stagiaires et apprentis des lycées à l'automne 2020 auprès de leurs maîtres de stage. Cette liste a été complétée par les contacts fournis par les techniciens des chambres d'agriculture partenaires du projet. Les données de cette étude ont été collectées à partir d'entretiens semi-directifs. Pour cette étude, nous avons défini un coopérateur comme un exploitant A échangeant une matière X contre une matière Y avec un exploitant B. Cette définition suppose donc un flux de matière entre l'exploitant A et l'exploitant B. En revanche, a été aussi considéré comme coopérateur un exploitant A s'engageant à produire de la luzerne pour la vendre à un exploitant B dans le but de diversifier ses cultures et/ou rotations. Pour mieux analyser la diversité des coopérations, nous avons réalisé une typologie basée sur la nature des échanges. Ainsi, pour chaque type d'échange, nous analysons de façon factuelle les motivations de l'exploitant, l'organisation du travail, les critères de décisions, etc.

## 2. RESULTATS

Sur une population source de 72 exploitations, 38 exploitants ont été enquêtés dont 16 coopérateurs. Cinq typologies de coopérations ont été établies à partir de 25 types d'échanges. Pour ce résumé, nous présentons trois typologies :

- **Typologie 1 : échange paille contre de la matière organique**

Dans ce type d'échange, l'intérêt de certains céréaliers est d'ordre agronomique « *le fumier aujourd'hui, c'est le meilleur engrais qui existe... le seul moyen de l'avoir c'est de faire des échanges* ». Pour d'autres, leur action s'inscrit dans une logique de solidarité ou de soutien à leurs pairs lorsque les années sèches affectent la production de fourrage, « *On subit une sécheresse, il faut être solidaire avec les éleveurs* ». Cette action de solidarité s'effectue principalement entre amis comme cet exploitant qui affirme : « *C'est un copain et c'était pour lui rendre service quand il s'est installé. Nous, le but c'était de rendre service* ».

Pour ce type d'échange, des éleveurs sont parfois contraints de faire tout le travail pour avoir accès à la paille : « *Ici c'est plutôt, tu prends mon champ, tu fais tout de A à Z.... Quand tu as le matériel, tu ne te poses pas de questions non plus, tu ne comptes pas forcément ta main-d'œuvre et tout ça* ».

- **Typologie 2 : pâturage de prairie permanente ou d'interculture par les ovins**

La motivation principale des céréaliers est d'ordre agronomique (fertilité du sol). Pour d'autres, valoriser les couverts végétaux par les brebis traduirait une image sympathique et positive dans la commune pour les habitants n'ayant pas l'habitude de voir des brebis sur des parcelles céréalières. Au-delà de l'autonomie fourragère mise en avant par les éleveurs ovins, les motivations peuvent être d'ordre économique notamment

par la réduction des charges de structure pour les exploitants autonomes en fourrage, mais limités en bâtiment ou surface : « *Dans mon système, j'ai 650 brebis, mais je n'ai que 300 places en bergerie, donc l'hiver j'ai toujours 350 brebis dehors, je manque de surface pendant la période hivernale pour stocker les brebis. Si j'avais assez de bâtiment, sûrement je n'aurais pas besoin de ces surfaces* ».

- **Typologie 3 : échange de luzerne contre de la matière organique**

Les céréaliers concernés par ce type d'échange sont des producteurs de luzerne porte-graine ayant des contrats de production (de luzerne porte-graine) avec des semenciers. Quel que soit le mode de production de la luzerne porte-graine, les céréaliers réalisent une préfauche qui est en général broyée ou laissée au sol. Les céréaliers estiment qu'il s'agit d'un gaspillage de ressources riches en protéine la valorisent auprès des éleveurs. « *Je suis producteur de luzerne porte-graine. Et la luzerne semence dans son cycle, il faut faire une préfauche autour du 1er mai. Et la préfauche il y en a qui la broie, mais moi je trouve que broyer de la luzerne c'est quand même dommage parce que c'est de la bonne qualité pour les vaches, et eux ils en avaient besoin pour les vaches* ». Pour l'organisation du travail, le céréalier assure l'implantation de la luzerne et l'éleveur effectue la préfauche y compris l'analyse du taux de matière sèche.

**Critères de décisions :**

- **Les exploitants semblent privilégier les échanges de ressources entre amis.** Cette logique sous-entend un soutien mutuel ou de reconnaissance entre des agriculteurs amis dans l'exercice de leur métier « *Si je ne connais pas la personne, je vends carrément la paille* » affirme un céréalier. Selon un éleveur, les liens ont une importance capitale dans la prise de décision « *Les agriculteurs qu'on connaît bien, les copains qui n'étaient pas trop d'accord pour ça, ils ont du mal à me dire non* ».
- **Des échanges marqués par une absence de contrats :** la confiance réciproque et la proximité « *c'est tout oral, pas de contrat parce que c'est basé sur la confiance. Si demain on dit au gars qu'on signe un contrat et tout, ça veut dire qu'on n'a pas confiance ou qu'eux ils n'ont pas confiance* ». La proximité géographique semble aussi expliquer en partie ces échanges informels, « *Iln'y'a pas de contrat parce qu'il habite à côté de chez moi* », « *quelqu'un qu'on connaît plus proche (d'un point de vue de la distance), on a plus confiance aussi* ».
- **La proximité géographique, un facteur déterminant pour coopérer :** « *S'ils n'étaient pas autour, je ne ferais pas d'échange...* ». « *Là où il y a un problème et qu'on bute, c'est les distances, amener du fumier en camion ça coûte trop cher par rapport aux prix de nos engrais* ».

### 3. DISCUSSION

- Ryschawy et al. (2019) a identifié que les échanges « fumier-paille » pouvaient augmenter les marges brutes des exploitants tout en diminuant les impacts sur l'environnement ; mais cela au détriment d'une plus **grande charge de travail et de logistique**. Cela est en accord avec nos résultats, notamment sur le risque d'une plus grande charge de travail pour les éleveurs. Si les éleveurs sont parfois contraints d'effectuer l'ensemble des travaux, cela pourrait s'expliquer par le fait qu'il existe une forte concurrence sur la paille. En effet, face aux aléas climatiques, les éleveurs acceptent une relation inéquitable pour avoir accès à la paille en évitant de l'acheter plus cher.
- **La non-formalisation des échanges semble être cohérente avec les liens de confiance** existant entre les partenaires. L'étude montre que les coopérations identifiées sont informelles, les coopérateurs mentionnant que la mise en place d'un contrat entre amis ou voisins serait synonyme d'un manque de confiance. Dans le même sens, Dupuy et Torre (2004) ont également identifié que la formalisation des échanges pourrait dégrader la qualité de la relation établie.
- **La proximité géographique, en lien avec les coûts de transport et la charge de travail**, est le premier ensemble de critères pour décider de coopérer chez les exploitants enquêtés, et s'avère déterminant dans la mise en œuvre d'un partenariat. Rallet (2002) a montré que la proximité est synonyme d'un faible coût. Les résultats de l'étude Cer'el (2015) ont aussi mis en évidence que la proximité géographique est l'une des conditions essentielles pour coopérer. Torre (2009) a montré que cette proximité joue un rôle non négligeable dans la dynamique des échanges entre individus, dans les déplacements des personnes et des biens, et de manière plus générale dans le mouvement des activités humaines et sociales.

### CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cette étude conduite en Bourgogne Franche-Comté nous a permis de mettre en évidence une diversité des types de coopérations entre agriculteurs et éleveurs. Il ressort que la coopération présente plusieurs intérêts pour les partenaires d'un point de vue agronomique, zootechnique et économique. L'analyse technique et

sociologique atteste que la mise en œuvre d'un partenariat à l'échelle du territoire n'est pas toujours simple et dépend de la nature de l'échange, de la distance entre les partenaires et de la logistique dont ils disposent. La proximité géographique et les relations humaines fondées sur l'amitié favorisent la prise d'initiative et la pérennité des coopérations entre culture et élevage. Cette étude propose une vision globale des facteurs intervenant dans la mise en œuvre de coopérations entre culture et élevage à l'échelle des territoires et pose des bases pour d'éventuelles études sur la coopération en intégrant un volet sociologique. Cette étude tend à montrer aussi que le développement de ces coopérations ne se fera pas sans un accompagnement des exploitants.

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Bell, L.W., & Moore, A.D., 2012.** Integrated crop–livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. *Agricultural Systems*, 111, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.04.003>
- Bakker S., Chauveau H., Courty P., Courseau P., Collin M., Lefranc C., Michaud G. - Schneegans M., 2015.** Projet CER'EL : Réalités et perspectives des coopérations entre céréaliers et éleveurs, 203 p.
- Chatellier V., Gagné C., 2012.** Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français. *Innovations Agronomiques*, 22, 185-203.
- Dupuy C. et Torre A., 2004.** Confiance et proximité in Pecqueur B. et Zimmermann J.B. (eds), 2004, *Économie de Proximités*, Hermès, Paris
- Lemaire G., 2007.** Interactions entre systèmes fourragers et systèmes de grandes cultures à l'échelle d'un territoire. *Intérêts pour l'environnement. Fourrages* 189, 19–32.
- Mignolet C., Schott C., Benoît M., Meynard J-M., 2012.** “Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures.” *Innovations Agronomiques* 22, 1-16.
- Moraine M., Ramonteu S., Magrini M.-B., Choisis J.-P., 2019.** Typologie de projets de complémentarité culture – élevage à l'échelle du territoire en France : de l'innovation technique à l'innovation territoriale. *Innovations Agronomiques* 72 (2019), 45-59
- Rallet A., 2002.** L'économie de proximité. *Propos d'étape. Etud. Rech. Syst. Agraires Dév.*, 2002, 33 : 11-25
- Ryschawy J., Moraine, M., Péquignot, M. & Martin, G., 2019.** Trade-offs among individual and collective performances related to crop–livestock integration among farms: a case study in southwestern France. *Organic Agriculture* 9(4) : 399-416.
- Torre A., 2009.** Retour sur la notion de Proximité Géographique. *Géographie, économie, Société* 11 (2009) 63-75
- Wilkins R.J., 2008.** Eco-efficient approaches to land management: A case for increased integration of crop and animal production systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 363, 517– 525

# **FICELLE : projet CASDAR Faciliter les Interactions entre Cultures ELevages à L'Echelle territoriale**

BODINEAU J.F. (1), BROUANT B. (2)

(1) CRAGE, Parc Technologique du Mont Bernard, 2 rue Dom Perignon 51000 Châlons-en-Champagne

(2) CRAGE, 9 rue de la Vologne Bât. I 54520 LAXOU

Mots-clés : Autonomie protéique, Interactions cultures-élevages, Territoires

## **INTRODUCTION**

Au fil des décennies, les exploitations de polyculture-élevage, modèle vertueux, se sont progressivement spécialisées souvent au détriment de l'élevage, cette spécialisation s'est également exercée à l'échelle des régions agricoles.

FICELLE est un projet CASDAR, qui se déroulera sur 3.5 ans (clôture en février 2027). Les objectifs du projet sont d'une part, de formaliser des méthodologies d'émergence d'Interactions Cultures-Elevages Territoriales (ICET) et d'autre part, d'accompagner et évaluer leur mise en œuvre sur des territoires pilotes. Un large panel d'ICET existe aujourd'hui avec des modalités variées, tant sur l'objet d'échange ou de mutualisation (échanges paille-effluent, pâturage d'intercultures, assolement en commun ...) que sur la taille et l'échelle des territoires concernés. Le projet contribuera à consolider la résilience des territoires et des exploitations agricoles face aux aléas économiques, climatiques et sanitaires via une transition vers des systèmes plus sobres en intrants et autonomes en intrants, fourrages et protéines.

## **1. MATERIEL ET METHODES**

La 1<sup>ère</sup> action technique du projet est de caractériser la diversité des ICET en cours ou potentielles sur 4 territoires d'études variés par leur géographie, leur typologie et leur maturité dans la réalisation d'ICET :

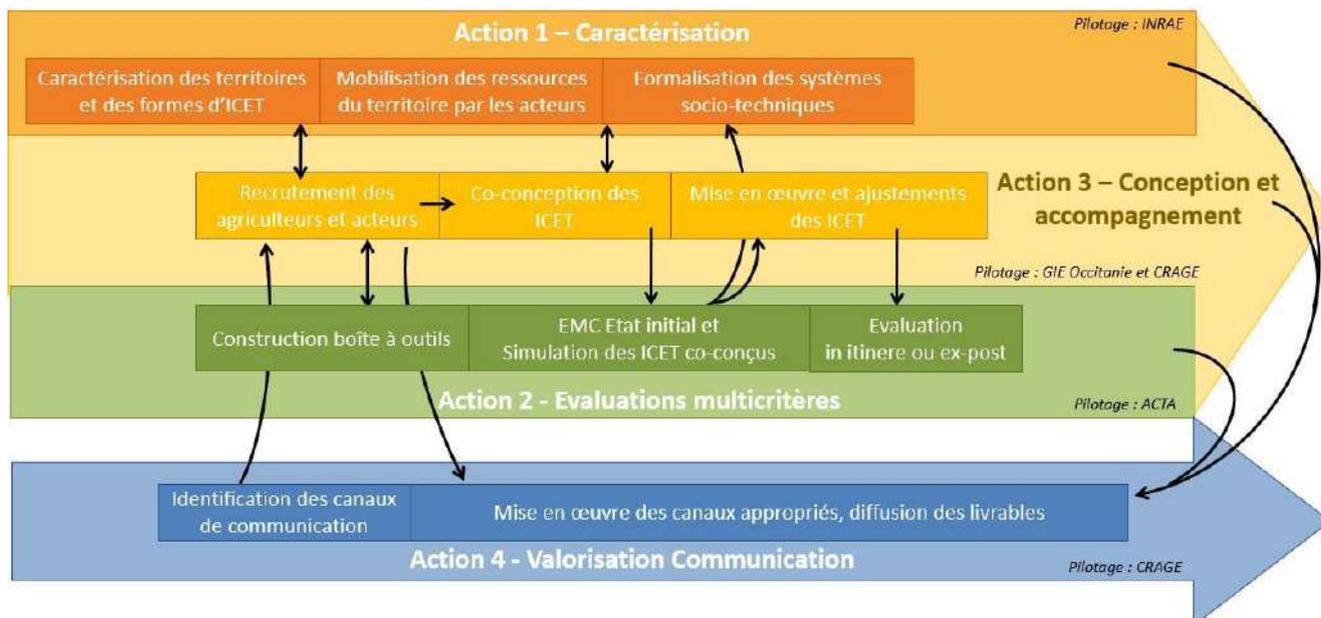
- L'Argonne Ardennaise un territoire de polyculture-élevage où l'élevage est en déclin ;
- Le Sud Morbihan, un territoire d'élevage en déprise sous pression d'urbanisation forte ;
- Les Hautes Pyrénées, un territoire entre plaine et montagne et entre cultures et élevages sous contraintes fortes de changement climatique ;
- La Beauce -Gâtinais, un territoire de grandes cultures où l'élevage tente d'être réintroduit.

Une première typologie des ICET avait été réalisée, dans le cadre du RMT SPICEE (Moraine et al, 2019). La diversité des ICET s'est encore accrue, tant sur la prise en compte de nouveaux objets (espaces interstitiels, filières non OGM, méthanisation...) que sur les échelles d'appréhension, nécessitant d'enrichir leur caractérisation.

La seconde action sera d'identifier des indicateurs pertinents et multicritères pour évaluer et objectiver les bénéfices des ICET à la fois à l'échelle des exploitations, des collectifs et celle des territoires. Le projet permettra de réaliser une analyse des bénéfices et d'établir une grille de lecture de l'utilisation des divers outils.

La troisième action technique aboutira à la mise œuvre d'une boîte à outils organisationnels et technico-économiques. La boîte à outils va permettre de former et armer des conseillers afin de les accompagner dans la co-conception avec les acteurs et agriculteurs de nouvelles initiatives d'ICET.

Les Actions 4 et 5 concernent la communication et le pilotage du projet.



## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Le Projet FICELLE repose sur des partenariats pluridisciplinaires à l'échelle nationale afin de favoriser le partage d'expériences et de compétences. Il s'inscrit notamment dans la poursuite des travaux réalisés de 2019 à 2022 dans le PEI ARGEEGE (Autonomie en Ressources Protéiques et Energétiques des Elevages du Grand Est) qui a permis de travailler collectivement avec 25 partenaires et acteurs du Grand Est, des filières animales et végétales, en ouverture nationale avec les outils et partenariats développés dans le cadre du RMT SPICEE

### CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'objectif principal du projet est de faire reconnaître les ICET comme des solutions mobilisables pour adapter les systèmes agricoles à l'échelle du territoire, pour une démultiplication au-delà des 4 territoires pilotes. Le développement des ICET doit s'inscrire dans une logique de multi performance des exploitations agricoles permettant de répondre à l'ensemble des attentes : résilience, autonomie, bas carbone, réduction phytosanitaire, protection des ressources en eau, biodiversité ...

### REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Moraine, M., Ramonteu, S., Magrini, M. B., Choisis, J. P. (2019). Typologie de projets de complémentarité culture-élevage à l'échelle du territoire en France : de l'innovation technique à l'innovation territoriale. *Innovations agronomiques*, 72, 45-59.

# A contre-courant : motivations des agriculteurs à réintégrer l'élevage dans les fermes et territoires de cultures

Clémentine Meunier<sup>1</sup>, Guillaume Martin<sup>1</sup>, Cécile Barnaud<sup>2</sup>, Julie Ryschawy<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AGIR, Univ Toulouse, INRAE, 31326 Castanet-Tolosan, France

<sup>2</sup>UMR Dynafor, Univ Toulouse, INRAE, 31326 Castanet-Tolosan, France

<sup>3</sup>AGIR, Univ Toulouse, INPT, INRAE, 31320 Auzeville, France

Mots-clés : Transition agroécologique, intégration cultures-élevages, motivations des agriculteurs, traque aux innovations

## INTRODUCTION

En Europe, la spécialisation des fermes et des territoires a conduit à une déconnection entre cultures et élevages. Les systèmes agricoles intensifs spécialisés continuent à se développer, malgré leurs lourds impacts environnementaux (Garrett et al., 2020; Lemaire et al., 2014). A contre-courant de cette tendance, quelques agriculteurs pionniers ont intentionnellement réintégré l'élevage sur des fermes en productions végétales, dans plusieurs régions françaises. A ce jour, ces systèmes ont été peu étudiés par la recherche.

L'objectif de ce travail était d'identifier les motivations des agriculteurs français à réintégrer l'élevage dans des fermes et territoires spécialisés en productions végétales.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Nous avons conduit 18 entretiens semi-directifs avec des agriculteurs ayant réintégré de l'élevage pour identifier leurs motivations. Nous avons défini deux régions où les productions végétales prédominent et ayant un historique d'élevage varié : le Bassin Toulousain (où l'élevage et la polyculture-élevage traditionnels ont fortement diminué au profit de systèmes en grandes cultures, et où certains services liés à l'élevage sont encore présents même s'ils reculent) et le Bassin Parisien (où les grandes cultures sont largement majoritaires depuis plusieurs décennies). En accord avec les principes de la traque aux innovations (Salembier et al., 2021), notre objectif était d'identifier une diversité de motivations des agriculteurs à réintégrer l'élevage, plutôt que de rechercher une représentativité statistique. La réintégration de l'élevage étant une pratique peu représentée, nous avons inclus tous les agriculteurs ayant réintégré de l'élevage que nous avons pu identifier dans les deux régions, grâce à notre réseau de conseillers agricoles et d'agriculteurs puis par effet boule de neige. Les 18 agriculteurs identifiés avaient des profils variés en termes de mode de production, de taille de ferme, de production végétale et animale, ainsi que de type et de durée de réintégration de l'élevage.

Nous avons conduit des entretiens semi-directifs visant à identifier les motivations de ces agriculteurs à réintégrer de l'élevage. Les guides d'entretiens incluaient des questions ciblant différents éléments pouvant impacter les motivations des agriculteurs à réintégrer de l'élevage, i.e. i) leurs croyances sur la réintégration de l'élevage et ses impacts, ii) leurs objectifs pour la ferme et leurs valeurs, iii) leur perception du risque à réintégrer de l'élevage et iv) les réactions de leurs proches face à leur idée de réintégrer de l'élevage.

Pour conclure les entretiens, nous avons demandé aux agriculteurs de sélectionner et classer 10 parmi 36 cartes inventoriant les principaux avantages des systèmes intégrant cultures et élevages documentés, et complétés par les motivations des agriculteurs à adopter d'autres pratiques agroécologiques identifiées dans la littérature. Ces cartes étaient divisées en 4 dimensions : agronomique, économique, sociale et environnementale.

Nous avons transcrit les entretiens et en avons fait une analyse inductive pour faire émerger les principales catégories de motivations des discours des agriculteurs, que nous avons triangulée avec les classements de cartes réalisés.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Sept catégories de motivations à réintégrer de l'élevage ont émergé des entretiens : suivre ses valeurs éthiques et morales (incluant le désir d'avoir un métier qui a du sens, de s'inscrire dans une éthique de l'environnement, de répondre à un challenge technique, de renforcer son ancrage dans l'histoire familiale ou régionale, d'assurer la

transmission de la ferme en améliorant sa valeur, d'améliorer l'équilibre vie personnelle / vie professionnelle en réduisant le temps de travail, et d'améliorer la satisfaction au travail grâce à la présence animale), augmenter et stabiliser le revenu, promouvoir des services écosystémiques (notamment la qualité des sols et la biodiversité), améliorer l'autonomie et la traçabilité, renforcer les liens avec les populations locales (agricoles ou non) et, plus marginalement, diminuer les pollutions et maintenir un paysage ouvert.

Dans l'analyse des discours comme dans les classements de cartes, les motivations agronomiques (incluant la promotion des services écosystémiques) étaient les plus représentées, en particulier pour améliorer la fertilité du sol. Les agriculteurs ont ensuite attribué autant de points aux motivations économiques et sociales. L'augmentation et la stabilisation du revenu ont été citées dans le discours de 17/18 agriculteurs, et représentaient les deux cartes motivations les plus choisies de la dimension économique. Le renforcement des liens avec les populations locales était la carte motivation la plus choisie de la dimension sociale, et a été citée dans le discours de 14/18 agriculteurs, en particulier à propos de liens entre agriculteurs. Les cartes motivations de la dimension environnementale ont été moins choisies, à l'exception de l'inscription dans une éthique de l'environnement, en cohérence avec le désir de créer un système respectueux de l'environnement pour suivre des valeurs éthiques et morales mentionné par 10/18 agriculteurs. Les motivations issues de l'analyse de discours et des classements de cartes étaient similaires ou presque similaires dans 82% des cas.

La fourniture de service écosystémiques, la stabilisation du revenu grâce à une meilleure résilience face aux aléas climatiques et de marchés, et l'amélioration de l'autonomie, identifiées parmi les principales motivations des agriculteurs à réintégrer l'élevage, sont reconnues comme des avantages des systèmes intégrant cultures et élevages, ainsi que comme motivations pour l'adoption d'autres pratiques agroécologiques. Les motivations sociales identifiées dans cette étude (renforcer les liens aux populations locales) n'ont pas été mentionnées comme bénéfiques des systèmes intégrant cultures et élevages jusqu'à présent, mais sont reconnues comme motivations pour la conversion à l'agriculture biologique, par exemple. Finalement, bien que les motivations environnementales relatives aux pollutions aient été peu sélectionnées dans notre étude, le bouclage des cycles biogéochimiques est l'un des principaux avantages des systèmes intégrant cultures et élevages.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Ce travail est le premier à fournir un inventaire hiérarchisé des motivations des agriculteurs à réintégrer de l'élevage. Comprendre la diversité de ces motivations est une première étape pour soutenir et promouvoir le développement de cette pratique agroécologique, et pourrait encourager le développement de politiques publiques en ce sens, en communiquant sur les bénéfices de ces systèmes grâce à des indicateurs en lien avec les objectifs des agriculteurs, et/ou en développant des paiements pour les services écosystémiques fournis par la réintégration de l'élevage.

Cette étude pourrait être complétée par une analyse approfondie des liens entre les motivations des agriculteurs à réintégrer de l'élevage, ou des différences de motivations selon les caractéristiques des fermes et le profil des agriculteurs. De plus, les motivations des agriculteurs ne sont qu'un des éléments menant à la réintégration de l'élevage. Pour soutenir le développement de cette pratique, d'autres éléments doivent être étudiés, comme les freins et leviers sociotechniques à la réintégration de l'élevage, les trajectoires suivies par les agriculteurs pour réintégrer de l'élevage, ou l'impact de la réintégration de l'élevage sur la durabilité des fermes.

*Nous remercions les financeurs de ce travail, à savoir le projet européen H2020 MIXED (Multi-actor and transdisciplinary development of efficient and resilient MIXED farming and agroforestry-systems) et le projet ERA-NET MiBicycle (Mitigation and adaptation through better biomass cycling in crop livestock systems of North and Western Europe) financé par l'appel ERA-NET Cofund SusAn, FACCE ERA-GAS, ICT-AGRI-FOOD et SusCrop. Nous adressons aussi un remerciement particulier aux agriculteurs qui ont donné de leur temps et savoir précieux pour rendre ce travail possible.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Garrett, R.D., Ryschawy, J., Bell, L.W., Cortner, O., Ferreira, J., Garik, A.V.N., Gil, J.D.B., Klerkx, L., Moraine, M., Peterson, C.A., Dos Reis, J.C., Valentim, J.F., 2020. Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales. *Ecol. Soc.* 25. <https://doi.org/10.5751/ES-11412-250124>
- Lemaire, G., Franzluebbers, A., Carvalho, P.C. de F., Dedieu, B., 2014. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agric. Ecosyst. Environ.* 190, 4–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>
- Salembier, C., Segrestin, B., Weil, B., Jeuffroy, M., Cadoux, S., 2021. A theoretical framework for tracking farmers' innovations to support farming system design. *Agron. Sustain. Dev.* 41:61. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00713-z>

# Produire l'alimentation animale peut-il être un levier pour le développement de l'élevage biologique de monogastriques à la Réunion ?

DODET N. (1), CHOISIS J.P. (1), ANDRIEU N. (2), FANCHONE A. (3)

(1) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

(2) INNOVATION, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

(3) ASSET, INRAE, Petit-Bourg, Guadeloupe, France

Mots-clés : La Réunion, monogastriques, intégration culture-élevage, valeur ajoutée, alimentation, scénarios

## INTRODUCTION

Le développement de l'élevage biologique dans les DROM est confronté à de nombreuses contraintes, dont la forte dépendance aux intrants importés (aliments concentrés et produits fertilisants). Dans le cadre du projet SelbioDOM conduit dans trois DROM insulaires (Guadeloupe, Martinique et Réunion), nous avons fait l'hypothèse que l'intégration culture-élevage (ICE) constituait un levier permettant de réduire la dépendance des systèmes agricoles vis-à-vis des intrants. Dans une première étape, nous avons conduit une traque à l'innovation de systèmes d'élevage alternatifs afin de rechercher, caractériser et évaluer des systèmes ou pratiques innovants d'ICE différents de ceux déjà connus par la recherche et le développement. Une diversité de combinaisons d'ateliers de culture (maraichage, arboriculture, plantes aromatiques à parfum et médicinales...) et d'élevage (bovins, porcins, ovins, caprins, volailles de chair et pondeuses) a été observée dans les 40 fermes jugées innovantes des trois territoires (Fanchone A. et al, 2022). Une seconde étape du projet a consisté à évaluer l'impact économique de la mise en place de pratiques d'ICE (production d'aliment pour les animaux, fertilisation via les déjections) sur des systèmes alternatifs. Cette communication présente les résultats de ce 2<sup>e</sup> volet, conduit uniquement à la Réunion et sur les élevages de monogastriques, compte tenu de leur plus grande dépendance aux importations d'aliments.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Des 18 systèmes d'élevage enquêtés, à la Réunion, au cours de la traque (Le Merlus E., 2021), nous avons étudié 4 systèmes alternatifs économiquement viables en monogastriques (porcs, poules pondeuses et volailles de chair en plein air) associés ou non à des vergers et des ateliers d'abattage et de transformation.

Une succession de 3 à 4 entretiens a permis de caractériser la situation initiale, d'identifier les cultures d'intérêt pour la production d'aliments et de construire des scénarios alternatifs d'ICE répondant à leur demande (figure 1). L'absence de références locales sur les cultures retenues nous a conduit à élaborer des itinéraires techniques sur base bibliographique, en les adaptant au contexte de production des fermes sur la base d'échanges avec les experts et les agriculteurs. Un outil de rationnement et d'évaluation économique a été construit sur tableur Excel.

Deux scénarios d'évolution de l'autonomie alimentaire ont été testés : 30% (réglementation AB) et 100% des besoins alimentaires des élevages.

A titre d'illustration, nous présenterons, dans ce résumé, les scénarios (ateliers séparés et combinaison d'ateliers) du système polyélevage : 10 truies mères et un verrat, 152 porcelets par an, avec un atelier de transformation avec/sans poulets de chair (7 bandes de 350 poulets par an) avec tuerie.

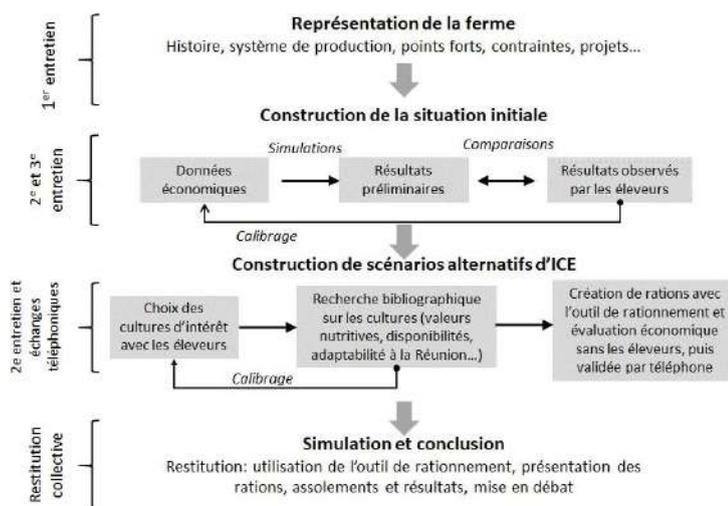


Figure 1 : Méthodologie mise en œuvre

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Pour atteindre l'autonomie alimentaire, les rations nécessitent d'être formulées sur une base minimale de 7 aliments pour le porc et de 6 aliments pour la volaille de chair, sur la base des aliments retenus (maïs, manioc, soja, pois de cajan...). Il n'a pas été possible de formuler une ration qui couvre les besoins en protéines des jeunes volailles avec les cultures sélectionnées en respectant l'inclusion maximale recommandée de légumineuses.

Une forte proportion de légumineuses dans les rations peut causer des troubles métaboliques chez les monogastriques. Ainsi, l'équilibre énergie-protéine des cultures sélectionnées ne permet pas de répondre à leurs besoins.

L'objectif de 30% d'autonomie alimentaire peut être atteint, a minima, avec 2 cultures produites pour les porcs et 5 aliments issus de 3 cultures pour les volailles. Certaines simulations conduisent, pour les porcs, à un besoin de surface très élevé pour produire 100% de l'alimentation (14,8 à 37,5ha). Pour les volailles de chair, la surface requise est comprise entre 1,4ha (30%) et 5,7 ha (100%). La combinaison des 2 ateliers apparaît plus réaliste en termes de surface (4,1 ha) avec un objectif de 30% d'autonomie.

Par rapport à une situation initiale, sans ICE, la productivité du travail (valeur créée brute pour une journée de travail d'une personne) est plus élevée dans les scénarios avec ICE (figure 2). Elle est également plus élevée dans le cas d'une combinaison porcs-volailles (PV) en comparaison d'un atelier porc (P). Les productivités du travail et de la surface sont néanmoins plus faibles dans le scénario à 100% d'autonomie que dans le scénario à 30% d'autonomie. Ce dernier scénario apparaît plus intéressant en termes de valeur créée, par homme jour et par ha, et plus accessible, compte-tenu du nombre de cultures à mettre en place.

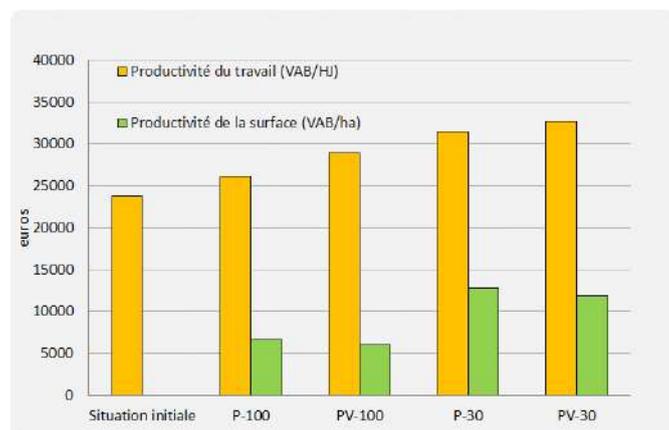


Figure 2 : Productivité par système

Le scénario à 30% peut ainsi permettre d'atteindre un revenu par actif supérieur au revenu sans ICE mais avec une surface supérieure à 4ha par actif pour le cas-type (figure 3). Dans le cas d'un scénario à 100% d'autonomie, il faut cultiver de 10 ha (P) à près de 13 ha (PV) pour atteindre un SMIC par actif.

*Le projet SelbioDOM a été financé par le métaprogramme INRAE METABIO.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Fanchone A., Le Merlus E., Alexandre G., Meynard J.M., Fontaine O., Choisis J.P. (2022) Une traque à l'innovation paysanne pour repérer des systèmes d'élevage autonomes en intrants aux Antilles et à La Réunion Rencontres Recherches Ruminants.

Le Merlus E. (2021). Identification de pratiques et de systèmes innovants d'intégration culture-élevage à la Réunion. Mémoire ingénieur AgroParisTech

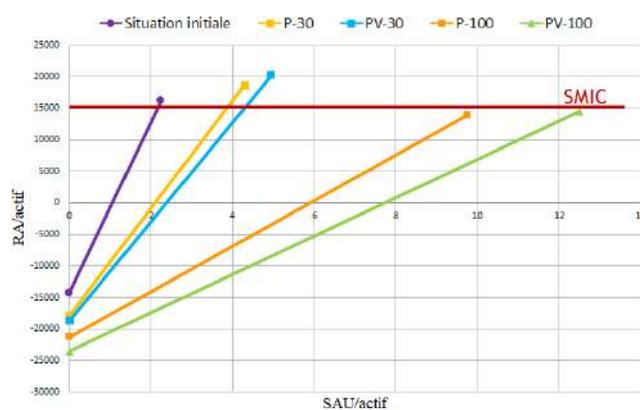


Figure 3 : Revenu agricole et SAU/actif par système

La SAU moyenne des exploitations, à la Réunion, est de 6,2ha, or certains scénarios requièrent des surfaces très supérieures. Le niveau d'autonomie qui peut être atteint est donc limité et il dépend de la surface cultivable. Le temps de travail (des exploitants et des salariés) qui peut être dédié à la culture fait également l'objet d'un arbitrage avec d'autres activités (abattage, transformation, marchés...) du fait que les systèmes alternatifs valorisent leurs productions sur des circuits de commercialisation différents du conventionnel.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Contrairement aux élevages monogastriques conventionnels de la Réunion, dont l'intégralité de la ration est composée d'aliments importés, il est envisageable de viser une autonomie alimentaire partielle dans des systèmes alternatifs. Ce choix apparaît pertinent en AB pour justifier un lien au sol (par dérogation, dans les DOM, 100% de la ration peut être constituée par un aliment concentré importé) et du fait que le rapport de coût entre l'aliment AB et conventionnel est de 2,5. Les crises récentes (gilets jaunes, covid, guerre en Ukraine) ont révélé la dépendance à l'importation. Ces résultats préliminaires s'inscrivent dans une réflexion globale sur la résilience des exploitations et le développement de l'élevage biologique. C'est un 1<sup>er</sup> pas vers la construction, avec les acteurs du développement, d'un plan d'action pour l'autonomie alimentaire du territoire.

# Réintégrer l'élevage sur des fermes en productions végétales - une analyse comparative des freins et leviers à travers trois régions d'étude

Clémentine Meunier<sup>1</sup>, Guillaume Martin<sup>1</sup>, Myriam Grillot<sup>1</sup>, Julie Ryschawy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AGIR, Univ Toulouse, INRAE, 31326 Castanet-Tolosan, France

<sup>2</sup>AGIR, Univ Toulouse, INPT, INRAE, 31320 Auzeville, France

Mots-clés : Transition agroécologique, intégration culture-élevage, perspective multi-niveaux, innovation, support à l'innovation sociotechnique

## INTRODUCTION

La spécialisation des fermes et des territoires et la déconnexion entre cultures et élevages génèrent de lourds impacts environnementaux. Pourtant, les systèmes intensifs spécialisés continuent à se développer à l'échelle mondiale (Garrett et al., 2020). A contre-courant de cette tendance, quelques cultivateurs pionniers ont réintégré (i.e. intentionnellement organisé le retour) de l'élevage sur leurs fermes en productions végétales dans plusieurs régions du monde dominées par les productions végétales. Ces systèmes ont été peu étudiés spécifiquement jusqu'à présent.

Notre objectif est de caractériser les freins et leviers sociotechniques à la réintégration de l'élevage dans les fermes et territoires de cultures, à travers l'analyse comparée de trois régions d'étude dominées par les productions végétales : le bassin Toulousain Français, l'est de l'Ecosse et le nord de la Californie.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Nous avons identifié, par échanges entre pairs, trois régions où quelques cultivateurs ont réintégré de l'élevage dans des contextes pédoclimatiques et sociotechniques différents, présentant un gradient de déconnexion entre cultures et élevages : le bassin Toulousain Français (où la polyculture élevage et l'élevage sont en net recul), la bordure est de l'Ecosse (dominée par les céréales avec une grande proximité de régions d'élevage et de polyculture-élevage) et le nord de la Californie (où cultures, i.e. vergers, vignobles et légumes industriels, et élevages ruminants et monogastriques à large échelle coexistent mais sont profondément déconnectés). En nous inspirant du cadre MLP (Multi-Level Perspective) (Geels, 2011), nous avons conduit 32 entretiens semi-directifs avec des acteurs clés de la réintégration de l'élevage dans chaque cas d'étude (agriculteurs, conseillers, enseignants-chercheurs, spécialistes des politiques publiques) afin de i) caractériser les formes de réintégration de l'élevage et ii) identifier les freins et leviers à la réintégration de l'élevage. Nous avons réalisé une analyse inductive des entretiens, de laquelle ont émergé des catégories de freins et leviers, et avons analysé les différences entre régions.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

La réintégration de l'élevage est associée à différentes productions végétales. Elle concerne tous les types de cultures présents en France (vergers, vignobles, grandes cultures, maraîchage) et en Ecosse (grandes cultures), et principalement les cultures pérennes ou industrielles en Californie. Afin de limiter la charge de travail additionnelle, les investissements et la complexification des systèmes, les espèces réintégréées sont principalement des ovins viande en plein air intégral ou, des monogastriques en filière intégrée, dans le cas de la France et de l'Ecosse. La réintégration peut se faire au niveau de la ferme ou du territoire, i.e. par partenariat entre cultivateur et éleveur, dans les trois régions, même si les acteurs présentent la réintégration au niveau territoire comme plus fréquente en Ecosse et en Californie. Un gradient de situations de rétribution des services fournis existe. En France, les partenariats sont vus comme des échanges de services équitables, non rémunérés. En Ecosse et en Californie, la perception négative de la coopération mentionnée par certains acteurs mène à une rémunération des partenariats, en faveur du cultivateur qui fournit de la nourriture en Ecosse, et de l'éleveur qui fournit un service d'entretien et d'amélioration de l'image du système de cultures en Californie.

Le principal frein à la réintégration de l'élevage est le manque de connaissances résultant du régime d'agriculture spécialisée, cité par tous les acteurs rencontrés dans chaque région. Le manque de main d'œuvre qualifiée (en France et Californie), ainsi que d'infrastructures et d'équipement sur la ferme ont aussi été mentionnés, avec la possibilité d'y remédier en partie grâce aux partenariats entre cultivateurs et éleveurs. Dans ce cas, les acteurs ont évoqué des difficultés de mise en place (identifier le « bon » partenaire) et de pérennisation liée au clivage entre

cultivateurs et éleveurs (histoires, contraintes et métiers différents et difficiles à comprendre du point de vue de l'autre) dans les trois régions. La régression des services associés à l'élevage (vétérinaires et abattoirs, en France et en Ecosse) a aussi été mentionnée comme complexifiant la réintégration de l'élevage sur la ferme ou par partenariat. La faible valorisation des produits d'élevage, et le manque d'incitation financière à la réintégration de l'élevage (subventions, valorisation additionnelle des produits agroécologiques) ont été fortement cités dans les trois régions. Les réglementations sanitaires réglementant la durée de présence des animaux dans les cultures ont été évoquées par la majorité des acteurs en Californie ; aucun cadre réglementaire équivalent n'existe en France ni en Ecosse. Les pressions sur l'élevage, via le véganisme et les objectifs ambitieux en termes de réduction des gaz à effet de serre, ont été mentionnés fréquemment en Ecosse, et dans une moindre mesure en France.

Le manque de matière organique et l'envolée du prix des fertilisants ont été identifiés comme des facteurs facilitant la réintégration de l'élevage en France et en Ecosse, tandis qu'en Californie, les acteurs évoquent plutôt la lutte contre les feux de forêts. Dans les trois cas d'étude, les acteurs mentionnent le lien culturel et historique à la polyculture-élevage comme des éléments facilitant la réintégration de l'élevage, vue comme un retour à un modèle agricole traditionnel. En France et en Ecosse, la réintégration de l'élevage est également facilitée par son association avec l'image touristique de la région. En France et en Ecosse, la forte difficulté d'accès à la terre favorise la réintégration de l'élevage par partenariat entre cultivateur(s) et jeune berger « sans terre » par exemple. De nouvelles politiques publiques et subventions pouvant contribuer à faciliter indirectement la réintégration de l'élevage émergent dans les trois cas d'étude (e.g. promotion du développement de couverts végétaux, qui peuvent être détruits par pâturage), même si leur accès reste lourd administrativement. En Ecosse et plus récemment en Californie, puis en France, des chercheurs, conseillers et associations partagent aujourd'hui des connaissances sur les avantages de la reconnexion entre cultures et élevages, grâce aux premiers exemples inspirants d'agriculteurs. En Ecosse et en Californie, quelques entreprises et fondations commencent à valoriser certains « labels » agroécologiques (e.g. agriculture régénératrice) dont le développement pourrait indirectement contribuer à favoriser la réintégration de l'élevage.

## **CONCLUSION & PERSPECTIVES**

Ce travail est le premier à mettre en avant les nombreux freins que les agriculteurs doivent surmonter pour réintégrer de l'élevage dans le monde, le principal étant le manque de connaissances spécifiques. Bien que ces freins soient en partie similaires à ceux identifiés pour le maintien des systèmes intégrant cultures et élevages, peu d'initiatives ont été mises en place pour contribuer à les lever jusqu'à présent. Le développement concerté de projets de recherche, d'actions de communication et de politiques publiques permettrait d'accompagner le développement de ces pratiques agroécologiques, dans les trois régions étudiées et au-delà.

*Nous remercions les financeurs de ce travail, à savoir le projet européen H2020 MIXED (Multi-actor and transdisciplinary development of efficient and resilient MIXED farming and agroforestry-systems) et le projet ERA-NET MiBicycle (Mitigation and adaptation through better biomass cycling in crop livestock systems of North and Western Europe). Nous adressons aussi un remerciement particulier à tous les acteurs impliqués.*

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Garrett, R.D., Ryschawy, J., Bell, L.W., Cortner, O., Ferreira, J., Garik, A.V.N., Gil, J.D.B., Klerkx, L., Moraine, M., Peterson, C.A., Dos Reis, J.C., Valentim, J.F., 2020. Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales. *Ecol. Soc.* 25. <https://doi.org/10.5751/ES-11412-250124>
- Geels, F.W., 2011. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environ. Innov. Soc. Transitions* 1, 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>

# **Importance des valeurs morales dans les transitions agroécologiques : étude par combinaison d'approches sociologiques et biotechniques en systèmes spécialisés et de polyculture-élevage**

Gilles Brunschwig<sup>1</sup>, Anne Jarousse<sup>1</sup>, Aymeric Mondière<sup>1</sup>, Jean-Philippe Goron<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, INRAE, UMR Herbivores, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand

<sup>2</sup> ADICE Conseil, Novespace Bâtiment A – 122 rue du rocher de Lorzier, F-38430 Moirans

**Mots-clefs** : Polyculture-élevage, transition agroécologique, durabilité, approche sociale, trajectoire d'exploitations

## **INTRODUCTION**

Les exploitations de polyculture-élevage (PCE) se posent comme un modèle agricole durable et une voie vers la transition agroécologique. Mais si ce modèle est favorable, l'hypothèse que nous avons testée est qu'une association avec des valeurs morales plus en lien avec l'idée de faire avec la nature plutôt que la contrôler était favorable à un engagement dans des démarches de transition. Pour étudier cette question liée à la transition agroécologique, nous avons étudié l'organisation et la durabilité vues par les agriculteurs des systèmes PCE par rapport aux systèmes spécialisés (S) qui ont récemment abandonné la PCE.

## **MATERIEL ET METHODES : trois traitements parallèles par enquête et 30 enquêtes**

Nous avons réalisé des enquêtes semi-directives dans les plaines de l'Isère et de l'Ain, auprès de 16 exploitations diversifiées (bovins / ovins, vaches laitières / allaitantes, conventionnelles / biologiques) disposant d'ateliers de grande taille vs 14 fermes S (cultures/vaches laitières/vaches allaitantes). L'échantillon a été construit selon la méthode boule de neige (Mitchell *et al.*, 1997) pour obtenir un maximum de situations différentes, à des fins exploratoires et sans prétention de représentativité. Les discours des agriculteurs ont été analysés parallèlement selon trois analyses qualitatives et les verbatims ont été étudiés successivement pour en relever les termes utilisés, selon deux grilles de référence. La première analyse a porté sur les piliers de la durabilité des exploitations exprimés dans le discours en s'attachant plus particulièrement à la conduite technique et aux pratiques mises en œuvre. Cette analyse a permis de créer une typologie des exploitations. La seconde analyse s'est appuyée sur la notion sociologique de "modernité" exprimée dans les motivations des agriculteurs. La modernité est entendue ici dans son acception sociologique telle que considérée à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle (Latour, 1991) ce qui renvoie notamment au monde commercial, monde industriel et au contrôle de la nature. Cette seconde analyse a permis de définir des archétypes. Les types et archétypes obtenus ont été ensuite synthétisés dans une seule représentation construite par analyse graphique. Une troisième analyse plus technique et organisationnelle a schématisé et quantifié l'intensité des interactions entre les ateliers culture, élevage et prairie, via les couplages évalués avec l'outil NICC'EL (Martel *et al.*, 2020) en tant que mise en œuvre concrète des idées développées dans les discours et du positionnement des agriculteurs dans la transition agroécologique. Enfin, des entretiens complémentaires menés dans 11 exploitations (7 PCE et 4 S) ont permis d'une part de valider le positionnement des exploitations parmi les types et archétypes proposés et d'autre part de visualiser la trajectoire évolutive des exploitations.

## **RESULTATS ET DISCUSSION : 6 types liés à la durabilité et 5 archétypes liés à la modernité et une diversité de trajectoires**

L'analyse biotechnique a permis de positionner les agriculteurs sur une échelle allant d'un niveau 1 où le pilier économique est largement prépondérant dans le discours à un niveau 6 où les références aux piliers économique, social et environnemental sont également très présentes. De la même manière, l'analyse sociologique a permis de positionner ces mêmes agriculteurs sur une échelle s'étendant d'un ancrage profond dans les valeurs modernes, relatives au monde productiviste, économique et marchand,

à une forte remise en cause conduisant à l'affranchissement de ces valeurs. La projection de ces échelles sur deux axes a permis d'obtenir la position de chaque agriculteur sur un graphique modernité-durabilité (Brunschwig et al, 2022, Ubertosi et al, 2022).

Il ressort de cette approche une grande diversité de positionnements, avec 19 positions distinctes pour 30 agriculteurs enquêtés. Ces positions font ressortir une relation à tendance linéaire entre les préoccupations de durabilité et les valeurs sociales de référence (modernité) des agriculteurs. Plus les agriculteurs parlent conjointement des trois piliers de la durabilité et plus cela s'accompagne d'un changement de regard sur la nature et d'une remise en cause du système productiviste classique. Cela se traduit sur l'exploitation par une intensification des interactions, ou couplages, entre les ateliers élevage et culture et donc d'une augmentation de l'autonomie du système. Les exploitations les plus autonomes et les plus engagées dans la transition agroécologique ont quasiment toutes fait le choix de l'agriculture biologique. L'agriculture biologique ressort comme un moyen pour les agriculteurs de valoriser l'intensification des couplages qu'ils ont progressivement mis en place. L'agriculture biologique semble une suite logique cohérente avec la re-conception de leurs systèmes.

L'estimation par les agriculteurs de leur positionnement sur ce même graphique 10 ans auparavant et dans 10 ans (Figure 1) a permis de dégager des trajectoires d'évolution. Globalement, les évolutions des agriculteurs vont toutes vers des profils plus durables (vers le haut de l'échelle), soit en s'affranchissant de la modernité (trajectoires allant vers la droite) soit en restant ancrés dans la modernité (trajectoires restant à gauche). Du fait de l'échantillonnage réalisé selon la méthode boule de neige, cette approche permet d'appréhender la diversité des situations, mais ne permet pas d'évaluer la représentativité des diverses trajectoires. L'originalité de cette étude réside dans l'utilisation combinée d'approches sociales et biotechniques pour étudier la transition agroécologique (Brunschwig et al, 2022, Ubertosi et al, 2022).

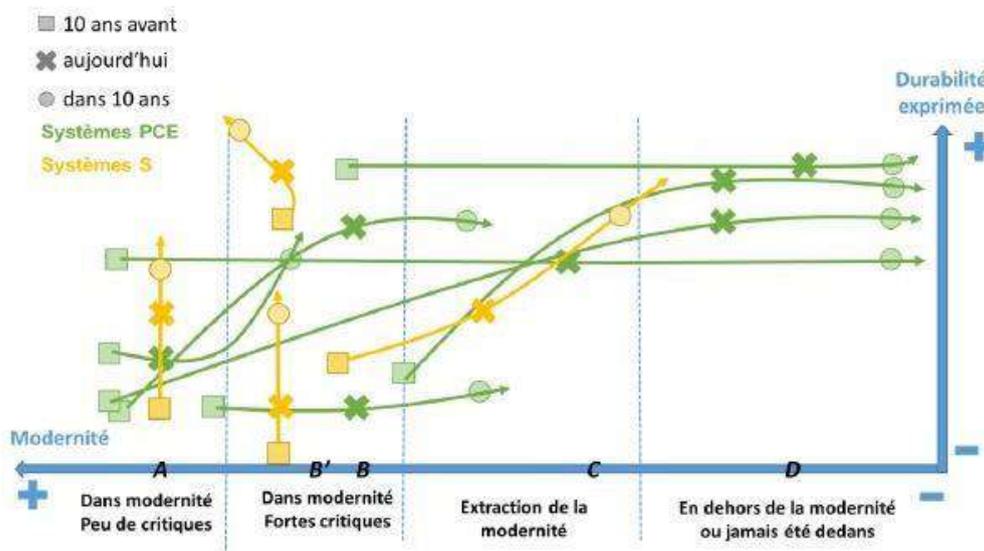


Figure 1 : Trajectoires types des exploitations enquêtées sur les 2 échelles de durabilité et modernité. Systèmes en polyculture-élevage (PCE : vert) et Systèmes spécialisés (S : jaune).

### CONCLUSION : Une transition facilitée par la PCE et une mise à distance de la modernité

La PCE apparaît ainsi constituer un facteur favorable à la transition agroécologique puisqu'elle permet, en s'appuyant sur la complémentarité des cultures et de l'élevage, d'augmenter l'autonomie et la durabilité des exploitations agricoles et de faciliter leur évolution et la re-conception de systèmes. Bien qu'elle soit une voie privilégiée vers cette transition, une exploitation spécialisée pourra également augmenter sa durabilité en favorisant les processus agronomiques naturels et en s'appuyant sur les ressources dont elle dispose. Il apparaît par ailleurs que l'avancement dans ces transitions est facilité par des valeurs morales qui s'affranchissent de la modernité (Brunschwig et al, 2022, Ubertosi et al, 2022).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Brunschwig G., Thiery E., Goron J.P., Chapuis D., Veysset P., Mosnier C. 2022. PSDR4 POEETE - Réfléchir la polyculture élevage à l'échelle des territoires et des exploitations. *Innovations Agronomiques*, 2022, 86, 219-230. hal-03886944

Latour B., 1991. *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte. 210 p.

Martel G., Ramette C., Bouvarel I., Buteau A., Fontanet J.M., Mischler P., 2020. NiCC'El. Un outil pour caractériser le niveau d'interaction entre cultures et élevage d'une exploitation et identifier les voies d'amélioration. *Innovations Agronomiques* 80, 33-40. doi.org/10.15454/pkpw-8e95

Mitchell R.K., Agle B.R., Wood D.J., 1997. Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who or What Really Counts, *Academy of Management Review* 22, 853-886

Ubertosi M., Brunschwig G., Castel T., Chapuis D., Goron J.-P., Guinet M., Jarousse A., Larmure A., Lecomte C., Manteaux J.-P., Mondière A., Mosnier C., Nicolardot B., Petit M.-S., Queyrel W., Tanguy C., Thiery E., Vergote M.-H., Veysset P., Voisin A.-S., Laroche C. 2022. Adaptation des systèmes de production agricole aux changements de contexte environnemental, agricole et social, et place des légumineuses dans la transition agroécologique. *Innovations Agronomiques* 86, 419-437. hal-03687097

# Étude des verrouillages sociotechniques à l'intégration culture élevage : Cas d'étude en Guadeloupe.

STERLING D. (1), MEYNARD J.M. (2), CHOISIS J.P. (3), FANCHONE A. (1)

(1) ASSET, INRAE, Petit-Bourg, Guadeloupe, France

(2) SADAPT, INRAE, Ile-de-France-Versailles-Saclay, France

(3) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, St Pierre, France

Mots-clés : Guadeloupe, intégration culture-élevage, freins, leviers

## INTRODUCTION

L'agriculture conventionnelle basée sur une spécialisation des productions et sur l'usage d'intrants de synthèse est de plus en plus remise en question en raison de ses impacts négatifs sur l'environnement. Les acteurs des systèmes agro-alimentaires doivent proposer des solutions pour éviter ces impacts négatifs, voire corriger les dérives. Dans ce contexte, l'agroécologie propose une nouvelle orientation, notamment en reconnectant les productions animales et végétales afin de réduire le besoin en intrants, préservant ainsi les ressources naturelles. La synergie entre les espèces végétales et animales sur lesquelles reposent les systèmes polycultures-élevage (SPE), également appelée intégration culture-élevage (ICE) permettrait d'augmenter les performances des systèmes (autonomie, efficacité, résilience, ...). L'ICE est un ensemble de pratiques qui s'appuient sur l'utilisation des produits et sous-produits des cultures pour nourrir le bétail, de l'utilisation des excréments des animaux pour fertiliser les cultures et de l'utilisation des animaux comme force de traction. L'agriculture biologique, un des modèles de l'agroécologie, s'est implantée très tardivement dans les départements et régions d'outre-mer (DROM), et contrairement à certaines productions végétales, les productions animales biologiques peinent à se développer et celles qui sont présentes ont très peu de lien au sol, à la faveur d'une dérogation leur permettant l'utilisation de ressources importées pour l'alimentation de animaux et la fertilisation des cultures.

La Guadeloupe, par son insularité et son climat tropical, est considérée comme un laboratoire pour l'analyse du changement climatique dans un contexte de transition agroécologique. En effet, si 80% de l'agriculture guadeloupéenne est constituée d'exploitations en SPE, un faible niveau d'ICE est observé sur le territoire (Fanchone et al., 2020); les SPE guadeloupéens étant principalement juxtaposés (sans flux de nutriments entre eux). Une majorité d'exploitations développant l'ICE sont ancrées dans des savoirs agroécologiques traditionnels (petite agriculture familiale). Or, la petite agriculture familiale est reconnue comme le principal moteur d'une transition agroécologique profonde de la Guadeloupe (Région Guadeloupe, 2020). Nous faisons l'hypothèse que la petite agriculture familiale constitue une niche d'innovation pour le développement de l'ICE.

L'objectif de cette étude est de mieux comprendre les déterminants agronomiques et socio-techniques qui sous-tendent la mise en œuvre de l'ICE dans les SPE guadeloupéens, en identifiant, les freins au développement de ces pratiques, en particulier dans les exploitations biologiques.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé la démarche du diagnostic sociotechnique (Casagrande et al., 2023) pour analyser les freins et leviers au développement de l'ICE. Au vu du faible nombre d'agriculteurs installés en AB, le diagnostic a été élargi aux exploitants mobilisant l'ICE. Cette méthode est composée de 5 étapes interconnectées qui consistent à : (i) délimiter le système à étudier, (ii) cartographier les acteurs et les technologies existantes, (iii) comprendre les déterminants des pratiques des acteurs en lien avec les pratiques identifiées, (iv) caractériser les freins et les leviers à l'innovation, (v) partager le diagnostic. Ces étapes ont été conduites i) en mobilisant des experts des pratiques d'ICE, ii) en réalisant des enquêtes auprès des différents acteurs et parties prenantes de l'amont et de l'aval de la production, iii) par une analyse de la littérature scientifique et de la littérature grise, et en particulier des données accessibles aux agriculteurs.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Dans le contexte de petit territoire insulaire guadeloupéen, il est possible d'établir une liste quasiment exhaustive des acteurs liés à la production agricole objet de l'étude. L'identification de ces acteurs s'est faite grâce aux entretiens exploratoires menés avec les experts. Plusieurs catégories d'acteurs clés ont ainsi pu être identifiés (Figure 1) : les acteurs de la production agricole (agriculteurs, entreprises de travaux agricoles, ETA), de l'aval (Société d'Initiatives et Coopération Agricoles (SICA), industriels), de la production et diffusion de connaissances (Centres de recherches), de soutien technique (Instituts techniques, RITA, Chambre d'agriculture), de structuration de la filière (interprofessions), et ceux impliqués dans l'élaboration des politiques publiques et de leur mise en



*Le projet SelbioDOM a été financé par le métaprogramme INRAE METABIO.*

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

Ayet E. (2022) Freins et leviers au développement de l'élevage biologique à la Réunion. Mémoire ingénieur Institut Agro Montpellier.

Casagrande, M., Belmin, R., Boulestreau, Y., Le Bail, M., Navarrete, M., Meynard, J. M. (2023). Guide méthodologique pour le diagnostic des freins et leviers sociotechniques aux processus d'innovation dans des systèmes agri-alimentaires.

Fanchone A, Alexandre G, Chia E, Diman JL, Ozier-Lafontaine H, Angeon V (2020) A typology to understand the diversity of strategies of implementation of agroecological practices in the French West Indies. Eur J Agron 117:126058. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126058>

Région Guadeloupe (2020). Croissance Verte Agro-écologie, Accélérer la transition agro-écologique en Guadeloupe.

# Etude de faisabilité des complémentarités entre productions végétales et animales en Occitanie.

MALYQUEVIQUE A., GAVA C., BACCHIN-VINET S. (1)

(1) GIE Elevage Occitanie, Maison de la Coopération et de l'Alimentation, Auzeville-Tolosane, France.

Mots-clés : coopération, polyculture-élevage, autonomie alimentaire, territoire

## INTRODUCTION

Face à la disparition progressive des exploitations de polyculture-élevage en Occitanie (-26% entre 2010 et 2020, AGRESTE 2020) et la spécialisation des territoires, les Comités d'Orientation Régionaux de l'Elevage et des Grandes Cultures ont sollicité la Chambre Régionale d'agriculture d'Occitanie (CRAO) et le GIE Elevage Occitanie afin de travailler sur la mise en place d'échanges entre céréaliers et éleveurs pour l'alimentation des ruminants et des monogastriques à l'échelle de la région. Pour les éleveurs, l'objectif est de sécuriser l'approvisionnement en matières premières pour alimenter leurs cheptels tout en essayant de limiter leur dépendance à la volatilité des cours mondiaux et de garantir des matières premières locales, non-OGM pour les filières qui en dépendent (SIQO, BIO...). Pour les producteurs de grandes cultures, l'objectif est d'assurer les débouchés de leurs productions et de les valoriser à une échelle locale, indépendamment des cours mondiaux également.

Ce travail est réalisé dans le cadre d'une étude préliminaire, effectuée dans le cadre d'un stage d'ingénieur. Dans un premier temps, trois états des lieux sont menés en parallèle : 1) sur les capacités de production de la filière Céréales-Oléoprotéagineux en Occitanie et de leurs évolutions à court terme en lien avec le changement climatique et les nouvelles politiques publiques, 2) sur les besoins en aliments achetés des filières animales en type et quantité d'aliments et leurs modifications envisageables, 3) sur les outils de transformation et de valorisation des matières premières en aliments fabriqués, présents sur le territoire régional.

A terme, dans le cadre de ce projet, il s'agira d'étudier la possibilité de contractualiser ces échanges entre les céréaliers et les éleveurs.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Pour réaliser ces états des lieux, les cas-types mis à disposition par INOSYS - Réseaux Elevage ont été utilisés pour dresser les besoins annuels des ruminants (bovins viande et lait, ovins viande et lait et caprins) en fonction du système alimentaire de l'exploitation décrit dans le cas-type. Les données obtenues de la part du Pôle Economie et Prospective de la CRAO ont permis de connaître la part de chaque exploitation type au sein de chaque filière. Les entretiens menés auprès des instituts techniques (IDELE, IFIP, ITAVI) mais aussi auprès des techniciens et conseillers agricoles ont permis de compléter ces données et de caractériser plus précisément les besoins.

Afin d'obtenir des données de production, de collecte et sur les débouchés en Grandes Cultures (maïs, blé, orge, triticale, colza, tournesol, soja, avoine, pois, féverole...), des enquêtes ont été réalisées auprès de la DRAAF Occitanie et FranceAgriMer.

Dans l'objectif de s'inspirer de projets similaires conduits dans d'autres régions, des réunions ont été organisées avec les acteurs concernés (Chambre Régionale d'agriculture Grand Est pour le PEI ARPEEGE, et IDELE pour PROFILAIT).

Six acteurs de l'industrie des Fabricants d'Aliments du Bétail ont également été enquêtés afin d'appréhender les volumes et les types de matières premières mis en œuvre au sein de la région. Ces entretiens ont aussi permis de construire un schéma de flux des exploitations céréalières aux éleveurs, en incluant les FAB en Occitanie.

Pour caractériser plus précisément les besoins des productions sous SIQO (BIO, AOP, Label Rouge...), qui représentent une part importante dans la région, Interbio Occitanie, l'IRQUALIM et FranceAgriMer qui ont été sollicités. En effet, ce sont 66% des exploitations de la région qui commercialisaient au moins un produit sous SIQO en 2019 (yc viticulture et BIO) - d'après RA2010, Agence BIO, observatoire économique des SIQO.

Enfin, pour étudier les conséquences du changement climatique sur les collectes réalisées en Occitanie et les modifications de rations qui en résulteront, des enquêtes seront respectivement menées auprès des Instituts Techniques (Terres Inovia) et des conseillers des structures techniques. L'impact des politiques publiques sur l'évolution des assolements de la région sera aussi abordé ; pour cela, la CRAO a déjà été interrogée.

*NB :* dans cette étude, nous nous attachons à caractériser, pour les filières d'élevage, les achats d'aliments. Nous ne caractérisons pas ce qui est consommé à l'échelle de l'exploitation ou fabriqué à la ferme.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Le total des besoins en concentrés achetés pour les filières animales d'Occitanie s'élève à près de 1 250 000 tonnes dont les principales matières premières sont : le maïs (36% des volumes), le blé (24%), le tourteau de soja (15%), l'orge (8%) et enfin les tourteaux de colza et de tournesol (5% chacun). Les porcs représentent 26% de ces volumes, les volailles 16%, et les palmipèdes 19% avec une forte consommation de maïs grain, notamment pour les canards prêts à gaver. Les ruminants représentent les 39% restants avec une forte part des bovins viande (12%) et des bovins lait (10%) particulièrement dépendants du tourteau de soja. Enfin, les ovins et les caprins complètent les 17% restants.

Les capacités de transformation des FAB d'Occitanie sont de l'ordre de près de 530 000 tonnes en 2021, ce qui est largement inférieur aux besoins des filières d'élevage de la région.

En parallèle, l'estimation des productions de la filière GC et l'étude des débouchés a révélé que le colza (80%) et le tournesol (56%) sont très majoritairement exportés vers d'autres régions françaises comme la Nouvelle-Aquitaine (probablement pour être trituré sur le site de Bassens). D'autre part, le blé tendre, l'orge et le maïs sont avant tout exportés vers l'Espagne (respectivement 52%, 32% et 66% des volumes commercialisés). Finalement, ce sont des faibles volumes qui restent au sein de la région.

En comparant les besoins en concentrés, les volumes de COP produits, collectés et commercialisés en Occitanie ainsi qu'aux capacités de transformation des FAB régionaux, on distingue 4 catégories :

1. Production insuffisante pour satisfaire les besoins alimentaires de l'ensemble des filières d'élevage : cas du colza et du soja qui ont respectivement un déficit de production de près de 45 000 et 90 500 tonnes (en supposant que l'alimentation animale soit le seul débouché).
2. Volumes produits suffisants mais les volumes collectés ne le sont pas, la céréale est directement consommée à la ferme : cas du seigle et des méteils avec un déficit de près de 1 200 tonnes collectées.
3. Volumes disponibles en Occitanie trop faibles, une part trop importante est exportée à l'étranger alors que les capacités de transformation des FAB pourraient satisfaire les besoins des filières d'élevage : cas de l'orge pour lequel il manque près de 29 000 tonnes en Occitanie alors que les FAB peuvent transformer près du double des volumes nécessaires.
4. Production suffisante mais les volumes disponibles en Occitanie sont insuffisants (trop d'exportations) et les capacités de fabrication des FAB de la région sont trop faibles pour satisfaire les besoins : cas du blé tendre, du maïs grain et du tournesol. Ce sont probablement les volumes qui sont exportés car les FAB régionaux n'ont pas la capacité de les transformer.

Il est nécessaire de prendre du recul sur les calculs effectués et les conclusions auxquelles nous sommes parvenues puisque les cas-types utilisés, sur lesquels repose la démarche méthodologique pour l'estimation des besoins alimentaires des filières animales, représentent des systèmes optimisés, ce qui n'est pas le cas de toutes les exploitations de la région.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Les travaux réalisés durant ce stage ont permis d'estimer dans quelle mesure les productions de la filière COP d'Occitanie satisfont les besoins en aliments achetés des animaux d'élevage en termes de concentrés (céréales et tourteaux) lorsque les exploitations ne sont pas autonomes. Les FAB sont partie prenante des flux régionaux entre les céréaliers et les éleveurs puisqu'ils transforment les céréales et oléo-protéagineux collectés en aliments fabriqués, une ressource aujourd'hui indispensable aux éleveurs. Cependant les entretiens menés ont révélé les capacités de fabrication insuffisantes de ces acteurs pour faire face à la demande régionale chiffrée à près de 1 250 000 tonnes (dont environ 300 000 tonnes de blé, 480 000 tonnes de maïs grain et 190 000 tonnes de soja). A ce facteur, s'ajoutent d'autres : volumes produits et collectés insuffisants (colza, soja, méteil) ou volumes disponibles trop faibles à cause d'une exportation massive (blé, maïs, orge, avoine, tournesol). Mais quel est le lien entre ces facteurs ? Est-ce le manque de capacité de transformation qui conduit à vendre les matières premières à l'étranger faute de débouchés ?

Enfin, outre repenser nos modèles de production pour cibler les besoins des filières d'élevage, limiter l'export des matières premières et relocaliser les outils de transformation, il s'agira d'envisager également les facteurs socio-économiques pour aboutir à des relations céréaliers-éleveurs durables en Occitanie.

C'est notamment ce à quoi sera consacrée la suite du projet : étude de faisabilité économique de la contractualisation et communication auprès des acteurs afin de valoriser la démarche.

*Je remercie tous les acteurs interrogés pour leur implication et le temps qu'ils ont pu m'accorder.*

# Valoriser les ressources protéiques locales dans l'alimentation des monogastriques pour favoriser la transition agroécologique

THÉNARD V., GRILLOT M., ESCANDE C.  
INRAE - UMR AGIR - Toulouse

**Mots-clés :** Autonomie protéique, Monogastrique, Polyculture-Elevage, Système d'élevage, Système socio-technique.

## INTRODUCTION

Dans de nombreuses régions françaises, l'intensification et la spécialisation des territoires et des exploitations ont conduit à une dépendance des élevages vis-à-vis de l'achat d'aliments, notamment des protéines qui sont produites hors de leur territoire, voire hors de France ou d'Europe. C'est particulièrement le cas pour les monogastriques : porcs, poulets et canards. Le principal aliment protéique utilisé pour l'alimentation de ces animaux est le tourteau de soja ou de tournesol. L'émergence de la réflexion sur l'autonomie protéique à l'échelle de l'exploitation et/ou du territoire pour l'alimentation des monogastriques est une opportunité pour la production de produits locaux de qualité et la résilience des exploitations. C'est aussi une opportunité pour amorcer la transition agroécologique du territoire, pas seulement, dans les exploitations de polycultures-élevage, mais aussi au sein du territoire afin d'accroître la ressource protéique produite localement pour réduire les intrants externes, favorisant le bouclage des cycles géochimiques et la reconnexion entre exploitations de grandes cultures et d'élevage. L'objectif de ce travail est de proposer d'étudier les opportunités d'un territoire pour renforcer l'autonomie protéique des élevages de monogastriques en zone de poly-cultures-élevage, en particulier par une reconnexion entre productions végétales et élevage, afin d'engager la transition agroécologique à l'échelle des exploitations et du territoire.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1 Le Lauragais : zone de polyculture-élevage en évolution

Dans les coteaux du Lauragais, l'élevage est résiduel et localisé sur les rares prairies pour les herbivores ou associé à des exploitations de grandes cultures pour les monogastriques. Cependant, les caractéristiques agronomiques de cette région sont favorables à la polyculture et à une forte diversification des cultures. Ceci pourrait permettre une production de légumineuses ou protéagineux, ce qui favoriserait une plus grande autonomie protéique du territoire. Il s'agit d'un enjeu régional fort soutenu par les acteurs agricoles locaux et basé sur la volonté d'acteurs d'avancer dans ce projet.

### 1.2 Une démarche participative avec les acteurs

La démarche mise en place entre janvier et juillet 2022 se traduit en 3 étapes, représentées sur la figure 1. Dans une première étape une revue bibliographique a permis d'identifier des alternatives alimentaires de sources protéiques pour l'alimentation des monogastriques et d'identifier les projets de recherche existants sur le sujet. Au cours de la deuxième étape, des entretiens ont été réalisés auprès de 16 éleveurs de porcs et/ou de volailles du Lauragais, ainsi qu'auprès d'autres acteurs impliqués dans les filières. L'objectif de ces entretiens était de i) caractériser les différents élevages, ii) évaluer leur dépendance à l'achat d'aliment ou de complément azoté, iii) identifier les freins et leviers pour tendre à une autonomie en protéines. La troisième étape a consisté à construire des ateliers participatifs répondant aux besoins et attentes des éleveurs, notamment en créant un

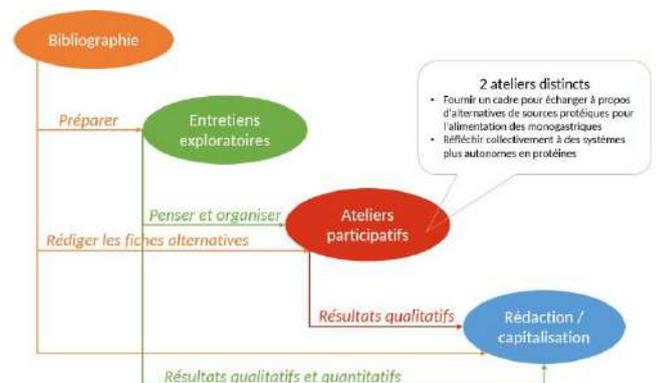


Figure 1: Démarche pour étudier l'autonomie protéique des élevages de monogastriques du Lauragais

cadre propice aux échanges d'expériences et d'avis. Le premier atelier avait pour objectif de partager les visions de l'autonomie protéique du territoire entre acteurs locaux, afin de co-construire un état des lieux concernant les options existantes au niveau de l'approvisionnement local en protéines. Le second atelier, conduit un mois plus tard, visait à concevoir et imaginer des dynamiques locales permettant une plus grande autonomie protéique des exploitations et/ou du territoire pour l'alimentation des monogastriques.

## **2. RESULTATS & DISCUSSION**

### **2.1 Résultats des entretiens**

Parmi les 16 éleveurs enquêtés, 10 pratiquent la Fabrication d'Aliment à la Ferme (FAF) et intègrent dans les rations des céréales produites sur l'exploitation. La protéine est apportée soit en achetant un complément azoté (6 fermes), soit en produisant eux-mêmes des sources de protéines (4 fermes) - soit du soja toasté (service de prestation de toastage), soit du pois. Parmi les freins à l'autonomie protéique exprimés lors des entretiens, on retrouve un manque d'accompagnement technique, en particulier pour la formulation des rations, ainsi que sur la mise en place de cultures moins « classiques » comme le pois ou le soja. La complexité de remplacer le tourteau de soja dans les rations a également été mentionnée. Parmi les leviers possibles pour développer l'autonomie protéique, les éleveurs estiment que l'échange de leurs expériences est très enrichissant et permettrait de pallier au manque d'accompagnement. De plus, la vente directe permettrait d'avoir une marge de manœuvre plus importante sur la valorisation économique des animaux par rapport à des filières plus intégrées ou plus longues.

### **2.2 Résultats des ateliers collectifs**

Lors du premier atelier, les alternatives considérées comme les plus faisables et souhaitables ont été les cultures de pois, soja et féverole, associé au toastage, à la FAF et la production de tourteaux par pression à froid. Cet atelier a permis de discuter des alternatives. Lors du 2e atelier, les participants ont choisi 3 alternatives pour réfléchir à leurs mises en place (identification des contraintes, leviers et premiers pas) dans leurs exploitations. Ils ont choisi : le toastage, le tourteau de soja local, et la réalisation d'une FAF, avec association de pois, orge, triticale.

### **2.3 Discussion**

Dans ce projet, neuf alternatives au tourteau de soja importé ont été étudiées. Pour chacune, les avantages et inconvénients ont été discutés lors des ateliers. Les facteurs importants à prendre en compte pour évaluer l'intérêt d'une alternative sont à étudier i) pour les cultures (intérêt agronomique, résistance aux aléas) ; ii) pour l'alimentation des animaux (besoin de transformation – facteurs antinutritionnels, coût et efficacité alimentaire, gestion du stockage et distribution) ; iii) pour la qualité des produits (couleur, goût) ; iv) pour l'exploitation (investissement, charge de travail).

Des pistes d'actions ont été identifiées par les participants des ateliers :

- Intégrer les acteurs des filières dans la recherche d'autonomie protéique
- Intensifier et développer les interactions entre éleveurs
- Organiser des visites de fermes
- Développer l'accompagnement et le conseil pour l'élevage de monogastriques
- Bénéficier d'aides à l'autonomie protéique (PAC, conseils départementaux et régionaux...)
- Interpeller les pouvoirs publics français sur l'usage des PAT (Protéines Animales Transformées)
- Produire des références (PAT, ferme à insectes, céréales germées...)

## **CONCLUSION & PERSPECTIVES**

Ce projet basé sur des enquêtes et des ateliers participatifs entre acteurs a exploré le renforcement de l'autonomie protéique des exploitations de polyculture-élevage du Lauragais. Les systèmes sociotechniques envisagés pourraient contribuer à la transition de ce territoire de polycultures-élevage. Les entretiens et échanges durant les deux ateliers participatifs traduisent un réel intérêt pour l'approvisionnement local en protéines. Pour poursuivre la démarche et accompagner la transition agroécologique des exploitations et du territoire du Lauragais, il est nécessaire d'approfondir les connaissances sur le sujet, d'un point de vue technique (gestion des cultures protéiques, intégration aux rations, autres sources de protéines) mais également sur les interactions entre acteurs du territoire. La construction et le renforcement des réseaux d'échanges et de partage des expériences semblent primordial, ainsi que le développement de l'appui technique et du conseil. Pour finir, le changement climatique n'a pas été discuté directement. Il doit être intégré aux réflexions sur l'approvisionnement local en protéines. La raréfaction des ressources, notamment en eau est à prendre en compte pour l'implantation de cultures telles que le soja et la féverole, demandant de l'irrigation.

# Transition protéique : quelles conséquences pour les productions animales ?

Duluins Océane, Baret Philippe

Université de Louvain, ELI/SYTRA, Croix du Sud 2 /7.05.14, 1348 Louvain-la-Neuve  
oceane.duluins@uclouvain.be

Mots-clés : transition protéinée, systèmes d'élevage, protéines, durabilité, transition

## INTRODUCTION

La transition protéinée, définie par la substitution de protéines animales par des protéines végétales, a suscité beaucoup d'intérêt ces dernières années en raison des préoccupations liées à la production et à la consommation de protéines en matière d'environnement, de bien-être animal et de santé (Aiking, 2014; Duluins & Baret, 2024). La transition protéinée fait l'objet de débats à la fois scientifiques et politiques. D'une part, les chercheurs ont reconnu la nécessité d'explorer d'autres sources de protéines et les avantages potentiels d'une réduction de la dépendance à l'égard de la production de protéines d'origine animale (Aiking & de Boer, 2020; Manners et al., 2020). D'autre part, la transition protéinée est un sujet discuté à différents niveaux de l'organisation sociétale, y compris les discussions politiques, les stratégies des entreprises privées et la couverture publique dans les médias (Hundscheid et al., 2022; Katz-Rosene et al., 2023; Tziva et al., 2023).

Alors que de nombreux auteurs proposent une réduction des produits de consommation animale, compensée par une augmentation des protéines végétales ou de protéines dites « alternatives » (de Boer & Aiking, 2011; Rust et al., 2020; Westhoek et al., 2014) il est très difficile de savoir comment cette transition affectera l'élevage et les systèmes de production actuels.

Notre présentation examinera l'interconnexion entre les défis associés à la transition vers des sources de protéines alternatives aux protéines animales et la transformation des systèmes d'élevage. Nous nous interrogerons sur la manière dont ces deux transitions sont abordées : de manière intégrée ou isolée, et explorerons les répercussions de ces approches.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Nous avons mené une revue systématique de la littérature scientifique traitant de la transition protéinée, en respectant les directives PRISMA (Duluins & Baret, 2024). L'exclusion délibérée des dimensions relatives aux défis de la durabilité dans l'élevage visait à isoler et à analyser leur traitement dans le cadre plus large de la transition protéinée. Les résultats présentés découlent de cet examen approfondi et visent à clarifier la relation entre la transition protéinée et les systèmes d'élevage.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

L'étude souligne un manque de considération des productions animales dans le débat sur la transition protéinée. D'un côté, la transition protéinée vise à réduire la consommation de protéines animales au profit de protéines alternatives bénéfiques pour l'environnement et la santé publique. En parallèle, la transition de l'élevage cherche à réinventer ses pratiques face à des pressions diverses. Malgré leur interdépendance, ces transitions sont souvent abordées de façon isolée dans les discussions sur la durabilité des systèmes alimentaires. L'une souligne les bénéfices environnementaux, les avantages pour la santé humaine et le bien-être animal découlant d'une modification des habitudes alimentaires pour réduire la consommation de protéines animales. L'autre se focalise sur l'optimisation de la production animale afin de diminuer son empreinte écologique, améliorer le bien-être des animaux et des producteurs, et offrir des produits hautement nutritifs. Elles nécessitent des stratégies distinctes : changement des habitudes de consommation pour la transition protéinée (Duluins & Baret, 2024), et l'adoption de pratiques agricoles durables pour la transition de l'élevage (Riera et al., 2023). Bien que les deux visent à transformer notre système alimentaire, leur séparation conceptuelle soulève d'importants défis et requiert une démarche intégrée pour adresser la complexité de la production et de la consommation durables de protéines.

Cette séparation conceptuelle est d'autant plus étonnante qu'un des enjeux centraux de la transition protéinée réside dans la non-durabilité des systèmes d'élevage et, de manière plus large, des modes actuels de production, transformation et consommation de protéines. Ces enjeux, complexes et multidimensionnels, exigent une analyse à différents niveaux.

Au niveau macro, l'avenir de l'élevage en Europe est marqué par l'incertitude. La récente stratégie de l'Union Européenne « De la ferme à la table », intégrée au nouveau Pacte vert, vise à encourager une consommation et une production alimentaires durables (European Commission, 2020). Elle cible en particulier la nécessité de réduire la viande rouge et transformée et à switcher à un régime alimentaire avec plus de protéines végétales. Toutefois, les liens entre les objectifs de consommation et de production demeurent flous. Par exemple, l'impact d'une transition vers une alimentation plus riche en végétaux sur l'élevage et la production animale reste indéterminé (Prag & Henriksen, 2020). Malgré les efforts de réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) pour réduire les émissions du secteur, aucune mesure concrète ne prévoit de diminution du cheptel.

À l'échelle méso, soit régionale ou nationale, la diversité des systèmes de production animale est notable (Riera et al., 2023; Tessier, 2021). Cette hétérogénéité reflète non seulement la richesse des traditions d'élevage, mais aussi les spécificités écologiques et économiques de chaque région. L'avenir de ces systèmes pourrait être profondément influencé par les tendances émergentes, en particulier la transition vers des régimes plus riches en plantes. Il est essentiel d'examiner quelles pratiques et quels systèmes pourraient être encouragés et quel impact ils auraient sur notre système alimentaire dans son ensemble. Cette analyse doit prendre en compte les diverses implications de favoriser certains systèmes de production par rapport à d'autres. Par exemple, privilégier les systèmes d'élevage porcin, qui peuvent offrir des avantages en termes d'efficacité climatique mais qui s'appuient lourdement sur l'importation de soja, pourrait avoir des conséquences environnementales complexes (Karlsson et al., 2021; Wang et al., 2023). De même, promouvoir des systèmes d'élevage bovin basés sur le pâturage pourrait soutenir la biodiversité et les écosystèmes locaux, mais aussi soulever des questions sur leur viabilité à long terme vu leur dépendance aux subsides et l'efficacité alimentaire (Duluins et al., 2022; Riera et al., 2023).

Au niveau micro, la variabilité des performances économiques des élevages selon les secteurs et les systèmes de production est frappante. Tandis que les secteurs de la volaille et du porc affichent de bons résultats, le secteur bovin fait face à des difficultés croissantes (Peyraud & MacLeod, 2020).

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cette étude met en lumière la nécessité d'une approche holistique dans le débat sur la transition protéinée et la durabilité des systèmes d'élevage. Elle révèle que, bien que l'objectif de réduire la consommation de protéines animales au profit d'alternatives plus écologiques et saines soit louable, une attention équivalente doit être accordée à la transformation des pratiques d'élevage. La séparation conceptuelle entre la transition vers des protéines alternatives et l'amélioration des systèmes d'élevage existants limite notre capacité à adresser de manière efficace les défis environnementaux, sociaux et économiques associés à notre système alimentaire. Elle pourrait même conduire à entraver les deux processus de transition.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aiking, H. (2014). Protein production: Planet, profit, plus people? *The American Journal of Clinical Nutrition*, *100*(suppl\_1), 483S-489S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071209>
- Aiking, H., & de Boer, J. (2020). The next protein transition. *Trends in Food Science & Technology*, *105*, 515–522. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.008>
- de Boer, J., & Aiking, H. (2011). On the merits of plant-based proteins for global food security: Marrying macro and micro perspectives. *Ecological Economics*, *70*(7), 1259–1265. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.001>
- Duluins, O., & Baret, P. V. (2024). A systematic review of the definitions, narratives and paths forwards for a protein transition in high-income countries. *Nature Food*, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00906-7>
- Duluins, O., Riera, A., Schuster, M., Baret, P. V., & Van den Broeck, G. (2022). Economic Implications of a Protein Transition: Evidence From Walloon Beef and Dairy Farms. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *6*. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.803872>
- European Commission. (2020). *Farm to Fork Strategy. For a Fair, Healthy and Environmentally-Friendly Food System; European Commission: Brussels, Belgium, 2020.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381>

- Hundscheid, L., Wurzinger, M., Gühnemann, A., Melcher, A. H., & Stern, T. (2022). Rethinking meat consumption – How institutional shifts affect the sustainable protein transition. *Sustainable Production and Consumption*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.02.016>
- Karlsson, J., Parodi, A., Zanten, H., Hansson, P.-A., & Rööf, E. (2021). Halting European Union soybean feed imports favours ruminants over pigs and poultry. *Nature Food*, 2, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00203-7>
- Katz-Rosene, R., Heffernan, A., & Arora, A. (2023). Protein pluralism and food systems transition: A review of sustainable protein meta-narratives. *World Development*, 161, 106121. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106121>
- Manners, R., Blanco-Gutiérrez, I., Varela-Ortega, C., & Tarquis, A. M. (2020). Transitioning European Protein-Rich Food Consumption and Production towards More Sustainable Patterns—Strategies and Policy Suggestions. *Sustainability*, 12(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su12051962>
- Peyraud, J.-L., & MacLeod, M. (2020). *Future of EU livestock: How to contribute to a sustainable agricultural sector ? : final report*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2762/3440>
- Prag, A. A., & Henriksen, C. B. (2020). Transition from Animal-Based to Plant-Based Food Production to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Agriculture—The Case of Denmark. *Sustainability*, 12(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/su12198228>
- Riera, A., Duluins, O., Schuster, M., & Baret, P. V. (2023). Accounting for diversity while assessing sustainability: Insights from the Walloon bovine sectors. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(2), 30. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00882-z>
- Rust, N. A., Ridding, L., Ward, C., Clark, B., Kehoe, L., Dora, M., Whittingham, M. J., McGowan, P., Chaudhary, A., Reynolds, C. J., Trivedy, C., & West, N. (2020). How to transition to reduced-meat diets that benefit people and the planet. *Science of The Total Environment*, 718, 137208. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137208>
- Tessier, L. (2021). *The pursuit of agroecological principles by Flemish beef farmers*. 300.
- Tziva, M., Kalfagianni, A., Negro, S., & Hekkert, M. (2023). Plant-based protein products in the news: Mind the gap between innovation and public discourses. *PLOS Sustainability and Transformation*, 2(1), e0000044. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000044>
- Wang, Y., Wang, Z., Yin, Y., Tian, X., Gong, H., Ma, L., Zhuang, M., Dou, Z., & Cui, Z. (2023). Pursuing zero-grain livestock production in China. *One Earth*, 0(0). <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.10.019>
- Westhoek, H., Lesschen, J. P., Rood, T., Wagner, S., De Marco, A., Murphy-Bokern, D., Leip, A., van Grinsven, H., Sutton, M. A., & Oenema, O. (2014). Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe’s meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, 26, 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.004>

## Filières d'élevage et de culture : interactions et vulnérabilités socio-métaboliques

MADLRRIEUX S. (1), GALIBERT A. (1), COURTONNE J-Y. (2), ALAPETITE J. (3), PANNIER A. (3)

(1) LESSEM, INRAE, Grenoble, France.

(2) STEEP, INRIA, Montbonnot, France.

(3) Société Terriflux, Moirans, France.

**Mots-clés :** filières, interaction entre filières, vulnérabilité, approche socio-métabolique

### INTRODUCTION

Les filières animale et végétale sont soumises à des risques de plus en plus systémiques (Bernard de Raymond et al., 2021), leur fonctionnement reposant pour une très large part sur le commerce (international) et les technologies, ayant permis de s'affranchir de la proximité aux ressources locales et de l'intégration i) entre cultures et élevages dans les processus de production (notamment pour le renouvellement de la fertilité des sols et l'alimentation des animaux d'élevage à l'échelle des élevages) et ii) entre filières (par ex. l'usage des co-produits de la transformation d'une filière dans une autre comme le lactosérum issu des fromageries valorisé en élevage porcin).

Ces vulnérabilités des filières sont liées aux :

- interdépendances biophysiques avec la biosphère, pouvant amener à l'« épuisement » des ressources (en quantité ou qualité) ou à des transformations par exemple climatiques fortement dommageables en retour sur l'accès aux ressources naturelles (ce qu'on appelle vulnérabilité biophysique) ;

- interdépendances socioéconomiques avec les marchés, pouvant amener à l'« épuisement » des opérateurs économiques et au non renouvellement des infrastructures de production, à leur concentration et éloignement des territoires de production, pouvant contribuer à une perte d'attractivité et à des difficultés de recrutement de la main-d'œuvre (vulnérabilité socio-économique) ;

- aux interdépendances matérielles et organisationnelles au sein des filières, entre elles, et entre territoires avec des dépendances accrues à ce qui se passe « ailleurs » / à d'autres nœuds du système. Ces interdépendances s'expriment par un degré d'ouverture des filières d'un territoire, les exposant à des aléas se produisant ailleurs (autonomie matérielle et décisionnelle et capacité de réponse des opérateurs des filières au niveau d'un territoire). Ce degré d'ouverture renvoie à un degré d'exposition à des aléas venant d'ailleurs en cas de système ouvert, ou d'aléas au niveau du territoire en cas de système plus autonome. Ces interdépendances matérielles sont également à l'origine des mécanismes de propagation de chocs.

Cet ensemble est ce que nous entendons par vulnérabilités socio-métaboliques.

Dans cette communication nous proposons de présenter les résultats du projet Scalable (financement Ademe) sur ce dernier type de vulnérabilités liées aux interdépendances matérielles et organisationnelles, pour les filières lait, viande, grandes cultures, à l'échelle nationale et locale, pour un territoire situé dans les Alpes.

Ce travail s'inscrit dans l'axe A du RMT Spicee, et amène des résultats sur les interactions entre filières d'élevage et de cultures, à l'échelle d'un territoire, à d'autres maillons que celui des exploitations agricoles, mais qui leur sont étroitement liés.

### 1. MATERIEL ET METHODES

A l'échelle nationale, dans le cadre du projet RefFLux (financement Ademe et FranceAgriMer), des analyses de flux de matières (AFM) pour 9 filières ont été consolidées et validées avec les Instituts Techniques Agricoles (ITA), en lien avec le RMT Filarmoni : céréales, oléoprotéagineux, fruits et légumes, bovins, porcins, volailles, équins, lait et œufs. Cela a donné lieu à la mise en ligne d'un outil de visualisation des flux dans ces filières agroalimentaires<sup>1</sup>. Indépendamment des AFM réalisées, nous proposons une typologie « théorique » simple pour caractériser le degré d'ouverture de n'importe quelle filière de production. Neuf « profils types » sont identifiés en répondant aux questions suivantes : (i) la filière est-elle plutôt productrice, plutôt importatrice, ou mixte ? (ii) la filière est-elle plutôt consommatrice, plutôt exportatrice, ou mixte ? En parallèle, un travail a été

---

<sup>1</sup> <https://www.filarmoni.fr/actualite/mise-en-ligne-dun-outil-de-visualisation-des-flux-dans-les-filieres-agroalimentaires>

mené pour caractériser les types d'interactions au sein ou entre filières, pouvant contribuer à la propagation de chocs.

A l'échelle locale, une enquête a été menée auprès d'opérateurs économiques de la transformation pour les filières grandes cultures (10 entretiens), bovin lait (13 entretiens) et viande (multi-espèces, 11 entretiens), sur le périmètre du projet alimentaire inter-territorial de la grande région grenobloise (PAiT). Cette enquête visait à caractériser le métabolisme de ces filières (flux et réseaux d'acteurs), d'identifier leurs vulnérabilités ; notamment liées à leur degré d'ouverture et aux interdépendances entre acteurs (propagation de chocs). Ces vulnérabilités ont été confrontées à celles perçues par les acteurs des filières et territoires lors de deux ateliers (un pour la filière lait, un pour la filière grande culture). Par rapport à l'échelle nationale, l'échelle locale permet de rentrer dans la compréhension de la gouvernance des flux, des réseaux d'acteurs et de la capacité des unités de production locales à agir sur les flux (autonomie décisionnelle).

## 2. RESULTATS

Les AFM menées sur les 9 filières nationales permettent de resituer ces filières dans la typologie « théorique ». Par exemple, la filière laitière est de type « productrice » avec une part de la production dans l'approvisionnement de 77% et une part de la consommation nationale dans les usages de 72% (en tonne de matière sèche utile). Alors qu'à l'échelle du PAiT, elle est plutôt de type « exportatrice », avec un poids important des établissements appartenant à des groupes coopératifs et privés, dont les sièges sont éloignés du territoire, se traduisant par une autonomie décisionnelle limitée à l'échelle des unités de production situées dans le PAiT.

Quant aux interactions au sein ou entre filières, à l'échelle nationale, 11 types d'interaction directe entre deux flux ont été identifiés, relevant de 4 familles (relations de i) co-existence – simultanéité, complémentarité- ; ii) mutualisation -d'infrastructure, d'opérateurs- ; iii) substitution -de matière, de secteur- ; iv) succession, qui se déclinent différemment selon qu'on parle d'approvisionnement ou d'usage. A l'échelle du PAiT, les interactions entre filières d'élevage et de cultures se retrouvent par exemple dans des relations de i) succession (céréales et aliments pour animaux via les usines de nutrition animale) ; ii) substitution d'usage (huile végétale pouvant servir pour des usines de nutrition animale, des raffineurs en vue de l'alimentation humaine, ou des usines de biocarburants) ; iii) complémentarité de consommation (utilisation de co-produits céréaliers et laitiers dans des élevages porcins).

Le réseau d'acteurs associé aux entreprises enquêtées pour les 3 filières du PAiT couvre environ 1000 relations entre un peu plus de 430 acteurs, établissements de collecte des productions et transport, de stockage, de collecte et traitement des déchets, de valorisation des co-produits et invendus, de fournisseurs d'ingrédients (autres que matière première) pour les industries agri-alimentaires. Dans l'atelier sur les vulnérabilités de la filière lait avec des chargés de mission des collectivités territoriales, aucune vulnérabilité n'a été perçue concernant ces interactions entre filières, ce qui n'a pas été le cas pour l'atelier filière grandes cultures qui associaient aux collectivités, des opérateurs économiques sans doute plus directement impactés que les collectivités territoriales.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Le travail mené permet d'apporter une vision globale de la structuration des filières et des outils de visualisation des flux de matières, que ce soit à l'échelle nationale avec les ITA ou à l'échelle du PAiT, ce qui a été apprécié lors des ateliers. Ces outils peuvent devenir des outils de pilotage et de communication.

Il a permis de préciser les vulnérabilités des filières à partir d'indicateurs de degré d'ouverture, et des interdépendances au sein et entre filières en jeu dans des propagations de chocs. Un prototype d'outil de visualisation de propagation de chocs a été mis au point qui reste à tester dans des territoires.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bernard de Raymond, A., Alpha, A., Ben-Ari, T., Daviron, B., Nesme, T., & Tétart, G. (2021). Systemic risk and food security. Emerging trends and future avenues for research. *Global Food Security*, 29, 100547. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100547>

## Les cahiers des charges des AOP fromagères, un levier pour préserver la polyculture-élevage, au niveau de l'exploitation et/ou du territoire ?

Jost J.<sup>1-2</sup>, Jacquot A.<sup>1-3</sup>, Berthelot C.<sup>1-4</sup>, Lasbleiz R.<sup>1-5</sup>

1-RMT Fromages de Terroir, 2-Institut de l'Elevage, 3-Syndicats Interprofessionnels du fromage de Langres et de l'Epoisses, 4-CERAQ, 5-CNAOL

Les cahiers des charges des SIQO (Signes D'Identification de la Qualité et de l'Origine) animales, notamment les AOP fromagères, expriment des exigences croissantes sur la provenance des ressources alimentaires et sur le degré d'autonomie alimentaire à atteindre, soit à l'échelle de l'exploitation, soit à celle de la zone AOP. Cette évolution serait donc favorable au maintien des exploitations de polyculture-élevage et à des dynamiques locales d'intégration culture-élevage dans les zones de l'AOP. Pour autant, on peut s'interroger sur la manière dont les SIQO fromagères valorisent la polyculture-élevage et sur la prise en compte des cultures comme élément de lien au terroir.

### 1. AOP fromagères et polyculture-élevage : quels liens actuellement ?

La législation européenne donne une place importante à l'autonomie alimentaire des troupeaux, comme un lien au terroir pour les AOP. Depuis 2012, les AOP doivent obligatoirement prendre en compte l'autonomie alimentaire dans leur cahier des charges (*Article 5, paragraphe 4, du règlement (UE) n°1151/2012*). Ce règlement européen stipule que les animaux à l'origine d'un produit AOP soient nourris exclusivement à partir d'une alimentation issue de la zone AOP. Toutefois, cette restriction totale peut être diminuée s'il est prouvé que, du fait du contexte de la zone AOP, 100% des aliments destinés aux animaux d'élevage ne peuvent pas être produits au sein de la zone d'appellation. Ce taux d'autonomie alimentaire de zone ne devrait pas être descendu en deçà de 50% de matière sèche en base annuelle (*Article 1, du règlement (UE) n°664/2014*), seuil minimal fixé pour justifier un « lien au terroir » qui fonde le concept des AOP.

Ce cadre réglementaire oblige ainsi aux filières AOP d'intégrer progressivement des critères d'interaction culture-élevage (au niveau de la zone AOP et/ou de l'exploitation) dans leur cahier des charges, amenant aussi des évolutions dans les pratiques des producteurs. Un travail d'analyse des cahiers des charges des AOP a été réalisé en 2016 (Bissey, 2016). Comme le résume le tableau 1, 88% des AOP ont des obligations d'autonomie alimentaire (fourrages et/ou concentrés) et 60% d'autonomie fourragère de zone AOP, avec des seuils variables, tout comme les méthodes de calcul (annuel, par période, journalier).

Seules 18% des AOP ont une exigence supplémentaire d'autonomie alimentaire au niveau de l'exploitation. En particulier, on constate que la prise en compte de l'autonomie alimentaire se fait à la fois par des critères directs, mais également des critères indirects tels que la limitation du chargement et de la quantité de concentrés apportée, la sortie de animaux. Les AOP fromagères favorisent ainsi les synergies entre culture et élevage au niveau de la zone d'appellation. Le tableau 2 détaille les critères mis en avant dans les cahiers des charges des AOP, et les interactions entre eux.

Tableau 1 : fréquence d'inscription dans les cahiers des charges de critères liés à l'autonomie alimentaire

	Critères pris en compte*	Fréquence d'inscription dans les cahiers des charges
Critères directs d'autonomie alimentaire	Autonomie alimentaire de zone AOP	88 %
	Autonomie fourragère de zone AOP	60 %
	Autonomie alimentaire de l'exploitation	18 %
	Autonomie fourragère d'exploitation	9 %
Critères indirects d'autonomie alimentaire	Limitation des aliments concentrés	95 %
	Sortie des animaux à l'extérieur (pâturage ou pastoralisme)	67%
	Chargement	53 %
	Aucun critère	4 %

### 2. Inscrire la polyculture-élevage clairement dans le cahier des charges : exemple du Mothais sur feuille

Le Syndicat de Défense du Mothais sur feuille est en cours de demande de la reconnaissance en AOP de ce fromage de chèvre du Poitou méridional. L'objectif est de mettre en avant le modèle de polyculture-élevage, qui est prépondérant dans la zone avec de la luzerne en tête de rotation, comme une spécificité du mode de production de ce fromage. Ainsi, les membres du syndicat de défense (producteurs et transformateurs) ont collectivement intégré dans leur cahier des charges des critères spécifiques favorisant la polyculture-élevage,

tels que la nécessité de nourrir les chèvres avec au moins trois sources de céréales ou d'oléoprotéagineux produits dans la zone et d'intégrer au moins 200 kg de MS/an de fourrages issues de prairies temporaires de légumineuses. Des critères d'autonomie alimentaire de zone sont également maintenus (> 80%).

Ces choix auront des intérêts complémentaires : l'origine locale des fourrages (notamment de luzerne) et des aliments (notamment céréale, méteil grain, protéagineux, tournesol), permettra de limiter la consommation d'engrais azoté minéral et des pesticides. Comment accompagner les éleveurs (et la filière locale) ? Des travaux ont été réalisés par le réseau REDCap (Jost *et al.*, 2017) et se poursuivent avec par exemple l'acquisition de références et une sensibilisation sur l'intégration des méteils grain, du tournesol, des luzernes et des prairies multi-espèces riches en légumineuses dans les systèmes de culture caprins. Il y a également la création d'une filière locale tracée de luzerne et d'aliment complet.

### 3. Des actions techniques ou d'organisation de filière pour promouvoir les synergies culture-élevage

Un travail de recensement d'actions favorables à l'autonomie alimentaire a été réalisé entre 2015 et 2019 (Hulin *et al.*, 2019), mettant en avant des liens culture-élevage à différentes échelles. L'objectif était de partager des initiatives locales, favorisant le respect des cahiers des charges sur les différents territoires des AOP fromagères. Les organismes de gestion sont souvent fortement impliqués dans la réalisation de ces actions. Voici 3 exemples d'initiatives :

- Création de filières tracées de luzerne déshydratée et de pulpe de betterave dans la zone de l'AOP Chaource, en lien avec les filières luzerne et betterave locales,
- Mise en place, avec les céréaliers et les CUMA, d'une filière locale de production de tourteau de colza fermier, en AOP Selles sur Cher,
- Étude de faisabilité sur la création d'une filière d'approvisionnement en fourrage séché à proximité de la zone AOP Saint Nectaire, en valorisant les synergies plaine-montage,

### 4. Ouverture

La polyculture-élevage est, par la réglementation européenne, au cœur de l'ADN des AOP fromagères. Elle s'inscrit à la fois à l'échelle de l'exploitation et surtout de la zone AOP. Elle s'exprime différemment selon le contexte géographique local (zone de plaine, de montagne, pastorale) et du système alimentaire. Il existe donc un gradient d'expression et d'intégration de la polyculture-élevage en zone AOP, qui mériterait d'être étudié de façon plus approfondie, en prenant en compte également une dimension spatiale.

Tableau 2 : Typologie des AOP fromagères selon les cahiers des charges définis (données issues des cahiers de charges français en 2016)

AOP fromagères concernées	Bleu du Vercors Mont d'Or Mâconnais	Beaufort Bleu d'Auvergne Bleu des Causses Bleu de Gex Cantal Charolais Chevrotin Comté	Fourme d'Ambert Fourme de Montbrison Laguiole Maroilles Reblochon Saint-nectaire Salers Tome des Bauges	Banon Pélardon Picodon	Abondance Morbier Ossau-Iraty	Crottin de Chavignol Pouilly Saint Pierre Selles sur Cher	Epoisses Langres Rigotte de Condrieu Roquefort	Rocamadour Sainte-Maure de Touraine Valençay	Brie de Meaux Brie de Melun Chaource	Camembert de Normandie Livarot Neufchâtel Pont l'Évêque	Brocciu
Limitation de la complémentation											
Autonomie fourragère zone AOP											
Temps de pâturage											
Autonomie alimentaire zone AOP											
Autonomie en concentrés zone AOP											
Autonomie alimentaire exploitation											
Autonomie fourragère exploitation											

Bissey M., 2016. *Autonomie alimentaire et fourragère en AOP fromagères françaises, une fin en soi ou un élément de « lien au terroir » ?* Mémoire de fin d'études ingénieur VetAgro Sup, 152 p.

Hulin S., Jost J. et Arranz JM., 2019. *L'autonomie alimentaire en filières fromagères AOP, entre lien au terroir et agro-écologie*, [https://www.rmffromagesdeterroirs.com/wp-content/uploads/2019/04/AUTONOMIE-ALIMENTAIRE-COMPLET\\_HD\\_v3.pdf](https://www.rmffromagesdeterroirs.com/wp-content/uploads/2019/04/AUTONOMIE-ALIMENTAIRE-COMPLET_HD_v3.pdf). Jost J., Couvet R., Minier M., Galliot L., Jénot F., (2017). *Les systèmes d'élevages caprins de la filière Mothais sur feuille*.

[https://redcap.terredeschèvres.fr/IMG/pdf/180404systeme\\_elevage\\_mothais\\_sur\\_feuille\\_7.pdf](https://redcap.terredeschèvres.fr/IMG/pdf/180404systeme_elevage_mothais_sur_feuille_7.pdf)

# Contribution de la luzerne à l'autonomie azotée et protéique de la France

POËNTIS C., LABANCA H.

La Coopération Agricole – Luzerne de France, Paris, France, [cpoentis@lacoopagri.coop](mailto:cpoentis@lacoopagri.coop)

Mots-clés : autonomie, légumineuse fourragère, territoire, interaction entre filières

## INTRODUCTION

Depuis les années 1970, les exploitations agricoles françaises se sont majoritairement spécialisées en systèmes d'élevages ou de grandes cultures. Cela a été rendu possible grâce notamment à l'usage accru d'intrants de synthèse qui ont remplacé la complémentarité auparavant observée au sein des systèmes polyculture-élevage (Schott, Thomas 2018). Cette situation, accentuée par un contexte de prix et de politiques publiques défavorables aux légumineuses, a contribué à la disparition de celles-ci au sein des exploitations et une dépendance importante de l'élevage français aux importations de matières riches en protéines (MRP). La France importe aujourd'hui plus d'un tiers de ses besoins en MRP (Boucly, Decoret 2020) et deux tiers de ses besoins en azote minéral (UNIFA 2022).

À la suite de la Covid-19, la souveraineté protéique a été remise au cœur des débats et est devenue l'une des priorités du gouvernement dans le Plan France Relance. Pour y parvenir plusieurs scénarios sont envisagés comme l'augmentation des cultures d'oléoprotéagineux, mais également l'utilisation de prairies riches en légumineuses. Ce deuxième levier apporterait la possibilité de se passer de l'intégralité du tourteau de soja dans l'alimentation des ruminants (Pflimlin et al. 2021; Uijtewaal et al. 2020).

La luzerne, légumineuse fourragère première productrice de protéines à l'hectare, apporte également des solutions agronomiques au sein des systèmes grandes cultures notamment grâce à la fixation d'azote dans le sol. Elle contribue donc directement à l'atteinte des objectifs nationaux tant sur la souveraineté en protéines que sur la réduction des intrants de synthèse et la lutte contre le réchauffement climatique.

Cette communication s'inscrit dans le cadre d'une étude sur le développement de la filière luzerne déshydratée pour répondre aux enjeux de souveraineté protéique et de réduction des intrants de synthèse. L'objectif de ce travail est d'étudier l'impact de la culture de luzerne au sein d'une rotation culturale, pour comprendre l'impact de celle-ci dans le bilan azoté de la rotation. Également, nous examinerons les possibilités d'apport de luzerne au sein des rations de ruminants et la place de celle-ci au sein de la souveraineté protéique française. Enfin, nous nous intéresserons aux synergies possibles entre les exploitations spécialisées grandes cultures et celles d'élevages envisageables grâce à la filière luzerne déshydratée.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour réaliser cette étude, nous nous sommes appuyés sur les données nationales concernant l'occupation des terres et les rendements (Agreste 2021), les apports en azote minéral (UNIFA 2022; Lallouette et al. 2016), et les flux de matières premières à destination de l'alimentation des ruminants (Cordier et al. 2020). Nous avons comparé ces données aux caractéristiques agronomiques et nutritionnelles de la luzerne présentes dans la littérature scientifique.

Afin d'obtenir l'impact de la luzerne sur le bilan azoté d'une rotation culturale, une rotation sans luzerne (appelée rotation standard – Rstand) et une rotation avec luzerne (appelée rotation luzerne – Rluz) ont été comparées de manière théorique. La différence entre les deux a permis d'obtenir l'économie en azote permise par la luzerne par hectare et par an.

Après avoir étudié les différentes possibilités d'intégration de luzerne au sein des rations des ruminants en s'appuyant sur la littérature scientifique, une comparaison entre les apports en protéines digestibles dans l'intestin (PDI) fournies par la luzerne et celles apportées par le tourteau de soja a été réalisée à l'échelle du territoire national.

Enfin, nous nous sommes intéressés à la place de la filière luzerne déshydratée par rapport aux données précédentes à l'aide des données techniques et économiques de la filière.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### 2.1) Economie d'azote permise par la luzerne dans une rotation culturale

En France, environ 1,7 million de tonnes d'azote minéral sont utilisés par an (UNIFA 2022). Ce qui correspond à **140 kg/ha/an** en moyenne pour les grandes cultures fertilisées (blé, orge, colza, maïs, etc.) (Lallouette et al. 2016, p. 84). Ainsi, cette valeur correspond, dans notre étude, à la rotation Rstand (rotation culturale théorique avec des cultures fertilisées et sans luzerne). En comparaison, nous avons choisi la rotation Rluz (rotation de 11 ans, avec 3 années de luzerne et 8 années de cultures fertilisées). Rluz est conforme à ce qui est pratiqué en zone de déshydratation, et recommandé par la littérature (délai de retour de 9 ans) (LCA - Luzerne de France 2023). La luzerne restitue 165 kg N/ha, dont 96 kg minéralisés dans les 18 premiers mois et les 40 % restants dans les 3 années suivantes (Justes et al. 2001). Rluz permet de **réduire l'apport moyen annuel en azote minéral de 53 kg N/ha/an** soit un apport de 87 kg/ha/an. Cet effet est d'autant plus marqué, si le plan de fumure et la rotation sont adaptés aux restitutions permises par la luzerne (utilisation de couvert végétaux et de culture avec de forts besoins en azote pour limiter les pertes) (Agro-Transfert Ressources 2016).

### 2.2) Apport en protéine permis par la luzerne dans la ration des ruminants

En 2020, 1,6 million de tonnes de tourteaux de soja sont utilisés en France dans la ration des ruminants (Cordier et al. 2020, p. 4). Selon l'étude de l'AAF et l'Idel, l'un des leviers pour réduire la consommation de celui-ci se situe sur la structure de la ration des vaches laitières, en réduisant l'utilisation de maïs et en le compensant par l'augmentation de prairies riches en légumineuses (Pflimlin et al. 2021). En effet, la majorité des protéines consommées par les ruminants est apportée par les fourrages (Cordier et al. 2020). Le projet 4AGEPROD dans son étude sur la luzerne a expérimenté deux rations à base de luzerne qui permettent de réduire les quantités de tourteaux et de maïs ensilage utilisées tout en maintenant de bonnes performances laitières et le même coût d'alimentation (Uijtewaal et al. 2020). Actuellement, la luzerne produite en France correspond à 3,4 millions de tonnes de matière sèche, soit **284k t de PDI**. En comparaison, le soja permet d'apporter 371k t de PDI (dont 261k t PDI issu des importations en provenance du Brésil) (Terres Univia 2022). Ainsi, si on doublait la production de luzerne pour atteindre 800k ha (elle occupait 1,7 million d'ha en 1962 (Thiebeau, Parnaudeau, Guy 2003) on pourrait **remplacer la totalité du soja importé du Brésil**.

### 2.3) Synergies possibles entre les exploitations grandes cultures et élevages grâce à la filière luzerne déshydratée

Néanmoins, la luzerne rencontre plusieurs freins à son développement au sein des élevages. En effet, la récolte de cette culture est onéreuse et exigeante en main d'œuvre, sa conservation est également délicate. De plus, au sein des exploitations en grandes cultures, elle doit avoir disposer de débouchés locaux pour être rentable. En France, en 2022, **785 000 tonnes de luzerne sont déshydratées soit 66 000 ha**. 80 % de celle-ci est produite dans la Marne sur des exploitations en grandes cultures, elles peuvent ainsi bénéficier d'un débouché et participer à la production française de protéine : **33k t de PDI** sont produites à destination des élevages de ruminants français. Ainsi, cette filière permet de créer une synergie entre les zones d'élevages et de grandes cultures, en levant une partie des freins à l'usage de la luzerne dans ces deux systèmes de production.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cultiver de la luzerne réduit fortement les besoins en azote exogène (-38 %) et apporte de nombreux bénéfices agronomiques au sein d'une rotation céréalière. De plus, cette plante joue un rôle essentiel dans l'apport en protéine des élevages ruminants. Elle a un fort potentiel pour augmenter la production de protéine française, afin de contribuer progressivement à réduire la dépendance aux importations. Cette culture a autant à apporter aux exploitations d'élevage que de grandes cultures, un moyen efficace pour lever les derniers freins étant le principe de déshydratation, notamment au regard de sa complète décarbonation ces dernières années. Dernier élément à considérer pour favoriser une synergie entre ces exploitations spécialisées : la valeur de la luzerne déshydratée et son intérêt économique dans ces deux contextes.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGRESTE, 2021. Statistique agricole annuelle 2020. . mai 2021.

AGRO-TRANSFERT RESSOURCES, 2016. *Apporter de l'azote dans la rotation grâce à la luzerne*. 2016. BOUCLY, Michel et DECORET, Pierre-Marie, 2020. L'Europe agricole au défi de sa souveraineté protéinique. *Annales des Mines - Réalités industrielles*. 2020. Vol. Mai 2020, n° 2, pp. 83-87. DOI 10.3917/rindu1.202.0083.

CORDIER, Cécile, SAILLEY, Manon, COURTONNE, Jean-Yves, DUFLOT, Boris, CADUDAL, François, PERROT, Christophe, BRION, Aude et BAUMONT, René, 2020. Quantifier les matières premières utilisées par l'alimentation animale en France et segmenter les flux jusqu'aux filières consommatrices. In : *3R 2020 - 25e édition Congrès international francophone sur les Rencontres Recherches Ruminants* [en ligne]. Paris, France. décembre 2020. pp. 1-5. [Consulté le 16 janvier 2024]. Disponible à l'adresse : <https://hal.science/hal-03128009>

JUSTES, Eric, THIEBEAU, Pascal, CATTIN, Gérard, LARBRE, Damien et NICOLARDOT, Bernard, 2001. Libération d'azote après retournement de luzerne : un effet sur deux campagnes. *Perspectives Agricoles*. 2001. DOI hal-02508174.

LALLOUETTE, MAGNIER, BARREAU et OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, 2016. *Bilan de la mise en oeuvre de la directive Nitrates en France (données 2012-2015)* [en ligne]. Ministère chargé de l'environnement. [Consulté le 2 janvier 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.eaufrance.fr/publications/bilan-de-la-mise-en-oeuvre-de-la-directive-nitrates-en-france-donnees-2012-2015>

LCA - LUZERNE DE FRANCE, 2023. *Enquête culturelle Agroluz+*. 2023.

PFLIMLIN, André, LEGALL, André, PERROT, Christophe, ROUILLÉ, Benoît, SAILLEY, Manon et POUX, Xavier, 2021. *L'élevage peut-il se passer du soja importé ?* décembre 2021.

SCHOTT, C. et THOMAS, Puech, 2018. Dynamics of agricultural systems in France: Farms and regions have become more specialised since the 1970s. *Fourrages*. 1 janvier 2018. Vol. 2018, pp. 153-161.

TERRES UNIVIA, 2022. *Chiffres clés : oléagineux et plantes riches en protéines*. 2022.

THIEBEAU, Pascal, PARNAUDEAU, Virginie et GUY, Pierre, 2003. *Quel avenir pour la luzerne en France et en Europe ?* juin 2003. Courrier de l'environnement de l'INRA n°49.

UIJTTEWAAL, Anthony, LE PICHON, Daniel, GUIBERT, Stéphanie, GUILLOIS, François, SEURET, BOURRIN, ROUILLÉ, BRETON, GÉLINEAU, VANBERGUE et PIERRE, 2020. *4AGEPROD : La luzerne : comment mieux la cultiver, la récolter et la valoriser dans les exploitations de Pays de la Loire et Bretagne ?* juin 2020.

UNIFA, 2022. *Les livraisons d'engrais minéraux en France métropolitaine (Campagne 2021-2022)*. 2022.

# Les services interspécifiques de l'association des lapins à un verger de pommiers

SAVIETTO D. <sup>(1)</sup>, FILLON V. <sup>(1)</sup>, FETIVEAU M. <sup>(1)</sup>, RODRIGUEZ A. <sup>(2)</sup>, DRUSCH S. <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, 31326 Castanet-Tolosan, France

<sup>(2)</sup> UE 695 UERI - Gotheron, INRAE, 26320 Saint-Marcel-lès-Valence, France

**Mots-clés :** *Oryctolagus cuniculus*, *Malus domestica*, agriculture biologique, services écosystémiques, bien-être animal

## 1. INTRODUCTION

L'agriculture et l'élevage intensif sont confrontés à une crise de légitimité. Ils sont considérés comme responsables de la plupart des émissions de gaz à effet de serre, de la pollution de l'eau, de l'air et du sol, de la déforestation, de la perte de biodiversité et de l'augmentation des risques biologiques, ainsi que de la souffrance humaine et animale (Horrigan *et al.*, 2002 ; Emel & Neo, 2011). En revanche, l'agriculture biologique (Sundrum, 2001), l'agroforesterie (Broom *et al.*, 2013) et d'autres formes d'intégration culture-élevage (Bonaudo *et al.*, 2014) sont des modèles qui contribuent à une agriculture plus durable et respectueuse du bien-être animal.

Cependant, si les systèmes agroforestiers associant arbres et animaux peuvent contribuer à une agriculture plus vertueuse, leur développement peut être limité par le manque d'informations et/ou de solutions techniques pour associer les plantes et les animaux. Pour faire face à ce manque d'information, nous décrivons ici un système agroforestier inédit : un verger pâturé associant lapins et pommiers. Notre principal objectif était d'identifier les services écosystémiques interspécifiques et les potentielles contraintes/limitations de cette association. Pour répondre à nos interrogations, nous avons utilisé une démarche analytique en comparant trois systèmes : (1) pommiers sans lapins, (2) pommiers avec lapins, et (3) lapins sans pommiers ni arbres.

## 2. MATERIEL ET METHODES

L'émergence de services interspécifiques liés à l'association de lapins à un verger de pommiers a été caractérisée en comparant trois systèmes : (1) pommiers sans lapins, (2) pommiers avec lapins, et (3) lapins sans pommiers ni arbres.

Un total de 144 lapins a été suivi entre 45 et 80 jours de vie du sevrage à l'âge de la commercialisation. Ils ont été distribués en groupes de 6 individus (3 mâles et 3 femelles) logés dans 24 parcs mobiles (L : 7,5 × 1 : 2,5 m, soit 18,75 m<sup>2</sup>) équipés d'un abri en bois (L : 92 × 1 : 52 × h : 100 cm, soit 4784 cm<sup>2</sup>), d'une trémie pour l'aliment granulé et d'un point d'eau. Douze de ces parcs ont été placés dans le verger de pommiers (Variété Smoothie, conduite en axe centrifuge à 1000 arbres/ha - INRAE de Gotheron) et les 12 autres dans une prairie cultivée (mélange St Marcellin, située à environ 350 m du verger). L'expérience a eu lieu à l'automne 2022. Au verger, les parcs ont été placés sur le rang de pommiers (90 m de longueur pour 45 pommiers) et distribués sur six rangées (soit 2 parcs par rang). Sur une période d'expérimentation de 5 semaines, les parcs ont été déplacés hebdomadairement, pour un total de 5 emplacements au verger. Ainsi, à la fin de l'expérience, un total de 215 pommiers a été exposé aux lapins pendant 7 jours. Les pommiers restants des 6 rangées (n=55) qui n'ont pas eu de contact avec les lapins, constitue le témoin pommier sans lapins. La distribution et le schéma de déplacement des parcs dans la prairie a été le même qu'au verger, à exception du nombre de déplacements réalisés. Du fait de l'abondance de l'herbe dans la prairie, un total de 4 déplacements (soit 1 tous les 9 jours en moyenne) a été réalisé dans ce milieu.

Hebdomadairement, entre 45 et 80 jours de vie, nous avons contrôlé le poids vif et l'état sanitaire de chacun des lapins. La consommation de granulés, de pommes (poids des pommes présentes au sol avant et après le passage des lapins) et d'herbe (à l'aide de l'Herbomètre® - Arvalis selon Plagnet *et al.*, 2023) a également été mesurée chaque semaine. Au verger, nous avons mesuré le nombre d'arbres « rongés » par les lapins, la fertilité minérale du sol (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et K<sub>2</sub>O), ainsi que la repousse de l'herbe et la dégradation des feuilles au printemps 2023, soit 3 à 4 mois après la sortie des lapins. Nous avons également mesuré la température et l'hygrométrie à l'intérieur des abris des lapins à l'aide de sondes (une mesure tous les 10 minutes).

L'analyse statistique des données a été réalisée avec le logiciel R (R Core Team, version 4.3.1).

### 3. RESULTATS & DISCUSSION

Le poids vif des lapins à 80 jours a été similaire dans la prairie et au verger (2675 et 2693 g, respectivement ;  $P=1.00$ ), pour une consommation totale de granulés plus importante dans la prairie (5246 g/lapin) qu'au verger (4996 g/lapin ;  $P<0,01$ ). La réduction de la consommation de granulés (environ 4,8 %) au verger s'explique par la consommation de pommes (en moyenne 57,6 g/lapin/jour) en plus de la consommation de végétation ; celle-ci est similaire entre les deux groupes de lapins (prairie vs verger : 36,0 vs 38,7 g de matière sèche/lapin/jour ;  $P=0,65$ ). Sur la santé des lapins, nous déplorons une seule perte due à la myxomatose ; malgré la vaccination des lapins. Sur l'ensemble de l'expérience, 11 lapins (7 dans la prairie et 4 au verger) ont reçu un traitement antibiotique contre la coccidiose. Le bon état sanitaire des lapins dans les deux modalités, n'a pas permis la démonstration de l'hypothèse d'un bénéfice du verger et des ressources à disposition des lapins dans ce milieu de vie sur leur santé.

En plus des ressources alimentaires, les lapins du verger ont bénéficié du microclimat des arbres. En effet, l'amplitude thermique quotidienne à l'intérieur des abris au verger a été, en moyenne, d'environ 11,6°C contre 13,1°C à l'intérieur des abris dans la prairie. Une réduction de 1,5°C en moyenne dans l'amplitude thermique quotidienne démontre l'intérêt des pommiers pour le bien-être des lapins ; sans mentionner une gamme de comportements plus diversifiée liée à la présence des arbres et à l'interaction des lapins avec les pommiers (se coucher contre les arbres, courir autour, se reposer à l'extérieur de l'abri, etc.).

Côté pommiers, les lapins ont apporté un service de nettoyage très efficace. En moins d'une semaine, les groupes de 6 lapins ont brouté l'intégralité de l'herbe à leur disposition. Un service observé sur l'intégralité des parcs et de la période d'essai. Au printemps 2023 (mars-avril), la hauteur moyenne de l'herbe 4 mois après la sortie des lapins était 1,30 cm de moins dans les zones pâturées par rapport aux zones non pâturées (4,6 vs 5,9 cm, respectivement ;  $P<0,0001$ ). Ce retard de croissance pourrait être expliqué par le surpâturage, malgré les apports conséquents de potassium (et potentiellement d'azote) par les lapins (pommiers avec vs sans lapins : 298 vs 230 mg de  $K_2O/kg$  de sol ;  $P<0,01$ ). Soit environ 29,6 % de plus de potassium dans le profil 0-30 cm sur des échantillons prélevés 4 mois après le passage des lapins. La présence des lapins a également favorisé la disparition de la litière de feuilles, le principal réservoir de spores de la tavelure (Bowen *et al.*, 2011). En moyenne, dans les zones du verger pâturées par les lapins, nous avons observé une réduction dans la quantité de litière de feuilles mortes l'ordre de 65,6 % par rapport aux zones non pâturées (29,5 vs 84,8 g de matière sèche/m<sup>2</sup> à 115 jours et 13,6 vs 39,9 g de matière sèche/m<sup>2</sup> à 129 jours après la sortie des lapins, respectivement). Cette importante réduction dans la litière de feuilles pourrait être expliquée par des effets directs (ingestion de feuilles par les lapins) et indirects (piétinement ou augmentation de l'activité microbienne du sol liée aux déjections des lapins). Cependant, l'augmentation de l'activité microbienne du sol liée à la présence des lapins et leur potentiel effet sur la disparition des feuilles reste à confirmer. De même, l'effet prophylactique sur la tavelure du pommier apporté par la présence des lapins au verger reste à démontrer. Cependant, Gomez *et al.* (2007) ont observé une réduction de l'incidence de tavelure sur les fruits suite à l'élimination des feuilles mortes à l'automne de l'année précédente (moins 82,5 % pour le balayage et 54,6 % pour le labourage des feuilles).

Il faut également mentionner l'importance de la pose de manchons adaptés à la taille des arbres et des lapins. Sur les 215 pommiers exposés aux lapins, 16% ont été « rongés », malgré leur protection. Sur les pommiers attaqués, 3% présentaient un écorçage sévère, selon notre échelle prédéfinie [pas d'écorçage, écorçage léger (< 5 cm<sup>2</sup>), écorçage modéré (entre 5 et 50 cm<sup>2</sup>), et écorçage sévère (> 50 cm<sup>2</sup>)]. L'attaque des arbres reste acceptable, vue l'utilisation de manchons conçus pour de jeunes arbres (et donc pas adaptés à des arbres de près de 20 ans), ce qui a diminué leur effet protecteur. De plus la hauteur des manchons (environ 40 cm du sol) ne semble pas adaptée à la taille de nos lapins en fin d'expérience (environ 2 fois le poids vif d'un lapin de garenne adulte). En effet, sur les arbres écorcés, la majorité des dégâts ont été observés (1) suite à une mauvaise fixation des manchons et (2) à la fin de l'expérience, quand les lapins (environ 2,6 kg) ont commencé à « ronger » l'écorce des pommiers au-dessus des manchons en réponse à un manque d'herbe à leur disposition.

L'architecture du verger utilisé dans cette étude (conduit en axe centrifuge à 1000 arbres/ha, avec un palissage de 3,5 m de hauteur) et la conduite des arbres, avec des branches à environ 60 cm du sol, sont des éléments qui réduisent l'ergonomie du travail. Les parcs étant placés sur le rang de façon à laisser les pommiers au centre, ont limité notre capacité de circulation à l'intérieur des parcs, quand nécessaire.

### 4. CONCLUSION & PERSPECTIVES

Les lapins ont bénéficié des ressources (pommes et herbe) présentes dans le verger de pommier, ainsi que du microclimat des arbres. La présence d'arbres a également structuré leur espace de vie. Elle représente un enrichissement du milieu de vie des lapins considérable. Le verger a aussi contribué à une réduction des intrants pour la production (granulés) en plus de l'amélioration du bien-être des lapins en comparaison à l'élevage au pâturage sans arbres.

Les pommiers ont bénéficié d'un service de désherbage et de nettoyage efficace. La fertilité du sol, notamment la teneur en potassium ( $K_2O$ ), a été améliorée par la présence des lapins. La protection des arbres via la pose de manchons adaptés à la taille des arbres et des lapins est nécessaire pour limiter, voire supprimer les potentiels dégâts aux arbres.

Des questions d'ergonomie, liées à la conception du verger, peuvent être une contrainte pour le travail de l'éleveur. Les traitements du verger au printemps ainsi que la charge de travail conséquente à cette saison, limite également l'association. Ces limitations démontrent les limites de l'introduction des lapins dans un verger destiné exclusivement à la production fruitière. Ainsi, la conception d'un verger adapté à la présence des animaux tout au long de l'année et plus ergonomique reste à explorer.

## 5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bonaudo, T., Burlamaqui-Bendahan, A., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, F., Leger, F. Magda, D., Tichit, M., 2014. Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *European Journal of Agronomy* 57, 43-51.
- Bowen, J.K., Mesarich, C.H., Bus, V.G., Beresford, R.M., Plummer, K.M., Templeton, M.D. 2011. *Venturia inaequalis*: the causal agent of apple scab. *Molecular Plant Pathology* 12, 105-22.
- Broom, D.M., Galindo F.A., Murgueitio E., 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B* 280, 20132025.
- Emel, J., Neo, H., 2011. Killing for profit: global livestock industries and their socio-ecological implications. In *Global political ecology* (eds. Peet, R., Robbins, P., Watts, M.). Routledge, Abingdon, Oxfordshire, United Kingdom, pp. 67-83
- Gomez, C., Brun, L., Chauffour, D., De Le Vallée D. 2007. Effect of leaf litter management on scab development in an organic apple orchard. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118, 249-255.
- Horrigan, L., Lawrance, R.S., Walker, P., 2002. How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. *Environmental Health Perspectives* 110, 445-456.
- Plagnet, A-S. Bannelier, C., Fillon, V., Savietto, D. 2023. Estimation of grass biomass consumed by rabbits housed in movable paddocks. *World Rabbit Science*, 31, 21-34.
- R Core Team, 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>
- Sundrum, A., 2001. Organic livestock farming: a critical review. *Livestock Production Science* 67, 207-215.

# Quelles performances pour un troupeau ovin à faibles intrants intégré à un système de grandes cultures en agroécologie ?

BENOIT M. (1), BOISTARD T. (2), BRODIN O. (3), MARCON D. (2), SAGOT L. (4), BOUCHEROT J. (2)

(1) INRAE, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

(2) INRAE, Unité expérimentale P3R, F- 18390 Osmoy

(3) Chambre Agriculture du Cher, F- 18230 Saint-Doulchard

(4) Institut de l'Élevage/CIIRPO, F- 87800 Saint Priest-Ligouère

Mots-clés : système ; multiperformance ; autonomie ; ovin viande

## INTRODUCTION

La problématique de l'association de l'élevage aux cultures fait l'objet de nombreux travaux. Le projet SOBRIETE (2019-2023) s'est proposé de travailler cette question en mettant en avant les objectifs de limitation des intrants pour les cultures et des concentrés pour les animaux, avec une priorité donnée à l'utilisation des intercultures par le troupeau. Il s'agit donc bien de maximiser les synergies entre élevage et cultures tout en limitant l'utilisation par les animaux d'aliments directement consommables par l'Homme. Ce projet est basé sur un volet en fermes privées (création de références et co-construction de systèmes performants) et d'un volet en ferme expérimentale. Cette communication porte sur les résultats de ce dernier.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Une expérimentation de type « système » a été conduite pendant deux campagnes (2021/2022 [C1] et 2022/2023 [C2]) sur le domaine expérimental de l'INRAE de Bourges avec un troupeau de 180 brebis constitué à parts égales des races Romane et Berrichon de l'Indre. La mise-bas a été positionnée en septembre afin de valoriser au mieux les intercultures d'automne et d'hiver, le troupeau disposant aussi de 25 ha de prairies. Les cultures (36 ha en C1 et 43 ha en C2) ont été conduites sans pesticide de synthèse (projet agroécologique), d'où l'importance des cultures intermédiaires. Afin de satisfaire les besoins élevés des brebis durant le dernier mois de gestation (forte prolificité), un mélange d'orge et de féverole a été distribué (700 à 800 g par brebis), ainsi qu'un complément en fourrage sec si besoin. De l'enrubannage de luzerne à volonté et 600 g d'orge par brebis ont été distribués durant le premier mois de lactation. Suite à la pesée des agneaux à 30 jours, les couples brebis-agneaux ont pâturé les couverts végétaux (cultures intermédiaires) jusqu'au sevrage, à environ 110 jours. Au sevrage les agneaux sont restés alimentés avec ces couverts jusqu'à leur destruction pour la préparation des semis de cultures de printemps. Les agneaux restants après cette date ont été conduits sur prairie ou avec de l'enrubannage, avec complémentation en mélange fermier. Les traitements antiparasitaires ont été effectués sur détection des parasites, avec *in fine* un seul déparasitage par agneau en moyenne. Les agneaux élevés à l'allaitement artificiel ont été sevrés à 40 jours et engraisés en bergerie. Le calcul des performances du système expérimenté a été réalisé avec le simulateur informatique Ostral. Celui-ci fournit un panel d'indicateurs techniques, économiques et environnementaux. Il a permis en outre de générer une chaîne de mécanisation cohérente avec la dimension du système étudié (dans un domaine expérimental de grande taille) et de « corriger » certains biais expérimentaux en conservant une cohérence du système d'élevage. Il a aussi été décidé de limiter les incidences de l'important problème d'arthrite survenu en C1 en considérant les agneaux morts de cette pathologie comme élevés au lait artificiel. Finalement, la part des agneaux en allaitement artificiel a concerné 24% des agneaux (moyenne deux campagnes). Enfin, Ostral a permis de simuler ce qu'auraient été les résultats avec le seul génotype Romane ou avec le seul génotype Berrichon, à l'échelle du système. A noter qu'un digestat de méthaniseur a été utilisé en fertilisation (soit 24% de l'azote total apporté en C1 et 10% en C2). Ostral ne prenant pas en compte ce type de fertilisant, nous l'avons remplacé par une fertilisation chimique classique, sur la base d'apports N-P-K équivalents.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

La productivité numérique, facteur clé de la performance économique, est élevée (1,50 en C1 et 1,39 en C2), en dépit d'une seule mise bas par an, qui plus est, en contre-saison. La prolificité, très élevée, est le principal facteur explicatif. Elle est aussi à l'origine d'une grande partie des écarts de résultats techniques et économiques entre les troupes Romane et Berrichonne. La consommation de concentré apparaît très limitée compte tenu du niveau de productivité, à près de 90 kg/brebis (vs 235 kg en référence Inosys-Réseau d'élevage (2021)), soit 3,4 kg/kg de carcasse produit (vs 9,6 kg en référence). Les agneaux sont bien valorisés, à 140 €, avec un poids de 18,6 kg carcasse. Au final, la marge brute par brebis est élevée, à 130 €/brebis en C1 et 123 €/brebis en C2 (95€/brebis en référence), mais avec une différence importante entre les deux génotypes (Cf. Tableau 1). Tous les concentrés sont issus de la ferme (70% orge et 30% pois ou féverole en général), ce qui conduit à une autonomie alimentaire de 98 et 99 % (C1 et C2) pour les besoins en UF du troupeau (1 à 2 % restant étant lié au lait en poudre). A noter que la

marge brute par ha de SFP est près de trois fois supérieure à celle des cultures. A 24,3 Kg EqCO<sub>2</sub>/kg carc., les émissions de GES sont inférieures de 23% à la référence (1180 enquêtes INRAE) ; à 65,2 MJ/kg carc., la consommation d'énergie est inférieure de 29% à la référence (Inosys-Réseau d'élevage (2021)). Ces bonnes performances sont cependant un peu pénalisées par i) le niveau relativement élevé de la fertilisation azotée, ii) la part importante de la mécanisation (et fuel) associée à la mise en place des cultures et prairies, et iii) par l'utilisation importante de lait artificiel. Enfin, concernant l'indicateur de compétition Feed-Food, il reste dans la moyenne des systèmes d'engraissement d'agneaux en bergerie du fait de l'utilisation importante de lait en poudre, et malgré une consommation de concentrés relativement basse.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Ces résultats sont à la fois issus de deux années d'expérimentation et de modélisation. Ils montrent d'une part le potentiel productif d'un troupeau ovin couplé à des grandes cultures et d'autre part la relativement faible consommation de concentré. Il faut souligner que les agneaux non allaités au lait artificiel ont tous été engraisés sur des ressources fourragères au pâturage, l'hiver. Deux éléments méritent cependant d'être discutés : i) le niveau de fertilisation azoté qui pénalise les résultats économiques et environnementaux et ii) le niveau de prolificité très élevé (surtout le génotype romane) qui engendre une part significative d'agneaux à l'allaitement artificiel, avec un coût énergétique et économique élevé et un impact négatif sur plusieurs indicateurs. Au final, la marge brute par ha de surface fourragère est très supérieure à celle des cultures. Cela montre que, dans ce type de contexte pédoclimatique, avec une conduite agroécologique, et dans des situations où l'agrandissement des fermes de grandes cultures serait difficile, la production ovine peut représenter une excellente opportunité économique à la double condition de disposer de la main-d'œuvre nécessaire et d'avoir une bonne maîtrise de la conduite technique. Enfin, un tel système permet la commercialisation d'agneaux au premier semestre, période généralement déficitaire à l'échelle nationale.

*Nous remercions l'Europe et la Région centre-Val de Loire pour le soutien financier qui a permis la mise en œuvre de ce projet (PEI – Partenariat Européen pour l'Innovation, financement FEADER)*

**Tableau 1 Structure et principaux résultats du système expérimenté (2 campagnes, C1 et C2) pour le troupeau (Tot.) et en simulant les races séparées (ROM=Romane et BERR=Berrichon de l'Indre)**

	C1 Tot.	C2 Tot.	C1 ROM	C1 BERR	C2 ROM	C2 BERR
<b>SAU (ha)</b>	<b>61,1</b>	<b>68,2</b>	<b>62,9</b>	<b>59,4</b>	<b>68,9</b>	<b>67,6</b>
SCOP (ha)	36,3	43,1	37,7	34,9	44,0	42,4
Effectif moyen de brebis (+ 6mois)	200,9	198,4	197,6	204,2	192,2	204,1
<b>Productivité numérique (brebis + 6mois)</b>	<b>1,50</b>	<b>1,39</b>	<b>1,86</b>	<b>1,16</b>	<b>1,60</b>	<b>1,21</b>
Prix vente agneaux (€/Tête)	135	144	137	130	143	146
<b>Concentré totaux (kg/brebis +6mois)</b>	<b>92</b>	<b>91</b>	<b>112</b>	<b>73</b>	<b>105</b>	<b>78</b>
dont utilisé par les brebis	33	43	33	32	44	41
dont utilisé par les agneaux	59	48	79	41	62	37
Produit brut (€/brebis + 6 mois)	210	204	262	159	227	184
Charges opérationnelles. (€/brebis + 6 mois)	79	81	93	67	92	72
<b>Marge brute (€/brebis + 6 mois)</b>	<b>130</b>	<b>123</b>	<b>169</b>	<b>92</b>	<b>135</b>	<b>112</b>
Autonomie fourragère (UF) (%)	84,5	85,4	82,5	86,9	83,9	86,9
Autonomie alimentaire (UF) (%)	98,1	98,8	97,7	98,7	98,5	99,1
Marge Brute SFP (€/ha)	1076	1000	1347	794	1069	929
Marge Brute cultures (€/ha)	363	351	347	359	362	350
Conso énergie (MJ/kg carcasse)	65,6	64,7	60,1	76,0	63,8	67,2
Emission brutes GES (kg EqCO <sub>2</sub> /kg carc.)	22,8	25,8	19,4	28,6	24,0	28,4
Indicateur de compétition Feed-Food	0,42	0,35	0,42	0,42	0,33	0,37

Inosys-Réseau d'élevage (2021) Observatoire INOSYS - Ovins - grandes cultures - 2021. [https://idele.fr/observatoire-inosys?tx\\_idelainosys\\_inosys%5Baction%5D=synthese&tx\\_idelainosys\\_inosys%5Bcontroller%5D=Inosys&cHash=882ea4a3123808ab552c55d36ee67303](https://idele.fr/observatoire-inosys?tx_idelainosys_inosys%5Baction%5D=synthese&tx_idelainosys_inosys%5Bcontroller%5D=Inosys&cHash=882ea4a3123808ab552c55d36ee67303). Consulté le 16 Septembre 2023

# Introduire des poules en vergers : une pratique agroécologique d'intérêt pour lutter contre des ravageurs de cultures fruitières ?

BOSSHARDT S. (1), DOSSIN A.L. (2), DUFILS A. (1)

(1) ECODEVELOPPEMENT, INRAE, 84000, Avignon

(2) Bio de PACA, 84000, Avignon

Mots-clés : verger pâturé, poules, ravageurs, prophylaxie

## INTRODUCTION

La spécialisation de l'agriculture, notamment en France, a mené à une déconnexion spatiale et écologique des productions animales et végétales autrefois interconnectées (Clark 2004). La réintroduction de l'élevage dans les cultures spécialisées, comme l'arboriculture fruitière, pourrait donc représenter un levier important pour améliorer la durabilité des exploitations en encourageant un certain nombre de services écosystémiques (Jose et al 2019). Parmi la diversité d'associations agroforestières entre animaux et arbres à haute valeur ajoutée (Pantera et al. 2018), on distingue le verger pâturé dans lequel des animaux (ovins, volailles, bovins etc.) sont introduits dans un système qui conserve une orientation principale tournée vers la production fruitière.

La forte dépendance aux intrants des filières fruitières pousse des agriculteurs du Sud de la France à explorer des alternatives à la gestion chimique des bioagresseurs. Ainsi, certains arboriculteurs se diversifient et introduisent des volailles, notamment des poules pondeuses dans leurs vergers pour de multiples raisons, dont celle de permettre une régulation potentielle de ravageurs des cultures fruitières.

Face au manque de références sur ce type de pratique, plusieurs partenaires régionaux de la R&D dont Bio de PACA (Fédération régionale de l'Agriculture Biologique), le GRAB (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique) et INRAE PACA (Unité Ecodéveloppement), se sont associés dans le cadre du PEI (Partenariat Européen pour l'innovation) DEPASSE<sup>1</sup> pour évaluer expérimentalement en vergers pâturés l'impact de poules pondeuses sur la régulation du campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*) et du carpocapse du pommier (*Cydia pomonella*), dans des parcelles de pommiers appartenant à des arboriculteurs locaux.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Parcelles	Commune	Matériel végétal	Durée essai	Chargement poules
A	La Saulce (05)	Golden sur Pajam 2	4 ans	Équivalent 32 poules/ha
B1	Avignon (84)	Rouge provençale d'hiver sur MM111	18 mois	Équivalent 192 poules/ha
B2		Reinette grise du Canada sur MM111		Équivalent 243 poules/ha

Tableau 1 : descriptifs des sites expérimentaux conduits en agriculture biologique.

### 1.1. Démarche expérimentale contre le campagnol provençal

Dispositif : Trois essais (A, B1, B2) à deux modalités chacun (T0 : témoin sans poules ; M1 : poules) ont été implantés en parcelles de producteurs, sans répétition possible. Elles ont été équipées pour accueillir un élevage de volailles (poulailler, abreuvoir, mangeoire) avec protection par filets mobiles électrifiés en périphérie. Des poules rousses de réforme, issues d'un même élevage biologique, ont été introduites en pâturage permanent (M1).

Notations : L'activité des campagnols a été appréciée indirectement par le dénombrement des tumuli<sup>2</sup> actifs, à savoir nouvellement formés suite au passage d'un outil agricole aplatissant tous les tumuli en place quelques jours avant chaque date contrôle.

### 1.2. Démarche expérimentale contre le carpocapse du pommier

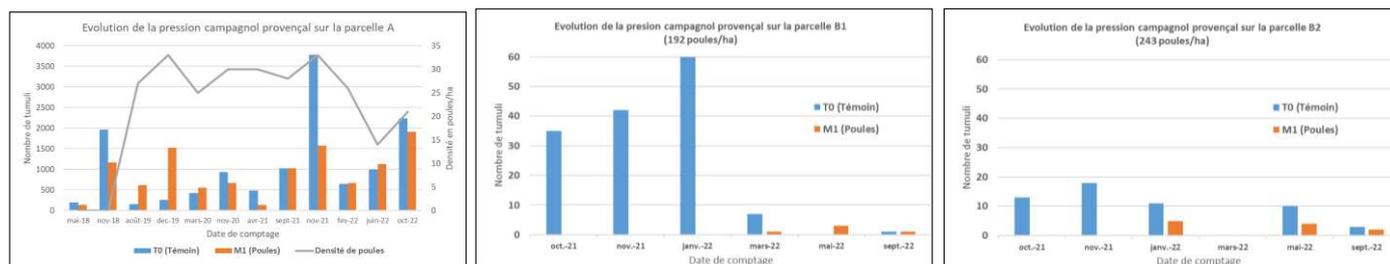
Dispositif : Sur chacune des modalités T0 et M1 des parcelles B1 et B2, une protection mécanique par filet anti-carpocapse excluant les populations extérieures de ce ravageur aérien a été mise en place pour permettre une évaluation de l'effet des poules sur le stock de larves de carpocapse initialement présent au sol. Le filet formait ainsi une volière laissant aux poules un accès au pied des pommiers. En complément, des arbres sans filet ni poules (modalité M2) ont été conservés pour mesurer la pression environnementale et la sensibilité variétale à ce ravageur. Notations : Les dégâts de carpocapse ont été évalués suite au comptage de toutes les pommes au sol ou dans les arbres et détermination de leur état sanitaire (piquées par le ravageur ou saines). Ces comptages ont eu lieu à la fin de la 1<sup>ère</sup> génération de ce ravageur (fin juin) puis à la récolte des fruits (mi-septembre).

<sup>1</sup> Développement des cultures Pérennes ASSociées à l'Élevage

<sup>2</sup> Les tumuli sont les monticules de terre réalisés par les campagnols lorsqu'ils creusent leurs galeries.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### 2.1. Lutte contre le campagnol provençal



Figures 1a, 2a et 2b : suivi du nombre de tumuli sur les parcelles A, B1 et B2

Sur la parcelle A, l'introduction de poules pondeuses ne se traduit pas par une diminution durable du nombre de tumuli. Ce résultat soulève l'hypothèse explicative d'un chargement insuffisant de poules pour générer une perturbation significative (destruction de galeries, attaques de campagnol...) susceptible de faire fuir ce ravageur de la parcelle. Par contre, sur les parcelles B1 et dans une moindre mesure B2, les plus forts chargements en poules semblent avoir généré sur l'ensemble de la durée de l'essai une perturbation suffisante, se traduisant par une très faible activité des campagnols au regard du nombre minime de tumuli comptabilisés dans la modalité M1.

### 2.2. Lutte contre le carpocapse du pommier

Modalité \ Parcelle	T0	M1	M2
B1	1,79 % <sup>a</sup>	1,47 % <sup>a</sup>	36,1 % <sup>b</sup>
B2	52,8 % <sup>a</sup>	22 % <sup>b</sup>	98,9 % <sup>c</sup>

Tableau 3 : taux de pommes piquées par modalité à la récolte 2022

Les indices <sup>a,b,c</sup> représentent des différences significatives entre modalités (test du Chi2). Les parcelles B1 et B2 ont été analysées séparément.

Malgré une forte pression en ravageur et une sensibilité accrue de la variété, la présence de poules s'est accompagnée d'une diminution significative des dégâts à la récolte dans la modalité M1 de la parcelle B2. Au contraire, aucune différence significative n'a été observée pour les dégâts entre T0 et M1 pour la parcelle B1. Ce résultat pourrait être expliqué par un effet des poules dépendant de la pression en carpocapse.

Malgré des premiers résultats prometteurs, ces essais menés en parcelles de producteur ne doivent pas masquer la grande dépendance de ces systèmes complexes aux interactions visibles et invisibles entre les cultures fruitières, les animaux, les interventions de l'agriculteur et toutes les composantes du système (sol, insectes auxiliaires...), induisant parfois des résultats contradictoires selon les contextes. Ainsi, seule la réplication des essais en multisite, couplée aux retours d'expériences circonstanciées permettront de rendre plus robuste les résultats de l'évaluation des services rendus par les systèmes reconnectant élevage et culture.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'introduction de poules pondeuses en verger de pommiers, dans le cadre d'un pâturage permanent, peut contribuer à mettre en place une mesure prophylactique efficace contre des ravageurs majeurs en arboriculture. Toutefois, compte tenu de son efficacité partielle et dépendante du contexte de mise en œuvre, cette pratique agroécologique ne peut pas s'envisager sans la mise en œuvre d'autres pratiques de lutte complémentaire. En outre, au niveau des exploitations arboricoles, le choix de ce levier d'action devra se raisonner au regard des investissements, de la charge de travail, des réglementations sanitaires et des connaissances nécessaires pour mener à bien un système reconnectant élevage et culture. Aussi, les GIS Avenir Elevages, Grandes Cultures, Fruits et PIClég, en collaboration avec l'ACTA et le RMT SPICEE, se sont associés au travers de la mission REVE<sup>3</sup> pour notamment mener une étude bibliographique sur l'impact de l'introduction d'animaux en cultures pérennes.

Les auteurs tiennent à remercier les agriculteurs pour la mise à disposition de leurs parcelles, tous les participants à la réflexion, à la mise en place et au suivi des essais (N. Séon, G. Chiron, G. Libourel, F. Warlop, V. Sarnette), ainsi que les financeurs (Fondation de France, GIS Fruits, GO PEI Mesure 16.1 FEADER et région Sud PACA).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Clark, E. A., 2004. Benefits of Re-Integrating Livestock and Forages in Crop Production Systems. *Journal of Crop Improvement*, 12:1-2, 405-436.
- Jose, S., Walter, D. & Mohan Kumar, B., 2019. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. *Agroforestry Systems*. Vol. 93, pp. 317-331.
- Pantera, A., Burgess, P.J., Mosquera Losada, R. et al., 2018. Agroforestry for high value tree systems in Europe. *Agroforest Syst* 92, 945-959.

<sup>3</sup> <https://www.gis-fruits.org/Groupe-thematiques/Approche-systeme/Projet-REVE-Reconnexion-elevage-et-vegetal-2020-2023>

# Analyser une transition vers la diversification : entre performances techniques et conditions territoriales d'émergence. Le cas de la transition de l'Installation Expérimentale ASTER

Puech, T.<sup>1</sup>, Durpoix, A.<sup>1</sup>, Autret, B.<sup>1</sup>, Brunet, L.<sup>1</sup>, Foissy, D.<sup>1</sup>, Guillemin, P.<sup>1</sup>.

(1) ASTER, INRAE, 88500 Mirecourt, France

Mots-clés (4 max) : Diversification, transition, alimentation humaine, variabilité

## INTRODUCTION

Les mutations de l'agriculture au cours du XX<sup>ème</sup> siècle ont entraîné un recul généralisé des systèmes agricoles de polyculture-élevage. Pourtant, dans le contexte actuel de raréfaction des ressources fossiles, d'augmentation du coût des intrants et de changements climatiques, ces formes d'agriculture couplant cultures et élevages sont régulièrement citées comme des formes à promouvoir dans le cadre de la transition agro-écologique (Sijpestijn et al., 2022). Or, les systèmes d'élevage sont questionnés sur leurs concurrences avec l'alimentation humaine dans la mesure où ils sont peu efficaces dans l'usage de certaines ressources (céréales et protéagineux) et représentent une source significative de gaz à effet de serre. Ainsi, des systèmes couplant des conduites d'élevage herbagères et des cultures annuelles alimentaires représentent une piste à explorer (Benoit et Mottet, 2023). Toutefois, leur complexité et leur sensibilité aux conditions de milieu (en particulier pour la production fourragère) questionne les critères de leur analyse.

A partir de l'exemple singulier de l'analyse de la transition des systèmes de polyculture-élevage sur l'expérimentation système INRAE ASTER, nous proposons d'explorer la variabilité des performances de production et certaines conditions d'émergence de cette transition.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Expérimenter une transition agroécologique

Cette communication s'appuie sur les expérimentations systèmes conduites « pas à pas » (Meynard et al., 2023) sur l'Installation Expérimentale (IE) INRAE ASTER Mirecourt (Vosges, France). La première (conduite entre 2004 et 2015) combine deux systèmes orientés vers la production « bovin lait », un premier système exclusivement herbager et un second combinant élevage, prairies et cultures annuelles, dont la majeure partie est destinée à l'alimentation animale (Coquil et al., 2011). Cette expérimentation a évolué en 2016 vers l'expérimentation d'un unique système conduit dans une logique d'autonomie et de forte diversification des productions animales (bovin lait, ovins allaitants, porcs à l'engraissement) et végétales (env. 20 espèces différentes). Ce système vise une priorisation la plus directe possible des terres vers l'alimentation humaine : les cultures sont à destination exclusive de l'alimentation humaine (Fig. 1.a). Les conduites d'élevages sont adaptées pour valoriser les ressources herbagères (herbivorie stricte des ruminants, croisements de races, pâturage simultané vaches laitières-brebis suitées) tout en réduisant l'emprise du troupeau laitier (F1.b) à destination de la diversification (monotraitée et élevage de génisses laitières sous vaches nourrices). Des porcs en pâturage intégral sont introduits pour valoriser exclusivement des ressources non commercialisables produites sur le système (issues de tri...).

Ces deux configurations ont été conduites volontairement dans une logique d'autonomie pour « faire au mieux avec les ressources du milieu » (pas d'achat/vente de fourrage ou éléments fertilisants) dans le cadre du cahier des charges de l'agriculture biologique (Coquil et al., 2019).

### 1.2 Analyser une transition : entre performances biotechniques et conditions d'émergence

Des analyses multivariées (typologies) sont conduites pour analyser les performances biotechniques des principales productions (vaches laitières, ovins allaitants, porcs, récoltes de fourrages) à partir des principales caractéristiques annuelles de production à l'échelle individuelle et troupeau/sole (resp. production laitière, taux de matières utiles, durée de lactation et durée de gestation pour les vaches laitières ; croissance, durée de présence et caractéristiques de carcasse pour les agneaux et porcs charcutiers ; rendements, composition et valeur alimentaire pour les fourrages). Ces données sont traitées à l'échelle de l'année civile. L'intérêt de l'approche typologique est qu'elle permet de rendre compte de la variabilité des performances à différents pas de temps (annuel ; pluriannuel). Cette approche est complétée par une analyse à l'échelle de l'exploitation agricole (i) des propriétés émergentes, en particulier au regard de la production de denrées alimentaires (Puech et Stark, 2023) et (ii) des conditions d'émergence de cette transition, vue au travers de l'inscription territoriale de l'expérimentation système.

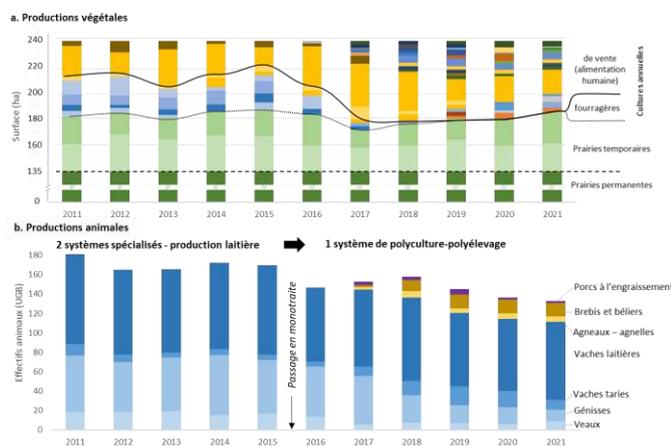


Figure 1 : évolution des principales productions entre 2011 et 2021

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### 2.1 Une transition marquée par la variabilité des performances techniques

A partir d'approches typologiques et de leur représentation sous forme de types de fourrages et profils productifs d'animaux, la figure 2 présente la variabilité inter et intra-annuelle des productions. Du point de vue de la production laitière (F2.b), au-delà de l'évolution marquée dans la nature des profils lors du passage à la monotraite en 2016 (disparition du profil 1, apparition des profils 6 et 7), on observe une variabilité interannuelle dans la distribution des profils de vaches laitières. Cette variabilité semble plus marquée entre 2016 et 2021 qu'entre 2011 et 2015. De la même façon, cette hétérogénéité s'exprime sur la composition des troupeaux ovins (vu à travers les agneaux de boucherie – F2.c) et porcins (F2.d). Cette variabilité des performances

de productions animales s'explique pour partie par la forte variabilité de la production fourragère tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif (F2.a). Les choix de conduite d'alimentation (herbivorie stricte des ruminants, porcs détritvires au pâturage) et l'autonomie du système empêchent l'activation de certains leviers classiquement utilisés en élevage pour limiter l'impact de la variabilité des conditions de milieu (achats de fourrages ou aliments concentrés).

La productivité protéique de denrées alimentaires est restée stable entre les deux configurations (17.2kgN/ha<sub>moy.</sub> 2011-2015, 17.0kgN/ha<sub>moy.</sub> 2016-2021) : la baisse de production laitière (env. -40% en volume) a été compensée par la diversification animale et une valorisation plus directe des terres pour l'alimentation humaine. De plus, nous montrons que, ramenés aux conditions de milieu (approchée par la production primaire), le système diversifié est plus efficace de 20% que le système spécialisé pour produire des denrées alimentaires.

### 2.2 Une transition favorisée par une inscription dans des dynamiques territoriales

Au-delà des aspects biotechniques, cette diversification a été facilitée par la proximité d'intermédiaires de collecte de transformation et leur engagement dans la transition agro-écologique. Par exemple, la coopérative céréalière s'est engagée de longue date dans une démarche de diversification des cultures pour l'alimentation humaine (céréales - engrain, légumineuses à grains – lentilles/pois, oléagineuses – cameline/ carthame et autres cultures de diversification – sarrasin chia), nécessaire à la diversification végétale. Certaines filières animales s'engagent vers la construction de nouveaux débouchés (brebis de réforme AB, valorisation de jeunes bœufs mâles laitiers). Leurs présences dans les territoires conditionnent le développement de tels systèmes agro-écologiques (présence d'un abattoir multi-espèces à proximité, construction de partenariats avec des artisans du territoire pour la transformation de viande de porc ou de lait). Plus globalement, cette variabilité des performances des systèmes autonomes questionne :

- Leurs relations avec d'autres activités à l'échelle des territoires, notamment en termes d'interdépendances (avec activités de naissance et abattage de porcs biologiques en région peu spécialisée) et de complémentarités (saisonnalité de finition des agneaux plein air et de bergerie),
- Les conditions de développement et de maintien de ces relations alors même que la variabilité (attendue croissante avec les changements climatiques) semble en être une composante irréductible (disponibilité/qualité des productions végétales [fourrages/cultures annuelles] et des productions animales [carcasses/lait], besoins en termes d'approvisionnement [porcelets] et de débouchés [abattage, transformation, commercialisation]).

Le renforcement de ces relations, composante indispensable de la transition agro-écologique (Reckling et al., 2023) questionne le rôle des politiques publiques dans l'émergence et le soutien de ces initiatives.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

A partir de l'exemple singulier de la transition d'une expérimentation système laitière vers une forte diversification et recherche de complémentarités entre productions animales et végétales pour l'alimentation humaine, nous montrons dans cette communication que l'évolution des choix de conduite (monotraite, herbivorie stricte) et la forte dépendance aux conditions de milieu (autonomie, AB) entraînent une variabilité marquée des performances de production. De notre point de vue, la capacité des systèmes agricoles à produire des denrées alimentaires et les conditions de milieu (et leurs variabilités) doivent être rendues explicites dans l'analyse des performances des systèmes de polyculture-élevage (Battheux-Noirfalise et al., 2023). Enfin, l'articulation de différents niveaux d'organisation est nécessaire pour analyser les conditions d'émergence et de transition de ces systèmes (animal – troupeau – ferme – territoire).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Battheux-Noirfalise et al., 2023, Agr. Sust. Dev., 43, 54.  
 Benoit et Mottet, 2023, Agr. Syst., 205, 103585  
 Coquil et al., 2011, Renc. Rech. Rum., 18

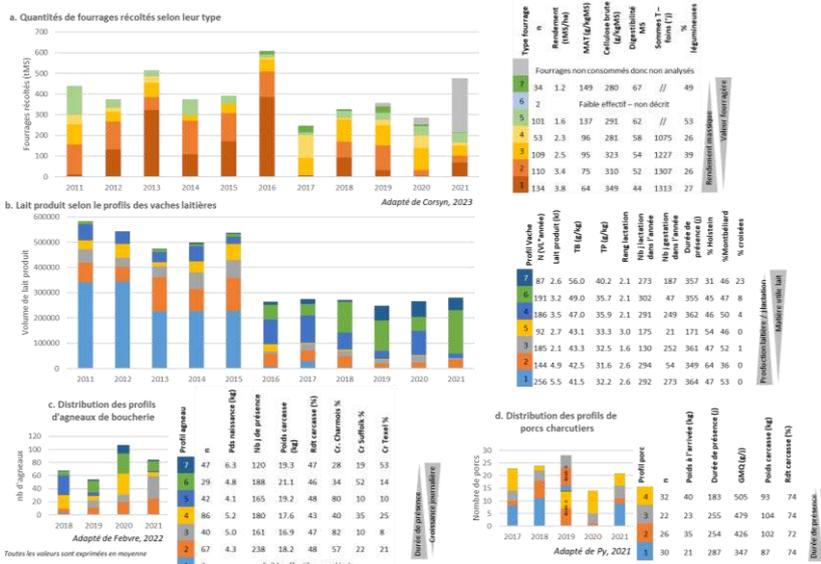


Figure 2 : Représentation des dynamiques des productions animales et des fourrages selon une approche typologique

Coquil et al., 2019, *Innov. Agr.*, 72, 61-75  
Meynard et al., 2023, *Eur. Journ. Agr.*, 150, 126948  
Puech et Stark, 2023, *Agr. Ecosyst. Env.*, 334, 108300  
Reckling et al., 2023, *Agr. Sust. Dev.*, 43, 44  
Sijpestijn et al., 2022, *Livest. Sci.*, 256, 104822

# Conception et évolution de systèmes polyculture-élevage au regard des enjeux environnementaux et alimentaires

MATHOT M., LAMARQUE P., STILMANT D., MERTENS A., LEHURAUX R., HENNART S., SEUTIN Y., LAGNEAUX S.  
Centre Wallon de Recherches Agronomiques, Rue du Serpont 100, 6800 Libramont, Belgique.

Mots-clés : Polyculture-élevage, neutralité climatique, sécurité alimentaire, circularité.

## INTRODUCTION

L'atteinte des objectifs climatiques, environnementaux et sociétaux requière une transition vers de nouveaux systèmes agricoles au sein desquels la place de l'élevage est souvent remise en cause. Toutefois, ces systèmes possèdent de nombreux avantages qui ne doivent pas être négligés (fermeture des cycles de nutriments, maintien de paysages spécifiques et de la biodiversité, maintien d'un secteur d'activité, etc). C'est pourquoi, le projet SPoT<sup>1</sup> mobilise des pratiques agro-écologiques pour tester sur le long terme (12 années à partir de 2023), en ferme expérimentale, une transition vers des systèmes mobilisant différents niveaux de couplage cultures et élevages afin de répondre aux enjeux précités. Cette approche a été initiée en Ardenne belge. Région dans laquelle l'avenir des systèmes allaitants, basés essentiellement sur la valorisation de fourrages autoproduits, est questionné. Le processus de co-construction transdisciplinaire mis en place dans le cadre de SPoT a permis d'identifier et tester trois systèmes qui questionnent les synergies entre cultures à vocation alimentaire et élevage de bovins en vue d'optimiser la circularité des flux et la production d'aliments pour l'Humain (food) et de répondre aux enjeux climatiques. Cette contribution veut rendre compte, par une analyse interdisciplinaire, de certains freins et leviers vécus lors de la première année de notre expérimentation.

### 1. MATERIEL ET METHODES

Le projet SPoT est une expérimentation systémique centrée sur des essais en ferme expérimentale. Il repose sur l'exploration, l'analyse et la compréhension de formes d'articulation polyculture-élevage. SPoT se compose de trois systèmes indépendants. La surface agricole utile du premier système comporte 70% de prairies permanentes et 30% de cultures. Elle est de 30% de prairies et 70% de cultures pour le deuxième système. Dans le système trois, il n'y a que des cultures. Du bétail est associé aux systèmes 1 et 2 au prorata des surfaces de prairies permanentes<sup>2</sup>.

Ce dispositif est orienté par :

(a) le contexte historique en termes d'infrastructures, de localisation et des recherches précédentes  
(b) la définition et l'articulation de trois systèmes composés d'une rotation de cultures associée ou non à un élevage pour répondre aux trois principes qui guident l'expérimentation (maximiser la production d'alimentation à destination des humains, répondre aux enjeux climatiques et maximiser la circularité des flux sur le territoire). Ce processus a mobilisé les apports des techniciens agricoles et scientifiques de l'unité de recherche, de l'institution mais aussi des acteurs extérieurs, scientifiques ou issus des filières. De ce fait le processus s'avère tantôt interdisciplinaire au sens où il résulte des apports de différentes disciplines scientifiques (agronomie, biologie, physique, anthropologie) tantôt transdisciplinaire au sens où des contributions d'acteurs de la société enrichissent les réflexions (Tress, et al., 2005).

(c) la mise en place d'un dispositif de gouvernance qui favorise la co-construction dans l'évolution pas-à-pas de l'expérimentation systémique. Il est constitué de 3 comités :

1) Un comité stratégique réunit annuellement dix experts scientifiques ou non pour une guidance à long terme du projet.

2) Un comité restreint, réunit mensuellement, mobilise les scientifiques impliqués dans le projet. Il identifie les difficultés techniques, relationnelles, organisationnelles, culturelles, législatives, ... Il fournit des références de départ pour co-construire des solutions pratiques. Il établit des arbres décisionnels de référence pour la pratique quotidienne sur base des d'une articulation entre les trois principes et des impulsions du comité élargi.

3) Le comité élargi se réunit hebdomadairement. Il intègre les scientifiques et techniciens impliqués dans le projet. Il a pour mission de co-construire des solutions pratiques aux problématiques rencontrées au quotidien dans la mise en œuvre du projet.

Dans ce cadre, un processus de suivi et d'analyse a été mis en place à l'aide d'une frise chrono-système (Bergeret et al, 2015). Cet outil conceptuel et méthodologique permet d'appréhender le changement dans un contexte de recherche interdisciplinaire. La frise permet de visualiser les processus dynamiques, les multiples éléments constitutifs du projet. Elle permet de croiser les regards mais aussi les composantes du dispositif, de relier des éléments d'apparence disparates pour faire apparaître des nœuds à investiguer, des freins à lever, des leviers à activer, des réussites à pointer. La frise repose sur l'archivage des décisions prises par les trois comités, les apports d'experts contactés individuellement pour orienter le projet, le regard porté par des « visiteurs » de la station expérimentale recueillis par

<sup>1</sup> Systèmes Polyculture-élevage et pratiques agroécologiques en réponse aux enjeux locaux et globaux et à la Transition vers une agriculture plus durable

<sup>2</sup> Pour plus d'information sur les spécificités techniques de chaque système, voir la contribution de Hennart et al. dans le cadre de ce colloque.

questionnaires ou observations et des entretiens individuels menés avec des membres de l'équipe au terme de la première année de déroulement du projet SPoT.

Nous allons illustrer nos résultats provisoires à l'aide de deux exemples parmi d'autres.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### *La paille une ressource limitante*

Compte tenu de l'objectif de circularité des flux reposant en partie sur la maximisation de l'autonomie, la paille utilisée comme litière pour les animaux devrait provenir des cultures produites au sein de chaque système. Dans le système 100% culture la paille retourne directement au sol alors que dans le système avec 30% de prairies, la paille est juste suffisante. Dans le système avec 70 % de prairies et donc un plus grand nombre d'animaux, il s'est rapidement avéré que la disponibilité en paille allait être limitante. La cohérence de l'autonomie de ce dernier système, et avec lui celle de la région ardennaise dans lequel il s'inscrit, est fortement questionnée. Pour palier au manque de paille, différentes pistes à court, moyen ou long terme ont été co-construites en comité élargi : acheter de la paille, optimiser les usages en réduisant l'utilisation via des pratiques de gestion (attache momentanée des animaux, augmenter l'absorption par broyage des pailles), changement de la rotation pour produire plus de paille, diminuer le cheptel, changement d'étable et/ou remplacer la paille par de la litière issue de l'agroforesterie. Certaines de ces solutions vont à l'encontre de principes du projet par exemple l'achat de paille vs autonomie, réduction du cheptel vs maximiser le food ou le changement de rotation au détriment de leviers agroécologiques liés à la diversification de la rotation. D'autres mettent en avant un verrouillage culturel. Par exemple, la volonté d'être économe en cette ressource et/ou une diminution de sa qualité bouscule(nt) les représentations de ce qui fait la propreté des animaux et de l'étable. La diminution de la quantité de paille induit également une impression d'amoindrissement du confort des animaux. Le tout, par projection, jette un doute sur la qualité du travail de l'éleveur et l'identité de l'éleveur lui-même.

### *Des oignons en tension.*

La production de légumes est peu présente en Centre Ardenne (500 m d'altitude, 1200 mm de précipitation). Cependant suite à des informations prises auprès d'experts en maraichage et de cultures de plein champs (producteurs et/ou distributeurs) et vu l'évolution du climat, il a paru intéressant d'inclure des légumes dans la rotation pour être en phase avec le principe de maximiser la production de food. La faisabilité de la culture de l'oignon a ainsi été explorée. Les oignons ont été arrachés en septembre après une culture sans difficultés particulières. Pourtant inhabituelle pour notre équipe et malgré des moyens limités (absence de machines spécifiques), la conduite de ce légume est considérée comme satisfaisante voir un succès pour les membres de l'équipe. C'est au moment de la valorisation que les difficultés ont surgi même si cette étape avait été partiellement anticipée. Les oignons ont dû être stockés en raison, d'une part, des procédures administratives inhérentes à un centre public de recherche et, d'autre part, à l'obligation de tri sur base des calibres imposée par l'aval. Les conditions de stockage n'ayant pu être optimisées (conditionnement en palox, locaux non réfrigérés, météo humide), près de la moitié de la récolte a pourri. Les oignons restants n'ayant pas pu être vendus, ils ont été proposés aux membres du personnel et aux bénéficiaires d'une association locale qui lutte contre le gaspillage et la malnutrition.

Cette situation a induit des tensions qui se sont exprimées à différents moments (entretiens individuels, comité élargi) et ont été amplifiées par des situations similaires pour d'autres cultures (ex : valorisation en biométhanisation de céréales non panifiables dans le système sans animaux). Pour les uns, l'implantation d'une culture doit être guidée par la rentabilité de celle-ci. Dans cette logique, il faut maximiser la valorisation en implantant une culture sur base de la demande de l'aval et du prix, si possible sécurisé par un contrat. Pour les autres, le choix de la culture s'établit en fonction des objectifs spécifiques de SPoT, dont la rentabilité économique, bien qu'observée, ne fait pas partie. Même si les produits ont été partiellement valorisés, c'est surtout la notion de gaspillage qui est pointée par l'équipe technique. Celui-ci heurte le sens du travail et la vocation nourricière du métier. Ces épisodes sont également perçus comme un manque d'anticipation qui laisse à penser que toutes les étapes du projet pourraient être maîtrisées alors que dans une vision pas-à-pas et d'apprentissage une acceptation du risque est inévitable.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'approche systémique et le processus de co-construction transdisciplinaire sont une force du projet SPoT. Il permet de faire ressortir des tensions à étudier. La transdisciplinarité au sein du projet remet partiellement en question le métier aussi bien des scientifiques que des techniciens/agriculteurs, et fait ressortir la nécessité de changer leurs savoir-faire, mais également leurs savoir-être. Ces changements sont indispensables pour mener une réflexion systémique qui tienne compte des aspects pragmatiques en ferme tout en abandonnant l'idée de la « maîtrise » du système polyculture-élevage sous ses différents angles. Ceci semble essentiel pour ne pas reproduire les limites de modèles agricoles conventionnels et innover en acceptant les risques inhérents au développement de systèmes agroécologiques résilients.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bergeret, A. et al. (2015). L'outil-frise : une expérimentation interdisciplinaire : Comment représenter des processus de changements en territoires de montagne ? Les Carnets du Labex ITEM.

Tress, B., et al. (2005). Defining concepts and the process of knowledge production in integrative research. *Landscape Ecol* 20, 479–493.

# Construire et évaluer des systèmes qui couplent cultures et élevages : témoignage sur la ferme expérimentale ARVALIS de Saint Hilaire en Woèvre

PIERSON.Pascaline<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARVALIS, 16 rue du moulin de moncelle, 55160 Saint Hilaire en Woèvre

Mots-clés : transition agroécologique, multi performance, indicateurs, outillage

## INTRODUCTION

Le moteur du projet présenté est d'accompagner une évolution des systèmes agricoles vers des modes de productions plus agroécologiques, source de systèmes vertueux où la polyculture élevage se distingue (*Duru M, Farès M, Therond O, 2014*). En comparaison aux systèmes usuels où le constat est souvent fait d'ateliers fonctionnant en parallèle, le nouveau système de production imaginé ouvre à une combinaison inédite de leviers et de technologies, si besoin à l'échelle du territoire et répondant aux enjeux des filières pour encourager leur maintien dans le paysage agricole (*Gino A, Vissac P, Avelange I, Ramonteu S, 2013*).

La ferme ARVALIS de Saint Hilaire en Woèvre sert de support de réflexion sans vouloir ouvrir à une démonstration d'exemplarité et se positionne comme un observatoire piloté. La gestion agro écologique des leviers de production imaginée dans un premier temps à l'échelle fermée de l'exploitation agricole s'ouvre à une réflexion à l'échelle plus large du territoire répondant à la question cruciale de réussir à maintenir voire réintroduire de l'élevage au sein de zones céréalières.

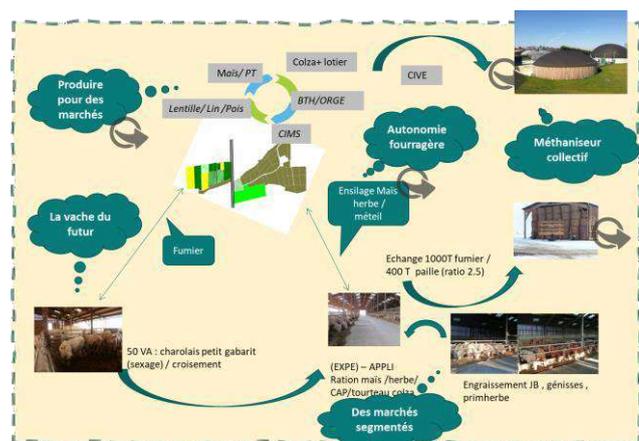


fig 1 : Une réflexion échelle exploitation dans son territoire

A partir d'un système fonctionnant en routine (année 2015/2016), les ateliers de conception ont permis de construire un nouveau système de production à horizon 10 ans avec une attention toute particulière portée aux trajectoires d'évolution possibles. La phase de conception s'est achevée en 2019 avec la validation de l'atteinte des objectifs fixés via l'évaluation ex-ante. Dans les grands traits (figure 1) le nouveau système repose sur une volonté de continuer à produire pour les marchés sur l'atelier grandes cultures (alimenter les filières plutôt qu'autoconsommer), d'imaginer la vache du futur (verbatim "3 grosses vaches plutôt que 2 grosses") sur l'atelier allaitant, d'oser segmenter la production en engraissement tout en visant l'autonomie fourragère (fourrages grossiers). La question de la participation à un méthaniseur collectif a également été évoquée sans toutefois aboutir faute de concrétisation de l'installation prévue.

Le projet est aujourd'hui dans une phase de mise en œuvre opérationnelle avec analyse critique des règles de décision et évaluation in itinere.

## 1. MATERIEL ET METHODES

La méthode mise en œuvre repose sur de la conception innovante "de novo" (*Meynard J.M. 2012,*) en agriculture, dans une complète remise à plat possible du système existant, sans freins a priori sur la faisabilité des changements proposés. Elle en respecte les objectifs et les étapes de la conception. La présence d'agriculteurs experts au sein du groupe de conception et l'étape d'évaluation ex-ante ont servi de "garde-fou" à l'atteinte des objectifs fixés.

Le cap de conception s'impose à l'ensemble des ateliers de l'exploitation : grandes cultures ; élevage allaitant en système naisseur-engraisseur, engraissement de jeunes bovins. Il a clairement fait ressortir que la notion de charge de travail et d'acceptabilité sociale de la polyculture élevage doit être étudiée dans une grande vigilance à ne pas complexifier les systèmes. L'appui possible des nouvelles technologies travaillées au sein de la Digifirme® (notion

d'agriculteur connecté à son outil de production animal ou végétal) est, en ce sens, prometteur (Bellon-Maurel V, Huyghe C, 2017).

Le groupe de conception a réuni l'ensemble des acteurs impliqués régionalement dans le maintien de systèmes en polyculture élevage et ses filières attachées. Les leviers mis en œuvre s'enrichissent de cette complémentarité entre ateliers, la notion de synergie entre culture et élevage a volontairement été interprétée en dehors du cadre fermé de l'exploitation agricole (Meynard JM, 2012). La notion d'utilisation des produits phytosanitaires en dernier recours s'est de plus assez naturellement imposée.

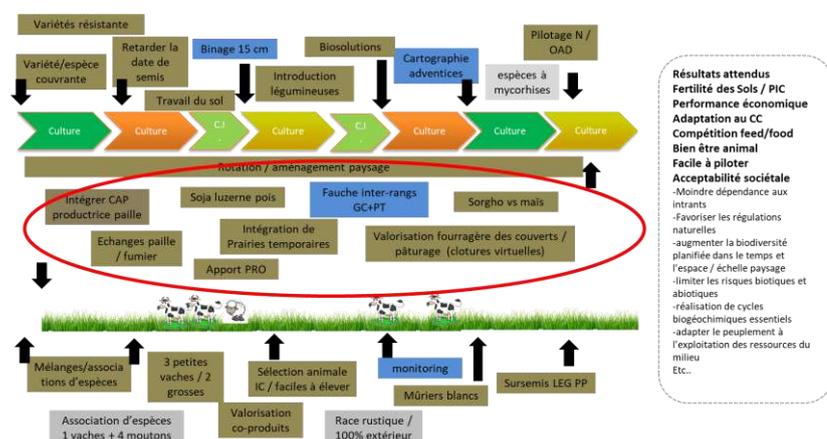


Fig 2 : Les leviers de la transition

A titre d'exemples, ont pu être envisagés des éléments de rupture relatifs à l'élevage (évolution du gabarit des vaches allaitantes par voie génétique ou du croisement, clôtures virtuelles, échange paille/fumier), aux fourrages (diversification des espèces ; sursemis, implantation de prairies multi espèces), aux grandes cultures (introduction de couverts multiservices, de prairies temporaires dans les rotations, spatialisation des cultures) et au paysage (diagnostic d'attractivité de l'exploitation vis-à-vis des auxiliaires volants, développement d'un indicateur à scoring des haies). Les leviers majeurs de la transition sont représentés dans la figure 2, à l'exception de ceux représentés en gris (associations d'animaux, changement de races) ils ont tous été mis en œuvre. Parfois, pour les plus exploratoires, après être passés par une phase d'expérimentation analytique afin de valider ou non leur intérêt à l'échelle du système.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Le portrait de multi performance souhaité porte sur de multiples enjeux et des indicateurs pertinents ont été collectivement arbitrés sur chacun d'entre eux par le groupe de conception. Pour autant il semblerait à l'avenir judicieux d'y associer d'autres parties prenantes du territoire dans une vision très intégrative de l'agroécologie.

Enjeu	Indicateur	Outil	Objectif	réussite
Economique	EBE €	simulbox	=	Oui
	Compatibilité filière (0-10)	expertise	>	oui
Productivité	Production NRJ brute MJ/Ha	Systerre (partiel)	=	Oui (partielle)
Environnement	Emissions GES TeqCO2/Ha	Cap2ER	<	oui
	Stock MO % (AMG)	Cap2ER	=	Oui (partielle)
Biodiversité	IFT	systerre	<	oui
	Nombre de cultures	systerre	>	oui
	Attractivité auxiliaires	DEXI ARENA	>	oui
Complémentarité structurelle	Nombre de leviers (ou niveau) de couplage	RedSpyce	>	non < Choix approche territoire
Social	Temps de travail h	Bilan travail	=	oui
	Complexité du système (-/+ /++)	Expertise	=	Non >
	Compétences de pilotage (-/+ /++)	Expertise	=	Non >
Sociétal	Fonction nourricière	Cap2ER	>	Non <

Fig 3 : Indicateurs décisionnaires

Les résultats de l'évaluation ex-ante, représentés en figure 3 à l'échelle de l'exploitation, sont encourageants avec le possible maintien de la performance économique et l'amélioration d'indicateurs environnementaux. Le faible niveau de couplage observé sur l'exploitation pose le débat d'un choix assumé d'une recherche d'autonomie à l'échelle du territoire. Ces systèmes s'avèrent cependant plus complexes à piloter et peinent à alléger la charge de travail, la performance nourricière interpelle également sur la démonstration du nourrir moins mais nourrir mieux. Au-delà de ces indicateurs de résultats à l'échelle de l'exploitation des indicateurs de suivi sont également mis en œuvre annuellement à l'échelle des systèmes de culture (analyse systerre).

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Une évaluation in itinere globale à l'échelle de l'exploitation a été relancée fin 2023 après 4 campagnes de mise en œuvre afin de préciser la trajectoire de changement amorcée et préciser des pistes d'évolution possibles, notamment autour des leviers de la fertilité du sol et du Carbone. La dissémination des apprentissages réalisés passe à la fois par des partages directs d'expérience lors de visites techniques sur le site mais surtout par la formalisation de règles de décision permettant de sortir d'une logique d'expérimentation unique et ouvrir à la reproductibilité des leviers et combinaison de leviers mobilisés.

Le projet pose également la question de l'outillage disponible pour l'évaluation de systèmes en polyculture élevage. Si un seul outil permet d'approcher les performances à l'échelle des systèmes de culture (systeme), le couplage de 4 outils s'est révélé nécessaire (systeme, simulbox, cap2ER, bilan travail IDELE) pour finaliser l'étude, une chaîne lourde et complexe à mettre en œuvre.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Duru M, Farès M, Therond O, 2014: Un cadre conceptuel pour penser maintenant et organiser demain la transition agroécologique de l'agriculture dans les territoires*
- Gino A, Vissac P, Avelange I, Ramonteu S, 201: les systèmes de polyculture élevage dans les territoires : agriculture d'aujourd'hui et enjeux pour demain*
- Meynard J.M. 2012: La reconception est en marche*
- Bellon-Maurel V, Huyghe C, 2017: Putting agricultural equipment and digital technologies at the cutting edge of agroecology*
- Meynard JM, 2012: Associer productions animales et végétales pour des territoires agricoles performants*

# L'albédo des prairies en système de polyculture-élevage : un atout pour contribuer à l'atténuation du changement climatique

MISCHLER P. (1), CESCHIA E. (2)

(1) Institut de l'élevage, 19bis rue Alexandre Dumas, 80000 Amiens

(2) INRAE-CESBIO, Rond-point du professeur Cambou, 31400 Toulouse

Mots-clés : albédo, polyculture-élevage, changement climatique

## INTRODUCTION

L'élevage émet 60% des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'agriculture et de la sylviculture, qui elles même représentent 18,4% des émissions de la France, hors puits de carbone (Citepa, 2023). L'élevage contribue au changement climatique (CC) par ses émissions de GES, qu'il doit réduire.

Cependant la capacité de stockage de carbone (C) dans le sol par les plantes et en particulier au niveau des prairies, qui permet de compenser partiellement ces émissions, est un moyen d'atténuation du CC bien connu. En comparaison, l'albédo ( $\alpha$ ), qui est la part de rayonnement solaire incident renvoyé dans l'espace, et qui, s'il est augmenté via des pratiques adaptées, peut contribuer à réduire la quantité d'énergie en capacité à réchauffer le système Terre (on parle alors de forçage radiatif – FR – négatif), a été peu étudié pour les surfaces agricoles, et peu pris en compte comme levier d'atténuation du CC.

Le projet Casdar Albédo-prairies a réalisé une première quantification de cet effet biophysique en termes d'impact sur le FR planétaire en fonction des pratiques et systèmes d'élevage et l'a comparé à l'importance des effets stockage de C de ces pratiques/systèmes d'élevage. Cet effet albédo a fait l'objet d'une comparaison entre systèmes n'ayant que des cultures, des systèmes de polyculture-élevage et des systèmes exclusivement herbagers.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Cette étude a permis de mesurer et a interprété les raisons des variations annuelles d'albédo de prairies pâturées et parfois fauchées, dans 7 sites expérimentaux (INRAE, Chambres d'agriculture, Lycée agricole) pendant 3 années de 2020 à 2023. Ces sites ont été équipés de stations météorologiques dotées d'un albedomètre faisant une mesure toutes les 10 secondes, agrégées par périodes de 10 mn. L'analyse des données a porté sur l'effet sur l' $\alpha$  de pratiques agricoles (pâturage, fauche) et de phénomènes météorologiques (effet des pluies, neige, givre, ...).

Puis ces variations d' $\alpha$  ont été converties en forçage radiatif, exprimé en Watt/m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>) en prenant comme référence un sol nu (pour les analyses aux échelles parcellaires) ou un système de production basé sur des grandes cultures en agriculture conventionnelle, pour les analyses aux échelles exploitation. Ici nous avons retenu un système avec 50% de blé, 25% de maïs et 25% de colza car nous disposons de dynamiques annuelles d'albédo pour ces cultures qui représentent une part significative des cultures en France (les 2/3 des surfaces en céréales et oléo-protéagineux). Le FR est l'énergie qui est mise en plus ou en moins dans le système Terre. Quand il est positif, on parle d'effet réchauffant (contribution à l'effet de serre), inversement on parle d'effet refroidissant (FR<0). Il est attendu que la prairie ait un FR<0. Cette valeur exprimée en W/m<sup>2</sup> a été convertie en équivalent (eq) kg de CO<sub>2</sub>/ha/an, selon la méthode de Bright *et al.* (2016), pour la comparer au stockage de C et aux émissions de GES des différentes pratiques/systèmes de production. Pour comparer les effets albédo sur le FR à l'échelle des exploitations agricoles, les données d'albédo des prairies acquises au cours du projet ont été complétées par des mesures d' $\alpha$  en cultures et en interculture réalisées par Ceschia *et al.* (2017) et Ferlicoq (2016). Des simulations d'albédo de l'assolement de cas-types (Seegers & Sarzeaud, 2023) et de 6 fermes expérimentales (hors INRAE) ont été réalisées avec le calculateur SIM' $\alpha$  (Mischler *et al.*, 2022) et l'effet albédo comparés aux résultats d'émissions de GES et de stockage de C réalisés avec l'outil Cap'2ER (Idele, 2022).

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les mesures quotidiennes d'albédo ont fait l'objet d'une analyse pour les années 2021 (marquée par une pluviométrie printanière importante) et 2022 (marquée par une sécheresse et des canicules). La valeur moyenne d' $\alpha$  des 7 sites pour ces 2 années est de 0.228. Cela correspond à un FR de -8.5 W/m<sup>2</sup> si l'on passe d'un changement d'usage d'un sol nu (dont l' $\alpha$  est de 0.150) à une prairie (ce qui conforte une première analyse réalisée en 2020/21 par Mischler *et al.* 2022), et de -6.7 W/m<sup>2</sup> si l'on passe d'un blé tendre d'hiver dont l' $\alpha$  serait de 0.167, à une prairie. Etant donné que le blé, comme toutes les cultures annuelles, ne couvre pas le sol en permanence (dont l' $\alpha$  est généralement plus faible que celui de la végétation), son albédo moyen annuel est plus faible que celui d'une prairie qui couvre le sol en permanence.

Etant donné que le blé, comme toutes les cultures annuelles, ne couvre pas le sol en permanence (dont l' $\alpha$  est généralement plus faible que celui de la végétation), son albédo moyen annuel est plus faible que celui d'une prairie qui couvre le sol en permanence. La prairie a donc un  $FR < 0$ , ce qui correspond à un effet refroidissant sur le climat. Ce FR équivaut à  $-1400 \text{ kg eq CO}_2/\text{ha/an}$ , comparable au forfait stockage de carbone d'une prairie dans l'outil CAP2ER, soit  $-500 \text{ kgC/ha/an}$  stockés dans le sol après avoir été retirés de l'atmosphère sous sa forme de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) par la photosynthèse, soit l'équivalent de  $-1830 \text{ kgCO}_2/\text{ha/an}$ .

La comparaison de l'effet albédo par rapport au stockage de C et aux émissions de GES de l'assolement des 6 fermes expérimentales (hors INRAE dont nous ne disposons pas de calculs issus de Cap'2ER), montre que pour des émissions moyennes de  $6762 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$  de GES, l'effet puits de carbone et l'effet albédo compensent en termes de FR, 42% des émissions de GES. Ainsi, le stockage de C des 6 fermes estimé par Cap'2ER représente  $-1791 \text{ kg eqCO}_2$  (26% des émissions). L'effet albédo de ces fermes correspondrait dans cette première approche à  $-765 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$  (13% équivalent d'émissions), si on les compare à un système 100% cultures (50% blé, 25% maïs, 25% colza).

L'utilisation de cas-types montre que les systèmes de polyculture-élevage ont un  $FR < 0$  (effet refroidissant) par rapport aux systèmes n'ayant que des cultures, ce FR étant d'autant plus négatif que la part d'herbe dans l'assolement augmente (entre  $-107$  et  $-144 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$ , par tranche de 10% de surface d'herbe en plus). Les systèmes 100% herbagers présentent pour leur part, la valeur de FR la plus négative. La fauche et le pâturage limitent d'environ 10% cet effet refroidissant des prairies. Les systèmes 100% culture peuvent de leur côté améliorer leur albédo grâce à l'implantation systématique de couverts en interculture longue, mais leur effet albédo est moindre que celui lié à l'herbe ( $-50 \text{ kg eqCO}_2/\text{ha/an}$ ) car des périodes de sol nu persistent. Ainsi, plus un système de polyculture élevage a d'herbe et de couverts en interculture dans la SAU, plus son effet albédo et sa capacité d'atténuation sont importants. Cela s'explique par la moindre présence de périodes avec un sol nu dont l'albédo est généralement plus faible (sauf marne et calcisol), sol qui reste aussi visible avant le plein développement végétatif des cultures.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'albédo des prairies est un nouvel atout à mettre au crédit des fermes de polyculture-élevage par rapport à des fermes n'ayant que des cultures. Cet effet n'avait pas été quantifié jusqu'à présent. Son effet sur le climat est comparable au stockage du carbone, même s'il est plus modeste. Les perspectives pour ces travaux, sont d'améliorer la connaissance de la variabilité de l'albédo à l'échelle de systèmes de cultures fourragères en plus de celle des seules prairies, puis de produire un outil d'estimation rapide de l'albédo pour le conseil en ferme. Un projet Casdar, ALBAATRE-systèmes a été déposé pour cela. Il est lauréat de l'appel à projet 2023. Si l'albédo est un atout de plus pour les systèmes polyculture-élevage, rappelons qu'une présence importante d'herbe dans l'assolement correspond aussi à des complémentarités cultures/élevage élevées (Martel et al. 2017), caractérisées par un moindre usage de carburants, d'engrais de synthèse et de pesticides émetteurs de gaz à effet de serre, ainsi qu'un revenu moins variable (Mischler et al 2020). Albédo élevé et réduction des émissions de GES sont compatibles dans des systèmes de polyculture-élevage.

*Ce projet Albédo-Prairies a été financé par le fonds Casdar*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bright RM., Bogren W., Bernier P., Astrup R. (2016) Carbon-equivalent metrics for albedo changes in land management contexts: relevance of the time dimension. *Ecological Applications*, 26 (6), 1868-1880.
- Ceschia E., Mary B., Ferlicoq M., Pique G., Carrer D., Dejoux J.-F., Dedieu G, 2017, Potentiel d'atténuation des changements climatiques par les couverts intermédiaires, *Innovations Agronomiques* 62, 43-58.
- Ferlicoq Morgan, 2016, Comparaison pour les agroécosystèmes des contributions biogéochimiques et biophysiques au forçage radiatif net pour l'identification de leviers d'atténuation au changement climatique, THESE, Université Paul Sabatier, 353p.
- Idele (2022) : « Guide simplifié de la méthodologie d'évaluation environnementale d'une exploitation agricole Cap'2'er », 20p
- Martel G., Guilbert C., Veysset P., Dieulot R., Durant D., Mischler P., 2017. Mieux coupler cultures et élevage dans les exploitations d'herbivores conventionnelles et biologiques: une voie d'amélioration de leur durabilité ? *Fourrages*, 231,235-245
- Mischler P., Ferlicoq M., Ceschia E., Kerjose E., 2022. « L'albédo, un levier d'atténuation du changement climatique méconnu : quel potentiel d'atténuation pour les prairies ? ». *Fourrages* 251, 1-16
- Mischler P., Tresch., Jousseins C., Chambaut H., Durant D., Veysset P., Martin G., Fiorelli J.-L., Ben Chedly H., Pierret P., Candau D., Sennepin D., Cailly B., Emonet E., Ramette C., Flament M., Martel G., 2018. Savoir caractériser les complémentarités entre cultures et élevage pour accompagner la reconception des systèmes de polyculture-élevage dans leurs transitions agro écologiques. *Renc. Rech. Ruminants*, 2018, 24.
- Seegers J, Sarzeaud P. 2023, Qu'est-ce qu'un cas-type ? Collection références, 2 p

## **Organisation et positionnement des structures de développement agricole pour accompagner et conseiller les acteurs impliqués dans le pâturage des surfaces additionnelles**

RAMONTEU S. (1), MERCERON N. (2)

(1) ACTA, 149 rue de Bercy, 75012, Paris

(2) Chambre d'agriculture de Dordogne (CDA24), Antenne Périgord Pourpre Vallée de l'Isle, Pôle viticole, 237 rue Bridet, 24100 BERGERAC

Mots-clés : coopérations, pâturage de surfaces additionnelles, accompagner, posture, méthodes, décloisonner

**INTRODUCTION** : Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet Casdar Inter-AGIT+ sur le pâturage d'intercultures par des ruminants. De nouvelles formes de pratiques de coopérations sur le territoire émergent via la mise à disposition de surfaces pour le pâturage (pâturage itinérant de surfaces additionnelles, éco pâturage...) générant des besoins d'appui qui sortent un peu du cadre des offres classiques de conseil, généralement plus technique et spécialisé par production principale (productions animales, productions végétales). Il s'agit de comprendre comment les structures de développement agricole s'organisent et se positionnent, s'adaptent ou se sont adaptées pour mieux accompagner les coopérations entre agriculteurs vers plus de mixité sur les territoires, en particulier dans le cas du pâturage de surfaces additionnelles (céréales immatures, couverts d'interculture, vignes, vergers, friches, espaces naturels...), afin d'en tracer des trajectoires d'évolution et faire ressortir les bonnes pratiques.

**MATERIELS & METHODES** : 13 entretiens semi directifs ont été réalisés auprès de différents types de structures d'appui : chambre d'agriculture, coopérative, GIEE, Civam, FDCuma, et de divers profils : animateurs, conseillers (élevage, cultures, installation-transmission) mais aussi responsables de ces structures. Les enquêtes ont permis de comprendre les trajectoires, identifier les rôles, les compétences et postures, les méthodes et outils mobilisés par le conseil, et les facteurs clés de réussite de ces coopérations et de leur accompagnement.

**RESULTATS ET DISCUSSION** : A l'**origine** de la prise en compte de ces pratiques alternatives par les structures de développement, on remarque généralement (i) la présence et l'implication d'agriculteurs précurseurs et inspirants parmi les adhérents ou administrateurs ayant mis en œuvre ces pratiques, parfois étudiés et relayés par des stagiaires, ou bien (ii) les organes de gouvernance de ces structures d'accompagnement ont pris en compte les sollicitations récurrentes de conseillers-animateurs par des agriculteurs intéressés. Parmi les **objectifs** portés par ces structures, il s'agit ainsi de recréer du lien entre éleveurs et agriculteurs, favoriser la transversalité animal et végétal, accroître l'autonomie fourragère.

Le **positionnement** distinct des structures de développement agricole s'opère selon leurs points forts respectifs : i) les coopératives sur l'expertise technique individuelle (et l'acquisition de références via le suivi d'expérimentations sur les mélanges de couverts végétaux à promouvoir et l'optimisation de la conduite technique des couverts par exemple) et pas du tout sur l'intermédiation, ii) les chambres d'agriculture sur la production de références (sur les mélanges de couverts, l'optimisation de la conduite technique des couverts et du pâturage de ces couverts, ou les mesures de protection des plantes pérennes, ainsi que des préconisations sur la période et durée de séjour des animaux et les conditions de santé et bien-être animal), la formation-information-sensibilisation (à destination de collectifs) et la mise en relation en réponse à des sollicitations ponctuelles ou l'appui à l'émergence de collectifs pour les animateurs territoire (mais sans suivi dans la durée), iii) les Civam et Giee sur l'intermédiation et l'animation de collectifs (facilitation des échanges, accompagnement de dynamiques de groupe). L'appui à l'**installation** d'éleveurs est vu comme une entrée clé à privilégier dans des territoires marqués par le déclin de l'élevage, où les enjeux de baisse de fertilité des sols se posent avec acuité dans les systèmes de culture.

Les animateurs et conseillers expriment la nécessité d'avoir un socle de **compétences** technico-économiques généralistes pour comprendre à la fois les besoins et contraintes coté éleveur et coté agriculteur (approche globale d'exploitation) mais aussi plus pointue (sur les modalités de mise en œuvre technique et organisationnelle, sur les conditions de faisabilité). A ces compétences techniques s'ajoute également le besoin de notions juridiques (par exemple sur les formes juridiques liées à cet accès temporaire au foncier, la

législation de groupement d'employeur, les formes de contractualisation adaptées à des partenariats équilibrés), et l'importance cruciale de **qualités** humaines et socio-relationnelles (capital confiance, connaissance des acteurs du territoire qui s'étoffe via l'expérience) et d'aptitude à la médiation et la facilitation (écoute, compréhension) pour faire le lien et accompagner ces coopérations.

Au-delà du dialogue informel entre profils différents de conseillers (au sein d'une antenne), parmi les **bonnes pratiques permettant de décloisonner** et de favoriser le **dialogue interne inter-services** pour les structures de taille importante, faisons un focus sur la Chambre d'agriculture de Dordogne où suite à la volonté des professionnels de favoriser le lien entre animal et végétal, et à la formation de 5 conseillers sur la posture du conseiller demain, il y a eu mise en place de 2 groupes atypiques en chambre d'agriculture :

- Un groupe agronomie transversal interservices (filières animales et végétales) inter-antennes, autogéré sans hiérarchie, lieu fédérateur de partage d'idées de projets (dont Inter-AGIT+) et de réponse réactive aux appels à projets, de partage de problématiques (remontées de terrain), de rédaction d'articles dans revue technique régionale ou nationale : fonctionnement via l'intelligence collective et autoformation entre collègues ;
- Un service PA&PV : lieu d'échange, de partage, d'ouverture, et d'enrichissement mutuel ;

De bonnes pratiques de **collaboration et d'échange** inter-organismes ont été soulignées: i) le réseau thématique «pâturage de surfaces additionnelles » animé par Idele-CDA24 suite à Brebis-Link regroupant 7-8 conseillers, dont l'objectif est de suivre et mutualiser des références de fermes et bâtir un cas type ; ii) les **projets** collaboratifs (tels que Brebis\_Link, Inter-AGIT+, Récit) créent des occasions d'échange entre organismes et de montée en compétences collective et apportent en retour une certaine reconnaissance régionale voire nationale aux animateurs. Ces projets contribuent à l'acquisition de références via des suivis d'expérimentations, des enquêtes, mais également à la réalisation de supports de communication-diffusion (guides sur les aspects technico-économiques et organisationnels-humains et également juridiques, mise en avant des intérêts et points d'attention).

Parmi les **outils** mobilisés et cités par les conseillers animateurs, au-delà des livrables de ces projets collaboratifs, on peut noter : des jeux sérieux (Dynamix ou Oviplane, jeux collectifs de plateau avec support cartographique visant la co-conception de scénarios de coopération entre éleveurs et agriculteurs), des calelottes d'aide au choix des couverts (version Arvalis ou interne à la coopérative), un outil cartographique de mise en relation : MonBergerLocal (dont le cahier des charges a été élaboré par CDA24). Des **besoins** d'approfondissement ont été relevés, notamment sur des références sur les valeurs alimentaires des couverts.

Les conseillers et animateurs se confrontent à des **difficultés** de diverses natures : juridique (formes de partenariat gagnant-gagnant, logistique (organisation autour de la pose des clôtures, distance), humain (recruter et mobiliser un noyau dur d'agriculteurs volontaires et impliqués). Les **leviers** mentionnés pour favoriser ces coopérations qui sont des histoires d'hommes : faciliter la rencontre, le dialogue et la communication (discuter, lâcher les a priori, se rendre compte des intérêts et complémentarités réciproques, partager une même vision et façon de travailler). Cela requiert du temps pour construire la confiance : patience, prudence (ne pas créer de frustration), persévérance, et optimisme sont clés. La **recommandation pour le développement** est de mieux et encore plus communiquer et démontrer les intérêts de ce type de pratiques, et faire preuve d'adaptabilité pour répondre à chaque contexte et configuration d'acteurs.

Parmi les **acteurs du territoire** à impliquer dans ces démarches territoriales en plus des acteurs du développement agricole, il est important de ne pas négliger les gestionnaires d'espaces à enjeux environnementaux (tels que CEN, PNR, ...) en tant que réservoir de surfaces à pâturer pour entretenir et garder ouverts ces espaces, mais aussi les collectivités territoriales en tant qu'acteur de proximité pour le repérage des surfaces de friches et l'identification de propriétaires.

**PERSPECTIVE** : Parmi les pistes potentielles évoquées par les responsables, on peut noter la réflexion autour d'une offre de services avec un pool de compétences internes (binôme de conseiller technique et entreprise par exemple). Une autre piste évoquée est la définition d'une offre de services territorialisés concertée en inter-organismes, qui nécessiterait un fort niveau de collaboration. Des fiches témoignages seront produites dans le cadre du projet afin d'inspirer d'autres acteurs du développement agricole sur d'autres territoires.

# Le réseau thématique Systèmes mixtes granivores/herbivores, un dispositif national INOSYS pour produire de la connaissance, partager les expertises et accompagner les projets des éleveurs.

Delphine BRETON<sup>1</sup> et Guillaume MATHIEU<sup>2</sup>

1 Chambre d'agriculture des Pays de la Loire - 72

2 Institut de l'Elevage

Ce réseau thématique INOSYS Systèmes mixtes granivores/herbivores est l'un des 18 Réseaux thématiques existants. Il est né de la volonté des Chambres d'agriculture et de l'Idel de travailler avec des éleveurs sur des systèmes émergents et prêts à partager leurs expériences avec des conseillers de terrain. La finalité de nos travaux est de mettre notre expertise « *système ou approche globale* » au service de problématiques, pour apporter des réponses aux éleveurs et conseillers qui les accompagnent dans leurs projets d'adaptation, de transition vers des systèmes plus efficaces, plus vivables et plus durables.

L'objectif est de produire des connaissances grâce à différents outils : simulations, valorisation de données, collecte de données, focus groupe, témoignages, études de cas. Ces connaissances sont ensuite largement diffusées sous forme de webinaires, d'ateliers, de plaquettes informatives, de vidéos... 4 axes de travail animent notre réseau thématique (schéma 1).

## LES 4 AXES DE TRAVAIL PRIORITAIRES DU RÉSEAU THÉMATIQUE

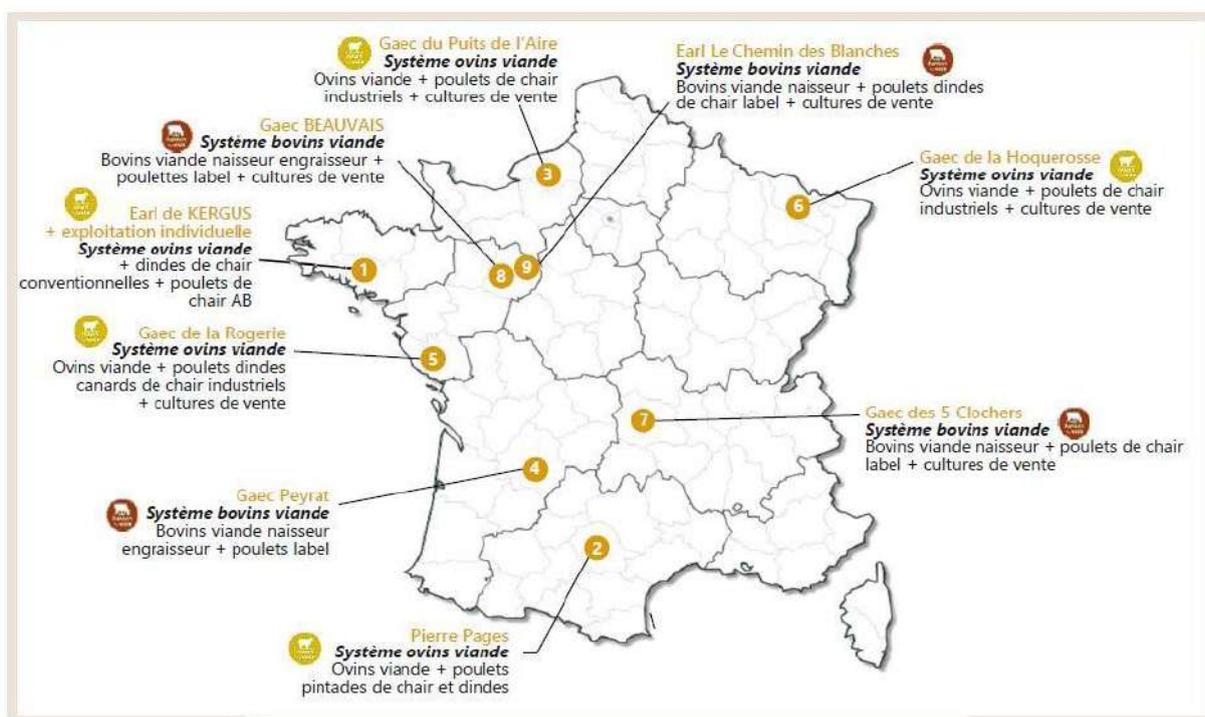


Schéma 1 : Axes de travail du RT Systèmes mixtes granivores/herbivores

Notre réseau se compose de 8 conseillers ingénieurs aux profils diversifiés allant du plus expérimenté au débutant et travaillant sur diverses filières de production : ovine, bovine et équine. Nos ingénieurs se répartissent sur tout le territoire français et contribuent à l'analyse d'un panel de systèmes d'élevage.

Les productions bovins viande, ovins viande et volailles de chair sont privilégiées dans nos suivis. Les données collectées chaque année dans les 9 élevages du réseau thématique (carte 1) sont la base de nos analyses des complémentarités entre les ateliers d'élevage.

## LES ÉLEVEURS SUIVIS DANS LE CADRE DU RÉSEAU THÉMATIQUE



Carte 1 : Les éleveurs suivis dans le RT Systèmes mixtes granivores/herbivores

Les données collectées sont stockées dans une base commune DIAPASON et sont analysées en équipe.

Nos travaux s'inscrivent dans la transversalité des communautés d'experts en place : le RMT SPICEE, l'institut ITAVI, les conseillers volailles des chambres d'agriculture.

Dans le contexte économique de l'élevage de ruminants et de sa pérennité incertaine, nous souhaitons acquérir des compétences et références en matière de complémentarité entre les ateliers d'élevage à travers le prisme de la rentabilité et de la viabilité comme angles d'analyse.

Nos premiers travaux portent sur la présentation des exploitations membres du dispositif. 9 monographies sont réalisées, et permettent de :

- Présenter l'exploitation et son historique
- Décrire les motivations et les choix de la diversification
- Zoomer sur l'atelier volailles de chair.

Dans un second temps (2024-2025), à l'aide des 2-3 années de suivies des fermes, des analyses seront permises pour produire des indicateurs et des repères technico-économiques nécessaires aux réseaux de développement :

- Repères économiques : marge brute des ateliers, EBE, revenu disponible
- Repères techniques et de dimensionnement des ateliers
- Niveaux de complémentarité entre les ateliers

## **Projet RECIT – Relations Élevages/Cultures Intra-territoriales**

**Auteurs** : Coline Dieval (Civam du Pays Ruffécois), Orane Geraudel (CIVAM Charente Limousine), Elodie Brunet (fédération des Cuma des Charentes), Léa Cubaynes (Bio Nouvelle-Aquitaine), Paul-Armeil Salaün (Bio Nouvelle-Aquitaine), Marine Benoiste (Réseau Civam), Adrien Boulet (TRAME) et Marie-Laure Bailly (FNCUMA).

**Mots-clés** : élevages, cultures, complémentarité, compétences, social, partenariats, accompagnement, échanges.

**Format** : témoignage par une animatrice impliquée dans le projet en binôme avec un agriculteur.

Contexte de l'expérience : La zone d'étude se situe sur les départements de Charente et Charente-Maritime qui constituent une zone de plaine céréalière et viticole. Ce territoire spécialisé subit des pressions climatiques de plus en plus fortes – sécheresses et inondations – avec de lourds enjeux sur la quantité et la qualité de l'eau, mais aussi sur la diversité des productions alimentaires locales. L'élevage, notamment extensif, est peu présent sur le territoire et en constante diminution, emportant avec lui de nombreux leviers agronomiques liés aux animaux et aux interactions entre productions et favorisant l'augmentation de la consommation de produits phytosanitaires. Or ce territoire très spécialisé est bordé à l'est par la Charente Limousine, zone d'élevage.

Aujourd'hui, des constats sont fait sur les fermes : perte de fertilité des sols, manque de marge de manœuvre pour réduire l'utilisation d'intrants et faire face à la forte variabilité de réussite des cultures. Retrouver la complémentarité végétal/animal semble pertinent. Certains souhaitent ainsi mettre ou remettre un atelier d'élevage sur leur exploitation (PCE), mais la majorité semble plus attirée par des formes alternatives de partenariats (ICET).

Description de l'expérience : En 2023 et 2024, 4 collectifs agricoles s'associent pour échanger leurs expériences et leurs questionnements. Le choix de ces collectifs est basé sur leur complémentarité et donc la diversité de retours d'expériences et de leviers mobilisables:

- Le Civam du Pays Ruffécois, principalement composé de céréaliers, ayant déjà avancé sur la thématique du pâturage de couverts végétaux via le partenariat céréalier/éleveur avec la construction d'un guide technique.
- Le Civam de Charente Limousine, principalement composé d'éleveurs.
- La FRAB-Nouvelle-Aquitaine, notamment le collectif vitibio.
- La Fédération des CUMA des Charentes, forte de son expérience de mutualisation d'outils.

Plusieurs moments de rencontres sont prévus sur ces deux années. Les objectifs sont multiples :

- Faire connaître aux participants des initiatives existantes pour leur ouvrir le champ des possibles ;
- Co-construire des partenariats et pistes de solutions ;
- Être au plus près du terrain, des idées et des freins, afin de les accompagner au mieux.

Après un recensement de projets et d'expériences pendant l'hiver 2022/2023, deux rencontres ouvertes aux agriculteurs et salariés intéressés ont permis de croiser leur vécu, leurs pratiques et leurs idées. En 2024, 4 nouvelles rencontres sont prévues avec chaque fois une visite d'initiative concrète (transhumance, éleveur itinérant...), mais aussi des ateliers d'échange ou des rencontres avec des acteurs clés (acteurs de l'installation, groupement d'éleveurs ...).

La première rencontre entre agriculteurs et salariés a eu lieu le 7 mars 2023 à Mansle (16). Elle a réuni plus d'une vingtaine de personnes. Une des questions principales qui a été abordée est : (re)devenir éleveur·se (PCE) ? Les réponses ont rapidement montré les freins à cette solution : (re)devenir éleveur·se « c'est un autre métier » et les agriculteurs manquent de temps, de connaissances et de compétences pour envisager sereinement un tel changement. Des possibilités sont toutefois évoquées pour s'ouvrir à un nouveau métier :

participer à des visites/échanges avec des éleveurs (Civam de Charente Limousine par exemple), créer un dispositif de « maîtrise des pratiques » à l'image de celui créé par la MAB16 pour les maraîchers (parrainage des nouveaux installés par des maraîchers plus aguerris) et la possibilité d'organiser des formations. Un témoignage d'un céréalier local, ayant rajouté récemment un troupeau ovin a permis de connaître concrètement le parcours à mener.

La deuxième rencontre, en décembre 2023, concernait plutôt la construction de partenariats entre céréalier ou viticulteur et éleveurs « voisins », plus ou moins proches. Lors d'ateliers en sous-groupe, les participants ont pu tester la création d'hypothétiques partenariats : quels sujets seraient à aborder ? dans quelles conditions ce partenariat serait-il envisageable pour chaque partie prenante ? Une des conclusions émises est l'intérêt d'un accompagnement par une tierce personne afin de guider la construction de ces partenariats. Lors de la partie terrain, les participants ont rencontré une jeune éleveuse de brebis laitières cherchant des surfaces pâturables supplémentaires, ainsi que son père pâturant des espaces du Conservatoire d'Espaces Naturels (des espaces complémentaires, pouvant rentrer dans les futures réflexions).

Enseignements : les « + » et ce qui peut être amélioré :

Petit à petit, les partenaires du projet sont identifiés comme travaillant sur ce sujet par les acteurs locaux et les agriculteurs. Cela permet de mieux connaître les besoins, de favoriser la création d'autres partenariats et d'envisager des suites au projet.

Même sans observer d'évolutions concrètes dans l'immédiat sur leur projet personnel, les participants apprécient de casser les œillères entre filières et la méconnaissance du métier de l'autre.

La participation aux actions reste difficile, la thématique intéresse mais concerne un objectif à moyen/long terme, voire un « idéal » qu'ils ne pensent jamais atteindre aux vues des difficultés et du manque d'éleveurs présents. Les nombreuses problématiques actuelles sur les fermes, plus concrètes, ne permettent pas forcément de donner du temps à la construction de ces solutions.



Pâturage de couverts végétaux chez Jean-Marc Prud'homme (16) via un partenariat avec Tony Poinset, éleveur voisin, septembre 2022 © Civam du Pays Ruffécois



Échanges lors de la première rencontre du projet RECIT, mars 2023 © Civam du Pays Ruffécois

# L'Indice de Régénération bovin, un outil au service des agriculteurs et des filières, pour reconnecter animal et végétal sur les fermes

LUGASSY L. (1), MANCEL L. (1)

(1) Pour une Agriculture Du Vivant

Mots-clés : élevage, agroécologie, outil, filières

## CONTEXTE DU DEVELOPPEMENT DE L'OUTIL

Le constat sera probablement largement partagé lors du colloque, les productions animales et végétales, lorsqu'elles sont menées dans des systèmes spécialisés, font chacune face à des enjeux auxquels elles ne peuvent répondre seules. Au contraire, la reconnexion étroite de ces productions au sein d'une ferme ou entre fermes d'un territoire, apporte une réponse à ces enjeux et génère de surcroît de nombreux bénéfices : restauration de la fertilité du sol, réduction du travail du sol et de l'érosion, stockage de carbone, entretien des milieux ouverts par le pâturage, production de biodiversité, diminution de l'usage des intrants chimiques, etc...

La transition vers des modes d'élevages agroécologiques est la seule réponse à même de réconcilier les enjeux des éleveurs, des filières, et de la société. Mais elle nécessite de sortir des caricatures et d'évaluer de manière objective et systémique le niveau agroécologique actuel des fermes d'élevage, pour en accompagner et en valoriser la progression. C'est l'objectif de l'Indice de Régénération (IR) Bovin, créé par le mouvement Pour une Agriculture du Vivant, **un outil systémique pour valoriser les externalités positives d'un élevage agroécologique et notamment les synergies entre cultures et troupeau**. Conçu comme une démarche de progrès, il permet à tous les acteurs de bénéficier d'un référentiel commun pour engager la transition des pratiques agricoles, les faire progresser et les valoriser.

Le développement de l'Indice de Régénération Bovin est le fruit de plusieurs années de travail impliquant d'une part, un groupe de travail mixte : éleveurs, techniciens, acteurs des filières bovines, équipe Pour une Agriculture Du Vivant ; et d'autre part, [les membres du conseils scientifiques](#) de l'association.

## DESCRIPTION DE L'OUTIL - L'indice de Régénération Bovin : 1 outil pour des transitions

Parce que l'agronomie est l'une des clés de réussite de la transition d'un élevage et de l'atteinte des bénéfices environnementaux associés, l'Indice de Régénération Bovin se compose d'un Indice de Régénération mesuré sur les cultures et les prairies de la ferme, destinées ou non au troupeau et d'un Indice de Régénération mesuré sur le troupeau. Ainsi, deux scores sur 100 points permettent d'évaluer le niveau agroécologiques des pratiques culturelles et de l'élevage. Les indicateurs pour chaque pilier sont détaillés sur l'illustration suivante :

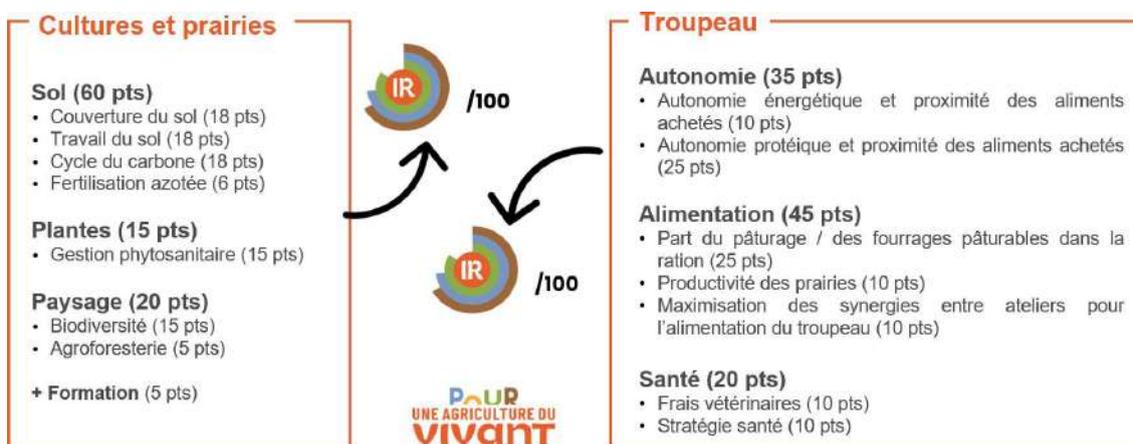


Figure 1 : Indicateurs des Indices de Régénération Grandes Cultures et prairies (à gauche) et troupeau bovin (à droite)

Pour autant, si la mobilisation de l'outil implique la distinction de deux scores, les **synergies entre cultures et élevage** sont intrinsèquement liées à certaines pratiques et impactent plus spécifiquement certains indicateurs tels que la fertilisation (pilier cultures), l'autonomie énergétique et protéique et l'alimentation (la nature de la ration étant liée à l'assolement). Ainsi, par sa construction systémique, l'outil valorise les stratégies de couplage culture- élevage à l'échelle de la ferme.

Par ailleurs, la **complémentarité culture-élevage à l'échelle territoriale** est également valorisée dans l'IR dans les calculs des indicateurs d'autonomie. Concrètement, dans le cas du calcul de l'autonomie énergétique et de même pour l'autonomie protéique, les points attribués selon le niveau d'autonomie tiennent compte de l'origine des ressources énergétiques et protéiques. Ainsi, l'IR valorise les stratégies d'approvisionnement local et incite à mettre en place des pratiques en faveur d'une autonomie territoriale pour l'alimentation des bovins.

Enfin, un indicateur est dédié aux stratégies de maximisation des synergies entre ateliers végétal/animal à l'échelle de la ferme ou du territoire et a vocation à valoriser toutes les stratégies innovantes mises en place par les agriculteurs et allant dans le sens d'un renforcement du couplage culture-élevage. Par exemple : le pâturage de couverts associés, de couverts d'intercultures, la double valorisation de culture annuelle pour le troupeau et la vente, la valorisation de ressources ligneuses complémentaires, le pâturage de surfaces complémentaires par le biais de partenariats locaux (inter-rangs de vignes ou vergers, luzernières ou prairies sur ferme céréalière,...).

Cependant, si cet objectif de synergie entre productions animales et végétales est universel, les manières d'y parvenir doivent nécessairement être adaptées aux spécificités et au contexte de chaque ferme et de chaque territoire. C'est la raison pour laquelle l'Indice de Régénération n'est pas un cahier des charges mais un outil d'évaluation qui laisse toute liberté à l'agriculteur de choisir les techniques à mettre en œuvre pour progresser tout en posant clairement les axes de la transition, pour l'élevage bovin : autonomie protéique et énergétique du troupeau, place des fourrages pâturables dans la ration, productivité des prairies, synergies entre ateliers pour l'alimentation du troupeau, santé du troupeau. La répartition des points entre indicateurs, basée sur l'état des connaissances scientifiques est coconstruite avec le conseil scientifique et le groupe de travail technique/acteurs filières. Elle se veut le fruit d'un compromis entre sciences et terrain, et peut être amenée à évoluer.

### **L'Indice de Régénération: un outil terrain pour piloter la transition des filières**

L'Indice de Régénération a deux utilisations : soit l'agriculteur mobilise l'outil en toute autonomie, via la plateforme [agroecologie.org](https://agroecologie.org), soit il s'agit d'une démarche filière, encadrée par Pour une Agriculture du Vivant. Dans ce second cas, l'outil est d'autant plus innovant qu'il est mobilisé dans le cadre d'une démarche de progrès, coconstruite avec l'ensemble des acteurs des filières, à partir des besoins de l'amont agricole et pour répondre aux enjeux de tous. L'Indice de Régénération permet

- **de positionner le niveau agroécologique d'une ferme** (exemples de cas d'IR cultures, prairies et troupeau en annexes) ;
- **d'établir et suivre un plan de progrès à partir de cet état initial**, notamment via l'identification des marges de progrès à différents niveaux : à l'échelle du système, l'IR permet une appréciation globale des points forts et faibles ; à une échelle plus fine : à la parcelle pour l'IR cultures et prairies ou au lot d'animaux pour l'IR bovin, via le détail des calculs des indicateurs ;
- **de piloter la transition des approvisionnements et contractualiser au sein des filières.**

### **PERSPECTIVES**

L'Indice de Régénération Grandes Cultures, développé par PADV depuis plusieurs années et mobilisé d'abord dans le cadre de projets d'innovation et aujourd'hui dans le cadre de filières contractualisées bénéficie davantage de recul que la version bovine concernant la robustesse des seuils et la contextualisation des résultats notamment. Cet outil agronomique a également permis diverses études telles que la comparaison des trajectoires agroécologiques et de trajectoires carbone ([Voir webinaire de restitution de l'étude](#)) ou encore la modélisation des coûts associés à ces transitions. Les perspectives d'étude pour l'Indice de Régénération Bovin (lancé à l'automne 2023) suivront ces exemples, notamment pour le travail de modélisation technico-économique des typologies de transitions en élevage afin d'aboutir à une valorisation de la démarche en filières animales. Un travail d'étude de complémentarité avec les outils carbone est également envisagé.

Enfin, renforçant la fonction socle commun de l'outil et répondant à l'enjeu de simplification de la collecte de données, des perspectives de valorisation des indicateurs de l'IR (hors valorisations filières) sont développées (mobilisation des données de l'IR via le Planet-Score) ou en cours de travail (via un PSE basé sur l'IR et reporting SBTN notamment).

### **REFERENCES**

Conseil scientifique de PADV : <https://agricultureduvivant.org/le-mouvement/le-conseil-scientifique/>  
Plateforme et outil open-source : <https://agroecologie.org/>  
Webinaire de restitution de l'étude carbone : <https://agricultureduvivant.org/notre-webinaire-carbone/>

## EXEMPLE D'UN SYSTÈME PLAIN MAÏS DOMINANT (NON PÂTURANT)

FERME LAITIÈRE DANS LE SUD OUEST

**CULTURES ET PRAIRIES** 



**TROUPEAU** 



## EXEMPLE D'UN SYSTÈME PLAIN MÉTEIL-MAÏS ÉPI (NON PÂTURANT)

FERME LAITIÈRE DANS L'ORNE

**CULTURES ET PRAIRIES** 



**TROUPEAU** 



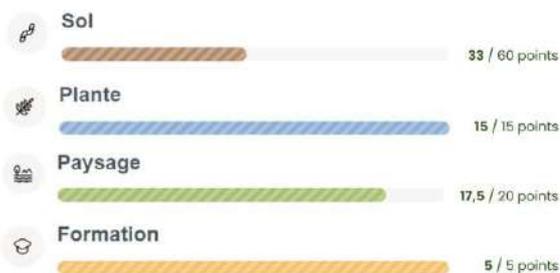
## EXEMPLE D'UN SYSTÈME PLAIN HERBAGER AB

FERME LAITIÈRE DANS LA MANCHE

**CULTURES ET PRAIRIES** 



**TROUPEAU** 



# Capitaliser et communiquer sur les atouts des systèmes polyculture-élevage

MÉROT E. (1), MISCHLER P. (2), TRESCH P. (3)

(1) Chambre d'agriculture des Pays de la Loire, 44110 Châteaubriant ; (2) Institut de l'élevage, 80096 Amiens ;

(3) Institut de l'élevage, 69364 Lyon

Mots-clés : polyculture-élevage, attractivité, témoignages, logique d'action

## INTRODUCTION

Les réseaux thématiques Inosys ont pour objectif principal de fédérer une communauté d'ingénieurs réseau d'élevage INOSYS intéressés par des thématiques jugées importantes pour la filière, afin de favoriser des interactions avec les équipes hors-réseaux et le transfert des travaux produits. En ce sens, un réseau thématique Inosys PolyCulture-Elevage (PCE) s'est ainsi constitué. Celui-ci regroupe 7 Ingénieurs Réseau Inosys désireux de capitaliser sur les intérêts multiples des systèmes PCE. Ce groupe de travail, composé de conseillers d'élevage Chambre d'agriculture, est animé par des chargés de projets Idele (Pierre MISCHLER et Philippe TRESH) et Chambre d'agriculture (Emmanuel MÉROT).

Les objectifs partagés de ce réseau sont de capitaliser et de communiquer sur les atouts des systèmes PCE, notamment face aux enjeux de renouvellement de génération et face aux enjeux environnementaux. Pour cela, nous souhaitons mettre en avant les bénéfices de l'élevage dans les systèmes de culture.

## 1. CONTEXTE

Les conseillers d'élevage relèvent, sur le terrain, de fortes préoccupations de polyculteurs-éleveurs qui constatent la disparition de leurs « modèles » de systèmes agricoles. Les évolutions humaines et structurelles entraînant effectivement un désintérêt pour ces systèmes agricoles, avec des conséquences économiques, sociales, environnementales, ainsi qu'agronomiques et paysagères.

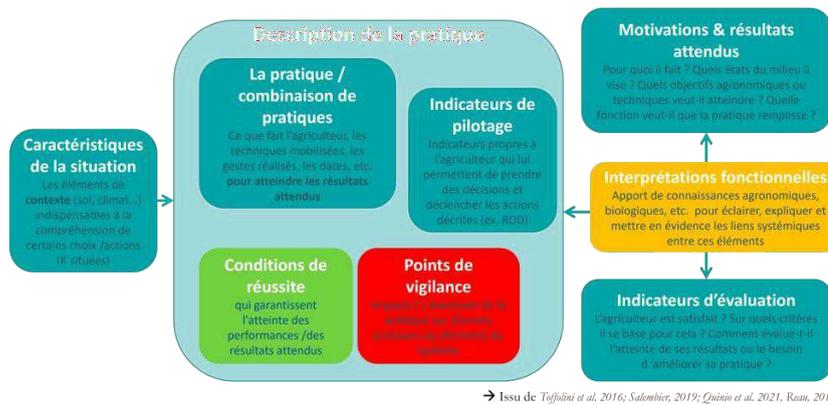
Afin de mener à bien cette volonté de capitaliser et de communiquer sur les atouts de la PCE, le réseau thématique cherche à valoriser différentes études et projets relevant de la thématique travaillée : réseau DEPHY Ferme, Casdar PhytoEI, RED-SPyCE, Projet POEETE, RMT SPICEE, réseaux Inosys... Il s'appuie également sur les sept fermes, en système polycultures-élevage, suivies par les ingénieurs réseau Inosys.

## 2. DESCRIPTION

Fort de ce réseau, le travail conduit est donc de valoriser les témoignages positifs des systèmes PCE suivis par les ingénieurs, dans une optique de transmission et de maintien de ces systèmes. Ces « fiches témoignages » sont réalisées en mettant en avant les atouts de la PCE, ses aspects « positifs », mais de manière « intransigeante », sans nier les éventuelles difficultés existantes.

La description des fermes et de leurs résultats techniques, économiques, environnementaux et sociaux positifs, en tant que système PCE, suit un « format logique d'action ». En effet, en partenariat avec l'INRAE, nous avons construit ces fiches dans un objectif fort de transfert. Ce concept de logique d'action, développée au sein de l'UMR Agronomie de l'INRAE par Marie Hélène JEUFFROY (Directrice de recherche), Paola SALAZAR (Ingénieure de recherche) et Julie ANDRÉ (Ingénieure) est une manière de formaliser et de capitaliser des connaissances, en s'appuyant sur la description de la logique d'un exploitant, concernant une pratique ou une combinaison de pratiques agroécologiques ou la conduite de son système agricole, dans un contexte donné : ce concept permettant de décrire et interpréter les interactions existantes au sein d'un système agricole donné. Il est en effet nécessaire de comprendre ce qui est fait et pourquoi ceci est fait. Les connaissances et savoir-faire de l'agriculteur, acquis par son expérience, sont indispensables pour comprendre son raisonnement, sa « logique d'action » afin d'en faciliter l'appropriation par le « lecteur ».

## Représentation schématique de la logique d'action



→ Issu de Toffolini et al. 2016; Salamier, 2019; Quinio et al. 2021, Reau, 2016...

### 3. RESULTATS

Le témoignage proposé pour ce colloque du RMT SPICEE est de présenter concrètement nos travaux de valorisation de ces fermes en PCE. A ce stade, les « fiches témoignages » sont en cours de réalisation par les ingénieurs réseau et les exploitants suivis. Celles-ci présentent un certain nombre de rubriques (contexte, motivations, historique, perception du travail, indicateurs techniques, économiques et environnementaux, niveau de couplage de l'exploitation, recommandations, point de vue de l'IR et perspectives) permettant de décrire le système présenté et ses interactions entre les dimensions techniques, économiques, sociales et environnementales, mais aussi de comprendre comment et pourquoi l'exploitant communique « positivement » sur son système PCE.

Un cadre, ainsi qu'un guide d'entretien ont été conçus par les animateurs du réseau thématique, en collaboration avec l'INRAE, pour appuyer les ingénieurs réseaux dans la réalisation de ces fiches avec leurs agriculteurs.

### 4. CONCLUSION & PERSPECTIVES

Ces fiches témoignages des agriculteurs suivis dans ce réseau thématique sont des supports écrits diffusables, avec l'objectif de sensibiliser et de communiquer positivement sur la PCE : les fermes du réseau « promotionnent » la PCE. La cible visée est principalement « l'installation », c'est-à-dire à la fois les porteurs de projets (futurs installés) et les « conseillers installations » qui les accompagnent. Il est également tout à fait envisageable de les valoriser auprès des formateurs et enseignants, eux-mêmes au contact de futurs installés. Les modalités de valorisation et de diffusion de ces travaux restent à définir.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Jean Seegers, IDELE & Olivier Dupire, Chambre d'agriculture France, Présentation des Réseaux thématiques INOSYS Réseaux d'élevage 2021-2027

[https://rd-agri.fr/detail/DOCUMENT/idele\\_3226](https://rd-agri.fr/detail/DOCUMENT/idele_3226)

[https://idele.fr/?eID=cmis\\_download&oID=workspace/SpacesStore/2043f547-f8ea-4120-a79e-d556aa7ee252](https://idele.fr/?eID=cmis_download&oID=workspace/SpacesStore/2043f547-f8ea-4120-a79e-d556aa7ee252)

Quentin TOFFOLINI<sup>a,b</sup> & Marie-Hélène JEUFFROY<sup>a</sup> & Lorène PROST<sup>b</sup>, L'activité de re-conception d'un système de culture par l'agriculteur : implications pour la production de connaissances en agronomie  
*a* UMR Agronomie, INRA, AgroParisTech, Université ParisSaclay, 78850 ThivervalGrignon, France  
*b* UMR LISIS, INRA, CNRS, ESIEE PARIS, UPEM, Université ParisEst, 77454 MarneLaVallée, France

Julie ANDRE, Création d'une démarche pour accompagner la construction et la formalisation de connaissances actionnables à partir des connaissances issues des expérimentations de systèmes agroécologiques sous abri de l'UE Maraîchage dans des ressources opérantes.

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03642471>

Maude Quinio<sup>a</sup> & Marie-Hélène Jeuffroy<sup>a</sup> & Laurence Guichard<sup>a</sup> & Paola Salazar<sup>a</sup> & Françoise Détienne<sup>b</sup>,

Analyzing co-design of agroecology-oriented cropping systems: lessons to build design-support tools  
*a* Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE, UMR Agronomie, 78850 Thiverval-Grignon, France  
*b* 13-SES, CNRS, Telecom Paris, Institut Polytechnique de Paris, Palaiseau, France

## **Le pâturage de céréales à destination de la récolte en grains par des brebis en hiver**

*SAGOT Laurence (1), GAUTIER Denis (1), BERNARD Mickael (1), VERRET Valentin (2), DUCOURTIEUX Camille (3)*

*(1) IDELE/CIIRPO, 87800 Saint Priest Ligoure, France*

*(2) AGROF'ILE, 77930 Fleury-en-Bière, France*

*(3) CHAMBRE AGRICULTURE 24, 24660 Coulounieix-Chamiers, France*

Mots clés : pâturage, céréales, ovins

### **INTRODUCTION**

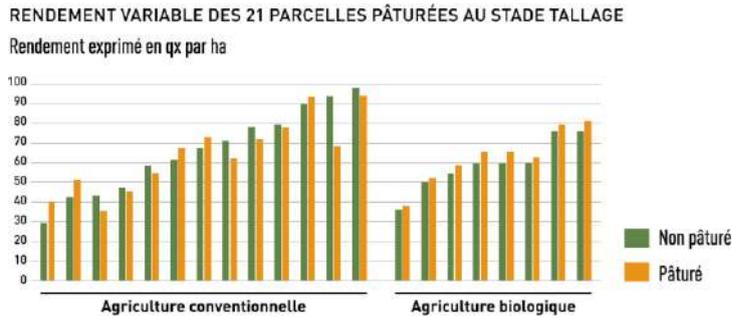
Dans un objectif d'autonomie alimentaire des élevages ovins, le pâturage des céréales en hiver fait partie des leviers possibles. Afin de déterminer les conditions de réussite de cette pratique, trois projets<sup>1</sup> ont été conduits sur le sujet entre 2019 et 2022.

### **MATERIELS ET METHODES**

Vingt-sept essais ont été suivis sur des exploitations ovines ou des lycées agricoles en agricultures conventionnelle et biologique avec dans chaque dispositif, une bande de céréales pâturées et une bande témoin non exploitée. Trois espèces de céréales semées en milieu automne étaient concernées avec par ordre décroissant d'importance : le blé, l'orge, le triticale et le seigle. Les contextes climatiques étaient très différents avec des essais dans le sud du Bassin parisien, en Centre-Val de Loire et au nord de la Nouvelle Aquitaine. Les données suivantes ont été enregistrées à l'entrée des brebis sur la parcelle : le stade physiologique de la céréale, la biomasse disponible, le salissement et le niveau de portance. La valeur alimentaire de la ressource a été analysée dans 8 essais. Au stade épiaison, la proportion de feuilles nécrosées, le nombre et la hauteur des épis ont été mesurés. Enfin, le rendement de la céréale en grains a été calculé. S'agissant d'une étude analytique sur une courte période (quelques jours), l'évolution des performances animales n'a pas fait l'objet de mesure.

### **RESULTATS ET DISCUSSION**

La première condition à respecter est le stade végétatif de la graminée lors du pâturage des brebis (graphe). En effet, on n'observe pas de différence de rendement entre les parcelles pâturées et témoin au stade tallage (64 quintaux vs 63). En revanche, à partir du stade montaison, le rendement est fortement pénalisé (47 qx vs 59). Au seuil de risque alpha 5%, l'interaction entre le lot et le stade à l'entrée a un effet significatif sur le rendement ( $p = 0,0248$ ). Le rôle de la portance reste à préciser mais la plus forte baisse de rendement induite par le pâturage a été mesurée sur un sol non portant. Par ailleurs, une réduction de 50 % de la surface des nécroses sur la deuxième feuille à la floraison a été mesurée sur les parcelles exploitées par les brebis en comparaison des non pâturées. L'une des explications possibles serait que le pâturage réduit les dommages aux feuilles via l'élimination répétée de l'inoculum de la maladie et la réduction du volume du végétal qui en aérant le couvert, limitent la contamination. Enfin, le piétinement des brebis n'a que très peu d'impact sur la compaction du sol.



Source : CIIRPO/PATURALE 2022

La valeur alimentaire du couvert est excellente avec en moyenne 1,01 UFL ( $\pm 0.03$ ) et 96 g de PDI ( $\pm 6$ ) par kg de matière sèche. Toutefois, la biomasse à pâturer reste faible avec 370 kg de matière sèche en moyenne par hectare. Pour un lot de 100 brebis à faibles besoins alimentaires, cela signifie une durée de pâturage d'un à trois jours par hectare.

## PERSPECTIVES

Le pâturage des céréales par les brebis est donc envisageable en respectant ces conditions. Cette ressource fourragère semble adaptée à toutes les catégories animales, sa valeur alimentaire étant particulièrement élevée. Les impacts en termes de performances animales et de bien-être animal restent toutefois à préciser avec des durées de pâturage plus longues.

*<sup>1</sup>Résultats obtenus dans le cadre de la synthèse de trois projets : PATURALE financé par la région Centre-Val de Loire, POSCIF financé par l'ADEME et BREBIS\_LINK financé par le CASDAR.*

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

Aurélien Peter<sup>1</sup>, Myriam Grillot<sup>1</sup>, Romain Reuillon<sup>2</sup>, Benoit Gaudou<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AGIR, Univ Toulouse, INRAE, 31326 Castanet-Tolosan, France

<sup>2</sup>Géographie-cités, ISC-PIF, CNRS, 75013 Paris, France

<sup>3</sup>IRIT, 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 : céréalière (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).

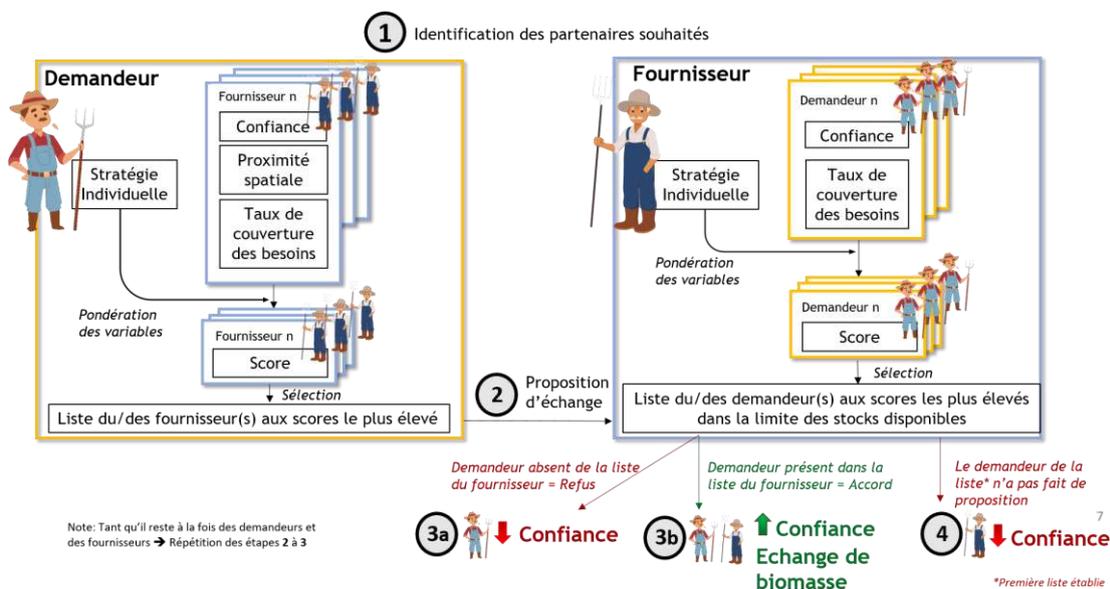


Figure 1. Processus de prise de décision pour échanger avec un agriculteur et évolution de la confiance. Les étapes se lisent dans l'ordre croissant avec deux chemins possibles à l'étape 3.

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>

# Modéliser des stratégies de bergers sur le massif de la Clape avec des troupeaux ovins mobiles

Myriam Grillot<sup>1</sup>, Théo Falcou<sup>1</sup>, Fabien Stark<sup>2</sup>, Amandine Lurette<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AGIR, Univ Toulouse, INRAE, 31326 Castanet-Tolosan, France

<sup>2</sup>SELMET, Univ Montpellier, INRAE, CIRAD, L'Institut Agro – Montpellier, Montpellier, France

Mots clés : multi-agents, viti-pastoralisme, territoire, complémentarités

## INTRODUCTION

La zone méditerranéenne française fait face à des problématiques d'embroussaillage associées à une augmentation des risques d'incendie, notamment liées à la déprise agricole (Varela et al., 2018). Par ailleurs, en zone agricole, les changements de pratiques en viticulture et grandes cultures tendent vers un maintien de l'enherbement pour l'une, et maintien d'une couverture du sol pour l'autre. D'une part, l'élevage peut avoir un rôle central pour l'entretien de cette diversité de milieux : il peut limiter l'embroussaillage et les risques incendie, limiter le passage des machines et l'utilisation de produits phytosanitaires tout en apportant de la matière organique. D'autre part, ces milieux produisent de la ressource fourragère disponible pour les bergers, et non concurrentielle pour l'alimentation humaine. Or, ces complémentarités relèvent de défis de coordination entre les acteurs impliqués (Asai et al., 2018; Moraine et al., 2020), par exemple pour l'accès aux ressources fourragères et pastorales (accords des propriétaires, gestion du calendrier, etc.). Au niveau du territoire, un enjeu majeur est d'équilibrer l'offre et la demande en dimensionner le chargement animal et la quantité de ressources disponibles. La prise en compte de l'hétérogénéité de la ressource et des besoins des animaux au cours de l'année est primordiale pour un pilotage au niveau territorial.

L'objectif de ce travail est de produire un modèle pour, à terme, simuler les complémentarités entre les bergers et milieux d'un territoire méditerranéen. L'intérêt d'un tel modèle permet de travailler sur les complémentarités entre stratégies de bergers qui diffèrent par leur présence physique dans le territoire dans le temps (ex. itinérance, transhumance hivernale) et l'espace (ex. choix des ressources).

## MATERIEL ET METHODES

Les modèles multi-agents permettent de représenter les logiques d'acteurs ainsi que leurs interactions avec leur environnement (ici bergers pâturant sur les parcelles d'un territoire). Ainsi, nous avons développé un modèle multi-agents en suivant les étapes suivantes : conceptualisation à partir d'un cas concret, implémentation du modèle sur une plateforme de simulation et calibration à partir du cas concret, puis vérification et évaluation des simulations. Notre cas concret est le massif de la Clape, dans l'Aude en Occitanie. Ce massif fait partie du Parc Naturel Régional de la Narbonnaise qui a établi un plan pastoral depuis 2013 visant à redynamiser l'activité pastorale et la réouverture des milieux. Le modèle a été développé sur la plateforme GAMA pour ses capacités à représenter spatialement les parcelles et bergers (Taillandier et al., 2019).

Les agents simulés sont les bergers (accompagnés de leurs troupeaux). Les différents processus simulés sont d'ordre biophysique ou décisionnel. La partie biophysique comprend des données sur les animaux (besoins en fonction de la race et du stade physiologique) et sur les milieux et ressources végétales associées. Pour ces derniers, nous avons utilisé la carte d'occupation du sol de la Clape, catégorisée en 5 milieux : forêts (50%), vignes (15%), landes fermées (12%), landes ouvertes (9%) et pelouses (8%). Nous avons mobilisé les données du Rami Pastoral (Farrié et al., 2015) permettant de quantifier la disponibilité de la ressource dans ces 5 milieux au cours de l'année (par saison) et en fonction des prélèvements (ex. pâturage). Nous les avons complétées pour la vigne et les landes fermées et intégré les impacts d'un pâturage automnal sur l'année suivante. La partie décisionnelle, quant à elle, concerne les stratégies de bergers, particulièrement la conduite (ex. taille du troupeau, période d'agnelage) et le déplacement des troupeaux sur des îlots de pâturage. Quatre bergers aux pratiques contrastées ont été enquêtés afin d'explorer une diversité de pratiques actuellement réalisées sur le massif (3 bergers) ou potentielles (1 berger situé à 50km du massif).

Le pas de temps du modèle est une saison du Rami Pastoral (hiver, début printemps, printemps, été, automne, fin automne). Les simulations se déroulent sur plusieurs années avec possibilité d'intégrer, à terme, des aléas climatiques (années sèche, moyenne, humide), voir une dynamique d'embroussaillage/débourssaillage.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Quatre types de bergers ont été définis, correspondant aux 4 bergers enquêtés : itinérant, transhumant, vigne, altitudinal. Les 4 bergers ont 0 à 10% de leur surface pâturée en propriété. Ils pâturent majoritairement sur des ressources appartenant à des communes, privées, conservatoire du littoral. Le berger itinérant reste toute l'année sur le massif, sauf l'été avec 150 brebis qui agnellent à partir d'octobre. Le berger transhumant a 210 brebis conduites en un lot qui agnelle à l'automne et un au printemps. Il pâture une diversité de ressources. Le berger vigne a 80 brebis qui agnellent à l'automne. Il vient sur la Clape après l'agnelage et plus particulièrement sur les vignes. Le berger altitudinal a 270 brebis conduites en fonction de la disponibilité de la ressource suivant un gradient d'altitude (plaine et zone viticole et céréalière en hiver jusqu'à la montagne en été). Cette dernière stratégie ne pourrait pas fonctionner dans la Clape du fait de l'absence de grandes cultures pour l'hiver et de zone de montagne pour l'été et n'a pas été incluse dans les simulations de la Clape.

L'identification d'une boucle de pâturage type qui serait répétée d'une année sur l'autre a été impossible pour les 4 bergers. Ils possèdent quelques conventions de pâturage mais cela ne concerne pas la totalité de la boucle. Chaque année, en fonction de la quantité de ressource et des accords bilatéraux avec les propriétaires des parcelles, les boucles évoluent. Pour le modèle nous avons fait l'hypothèse, comme règle de décision, que les bergers choisissaient une parcelle avec de la ressource puis choisissaient suffisamment de parcelles proches pour constituer un îlot permettant de couvrir les besoins de leurs animaux pour la saison.

La vérification du modèle a montré la dépendance du modèle aux données d'initialisation de l'occupation du sol. Les données spatiales utilisées correspondaient à l'occupation du sol par milieux et n'étaient pas liées à la propriété, faisant surestimer la taille des îlots. De même, les surfaces en forêt pâturées étaient surestimées, dû à la forte proportion de forêts sur le territoire, et une surestimation des zones de forêts réellement accessibles. Il est nécessaire de réduire la taille des parcelles et accessibilité des forêts. La prise de décision des bergers liée au choix de diversifier les ressources (herbes riches, fibres ligneuses) est également à creuser, ainsi que la prise en compte du besoin d'espaces pouvant servir d'abri mais n'ayant pas forcément de ressource alimentaire.

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le modèle développé représente un territoire méditerranéen avec une diversité de stratégies de bergers. Des éléments de calibration sont encore à apporter. Cela a permis d'identifier des manques de références pour certaines ressources ainsi que pour la construction des boucles de pâturage. Des scénarios explorant une diversité de combinaison de stratégies sont prévus, y compris avec des incitations à consommer d'avantage certaines ressources en fonction d'enjeux d'entretien des milieux (ex. vigne ou landes) portés par les différents acteurs du territoire. Notre objectif est de créer des éléments de discussion pour les acteurs impliqués (ex. bergers, gestionnaires) pour faire évoluer à la fois le modèle et les réflexions territoriales pour le déploiement de telles initiatives.

### Remerciements

*Nous remercions tous les acteurs impliqués dans le projet SagiTerres. Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030 portant la référence ANR-16-CONV-0004.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Asai, M., Moraine, M., Ryschawy, J., et al., 2018. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level. *Land Use Policy* 73, 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.010>
- Farrié, B., Jouven, M., Launay, F., et al., 2015. Rangeland Rummy. *Journal of Environmental Management* 147, 236–245. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.08.018>
- Moraine, M., Ryschawy, J., Napoléone, M., et al., 2020. Complémentarités culture – élevage à l'échelle territoire. *Innovations Agronomiques* 80, 99–112.
- Taillandier, P., Gaudou, B., 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>
- Varela, E., Górriz-Mifsud, E., Ruiz-Mirazo, J., López-i-Gelats, F., 2018. Payment for targeted grazing: integrating local shepherds into wildfire prevention. *Forests* 9, 464. <https://doi.org/10.3390/f9080464>

# **Retour en vidéo sur une coopération entre éleveurs et céréaliers pour le pâturage de couverts d'inter-cultures par des ovins sur la commune de Fontaines (71)**

BRULEY S. (1), BERTHOLON J. (2)

(1) [samuel.bruley@educagri.fr](mailto:samuel.bruley@educagri.fr), EPLEFPA Fontaines Sud Bourgogne 10 La Platière 71150 FONTAINES

(2) [jerome.bertholon@educagri.fr](mailto:jerome.bertholon@educagri.fr)

Mots-clés : coopération éleveurs céréaliers

## **INTRODUCTION**

La question du développement des interactions entre cultures et élevages au niveau des territoires fait partie des enjeux majeurs pour améliorer la durabilité des exploitations agricoles. Dans un contexte de raréfaction des ressources et de hausse des différents coûts des intrants, les solutions apportées par l'optimisation de ces interactions sont de plus en plus observées comme des opportunités pour réussir la transition agroécologique. Pour sensibiliser les élèves/étudiants de l'enseignement technique agricole à cette question des interactions cultures/élevage, trois établissements d'enseignement agricole de la région Bourgogne Franche-Comté (EPLFPA de Fontaines, Vesoul et Nevers) se sont réunis dans le cadre du CASDAR Inter'Actions pour développer des coopérations entre exploitations d'élevage et exploitations céréalières (ou autres productions végétales) au niveau des territoires des établissements. L'objectif de ces actions de coopération est de développer des échanges qui assureront une meilleure valorisation des ressources et contribueront à envisager des techniques permettant de "produire autrement", dans un contexte de transitions agroécologiques.

## **1. MATERIEL ET METHODES**

Chaque établissement partenaire du projet CASDAR a eu pour mission de développer une coopération entre l'exploitation de l'établissement et des exploitations céréalières.

Deux thèmes ont été retenus :

- Pâturage d'inter-cultures chez des céréaliers par des ovins d'une exploitation de lycée agricole ou pâturage d'ovins dans des vignes.
- Production de fourrages riches en protéines par un céréalier, qui cherche à diversifier son assolement, et valorisation par un troupeau de l'exploitation de lycée agricole.

Chaque partenaire a dû mettre en œuvre au moins une action de son choix en fonction de son contexte.

### **• Méthodologie**

Les travaux réalisés se sont basés sur des résultats et des productions bibliographiques d'autres projets (projet Brebis Link, projet POEETE), portant sur cette thématique d'interaction entre cultures et élevages.

Néanmoins, les thématiques initialement prévues ont été élargies et de nouvelles ont été traitées : pâturage de blé « sortie d'hiver » par des ovins par exemple. Ces choix ont été opérés en lien avec des priorités liées au contexte territorial et des opportunités de travail.

Des classes ont été mobilisées aux différentes étapes du projet : conception, interventions pratiques (pose des clôtures, surveillance des ovins), observations (mesures de biomasse, suivi d'état corporel), rencontres avec les acteurs, réalisation d'enquêtes auprès de leurs maîtres de stage pour effectuer un état des lieux du type et du nombre de coopérations entre agriculteurs éleveurs et céréaliers. Au total sur les 3 établissements, 14 classes et 259 apprenants ont été impliqués dans le suivi des différentes actions.

## **2. RÉSULTATS & DISCUSSION**

A Fontaines, une action de pâturage de couverts d'interculture chez un céréalier par des ovins d'une des exploitations du lycée a été initiée à l'automne 2021. Le lycée a fourni la semence du couvert au céréalier et s'est chargé de la surveillance des ovins. Le céréalier a semé le couvert d'inter-cultures sur 15 ha et les a ensuite mis à disposition des ovins du lycée. 140 brebis ont ainsi pu pâturer ces 15 ha pendant 4 semaines.

La réussite de cette action a permis de dupliquer l'année suivante cette démarche de coopération entre 2 autres exploitations du territoire.

Cette action n'a pas donné lieu à des livrables techniques car de nombreux projets ont déjà produits des références conséquentes sur cette question du pâturage des inter-cultures par des ovins. Le principal objectif étant d'enseigner par l'exemple les résultats obtenus auprès de nos apprenants, la démarche pédagogique mise en œuvre a donné lieu à la rédaction d'une fiche descriptive (fiche POLLEN document de partage des innovations pédagogique), mise à disposition de l'ensemble des établissements d'enseignement technique agricole.

Une vidéo a également été réalisée par des étudiants. Elle présente la mise en œuvre de cette coopération et le témoignage de l'éleveur et du céréalier impliqués dans le projet en abordant les avantages et inconvénients pour chacun. L'originalité de ces actions de coopération réside dans la distance relativement importante entre les exploitations : 60 kilomètres environ. Cette distance constitue la principale contrainte de cette action. Les céréaliers du territoire ne souhaitent pas s'impliquer dans la surveillance des ovins. La mobilisation des étudiants du lycée pour cette surveillance a été un facteur clé dans la réussite de cette action mais constitue une limite à sa reproductibilité.

Le retour d'animaux d'élevage dans des secteurs de plaine, d'où ils avaient disparu depuis de nombreuses années, a été très apprécié du grand public. Mais il a aussi suscité des interrogations en lien avec le bien-être animal (pâturage en condition hivernale) . La mise en place de panneaux informatifs a permis de répondre à ces questions.

Un point important non abordé dans le projet serait de quantifier l'intérêt économique du pâturage hivernal tant pour l'éleveur que pour le céréalier.

## **CONCLUSION & PERSPECTIVES**

Ce projet a permis d'initier de nouvelles formes de coopération entre agriculteurs à l'échelle d'un département qui doivent encore se pérenniser : la surveillance des ovins reste un point critique lorsque les exploitations d'élevage sont éloignées des parcelles mises à disposition par les céréaliers.

Le projet a permis de sensibiliser les élèves/étudiants aux multiples intérêts de développer ces interactions et de renforcer le lien entre l'enseignement agricole et le monde professionnel.

### *Remerciements*

*- Antonin Vadot et Yassine Ouakrim, étudiants en BTS ACSE au lycée de Fontaines qui ont réalisé la vidéo relatant la mise en place de cette action de coopération dans le cadre de leur projet d'initiative et de communication.*

*- Lauriane Caverot, Jean Décombard, Alexandre Saunier, Régis Têtu qui témoignent dans cette vidéo*

*internet de la fiche POLLEN : <https://pollen.chlorofil.fr/toutes-les-innovations/monparam/4608/>*

*L'ensemble des actions présentées ont été financées par les crédits CASDAR*

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

Yao Alain KOUAME, Coopération entre cultures et élevages en Bourgogne Franche-Comté : étude des facteurs techniques et sociologiques. Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Systèmes Agricoles et Agroalimentaires Durables au Sud (SAADS), 2021, disponible sur demande

# Flux azotés et énergétiques d'exploitation en agriculture biologique avec des modes de fertilisation atypiques

BELLANGER Q. (1), BELINE F. (2), WILFART A.(1), VERGELY F.(1), BIZE N. (3), EVENAT Y. (3), CHOUPAULT S. (3), HARCHAOUI S. (1)

(1) UMR SAS, INRAE, Institut Agro Rennes-Angers 35042 Rennes

(2) UR OPAALE, INRAE, 35000 Rennes

(3) réseau GAB-FRAB, 35510 Cesson-Sevigné

Mots-clés : agriculture biologique, cycle des nutriments, polyculture-élevage, fonctionnement énergétique

## INTRODUCTION

Le Pacte vert européen vise à développer l'agriculture biologique (AB) pour qu'elle représente 25% des surfaces agricoles cultivées d'ici 2030 contre 9.9% aujourd'hui. Contrairement au modèle de l'agriculture conventionnelle, l'AB est limitée par la disponibilité de nutriments, notamment l'azote (N). L'expansion de l'AB passe par un accroissement de l'efficacité d'utilisation de l'azote et un meilleur bouclage du cycle biogéochimique (Barbieri et al., 2021). Les stratégies de fertilisation et d'alimentation du bétail sont très diverses pour les exploitations agricoles (EA) en AB. Elles peuvent s'appuyer sur la recherche d'autonomie et de recyclage des nutriments au sein de la ferme ou inclure des échanges de matière avec d'autres EA et aussi d'autres sources de nutriments non-agricoles dans le territoire dans lequel l'EA est insérée (Nowak et al., 2013). Alors que les flux de nutriments sont bien renseignés à l'échelle de l'EA, il existe peu d'informations sur les pratiques actuelles de bouclage de l'azote dans les EA en AB. De plus, l'un des principes de l'AB est de réduire la consommation d'énergies fossiles. Cependant, le fonctionnement énergétique en AB reste très peu renseigné et est seulement étudié indépendamment des questions de bouclage des cycles. L'objectif de cette étude est de renseigner une diversité de pratiques de fertilisation et de fonctionnement énergétique d'EA en AB en caractérisant leurs métabolismes à l'aide d'une approche d'analyse de flux de matière. Notre étude porte sur des enquêtes de 8 EA en AB couvrant des systèmes de productions maraichers (EA1 à EA3), polyculture-élevages (E4 à E7) et céréalier (E8) en région Bretagne.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Les 8 EA ont été sélectionnées par un processus de traque à l'innovation avec les techniciens du réseau des agriculteurs AB (GAB-FRAB) de Bretagne en fonction des pratiques de fertilisation. Les données de production de l'année 2022 ont été recueillies par le biais d'entretiens semi-directifs des chefs des EA.

Le système étudié est délimité par la surface agricole utile (SAU) de l'EA avec plusieurs compartiments qui sont les prairies, les grandes cultures, les ateliers d'élevage et la gestion des effluents. La modélisation des EA repose sur une analyse de flux de matières et d'énergie, en utilisant des approches de bilan de matière par compartiment. Cette approche permet de reconstituer les flux entrants et sortants d'N de l'EA et les flux internes entre compartiments. Nous faisons l'hypothèse forte qu'il n'y pas de changement des stocks annuels N dans le sol.

L'énergie directe est calculée comme la somme de la consommation d'énergie des moyens de production dans le périmètre physique de l'EA et l'énergie associée au transport des matières premières vers l'EA en tenant compte des distances d'approvisionnement. Nous calculons 5 indicateurs pour évaluer les performances des EA : productivité, surplus d'azote, efficacité d'utilisation d'azote (NUE), autonomie en azote et l'énergie directe par unité de SAU.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les entrées de N (Fig. 1a) varient entre 53 et 169 kgN·ha(SAU)<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup> selon les EA. Pour les 8 EA, la fixation biologique d'azote représente le premier ou le second poste des entrées de N (entre 35% et 72%). Les autres entrées de N varient considérablement selon les ressources disponibles aux alentours de l'EA. Par exemple, les EA maraîchères utilisent des produits résiduels organiques (PROs) comme des composts et broyats de déchets verts, l'EA céréalière importe du fumier et l'une des EA en polyculture-élevage (EA5) utilise des déchets de légumes et biscuits provenant d'agro-industriels locaux pour l'alimentation animale. L'énergie directe investie (Fig. 1b) varie entre 6 et 30 GJ·ha (SAU)<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup>. Les 4 EA en polyculture-élevage ont des besoins énergétiques plus faibles que les 3 EA en maraichage. Pour ces dernières, le travail humain représente jusqu'à 20% de l'ensemble de l'énergie investie due à un nombre plus élevé d'UTH par ha, caractéristique de l'AB par rapport au conventionnel. Le transport de matières fertilisantes représente entre 1% et 11% de l'énergie investie. Les autres indicateurs de performance (Tableau 1) montrent une grande variabilité au sein même des EA maraîchères et en polyculture élevages selon leurs degrés de diversification et taille de la SAU. Les surplus d'azote sont les plus élevés pour les EA en maraichage par rapport aux EA en polyculture élevage. Ce résultat est conforme à une récente étude sur d'autres régions européennes (Reimer et al., 2023). Néanmoins, les EA maraîchères ont globalement des taux

d'autosuffisance les plus faibles que les EA en polyculture-élevage. EA5 parvient à une NUE de 55%, plus élevée que les autres EA en polyculture-élevage avec une densité de monogastriques plus élevée. L'analyse d'EA7 donne des résultats en accord avec les travaux récents sur une exploitation expérimentale (Puech et Stark, 2023) également en polyculture-élevage (ateliers bovins, porcins et ovins) avec une efficacité d'utilisation d'azote globale faible autour de 24% et une autonomie d'azote élevée de 100%. Enfin, la schématisation des flux internes permet de rendre compte d'une plus grande circularité des flux au sein de l'EA7 jusqu'à 8 fois plus importante en termes de flux par ha SAU que les autres EA du fait de la complémentarité des ateliers.

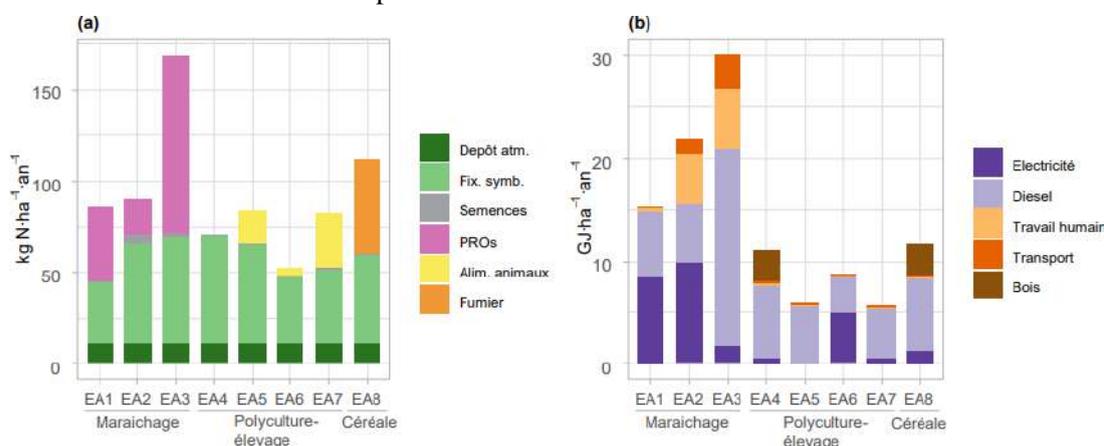


Figure 1. (a) Entrées d'azote en  $\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ , (b) énergie directe investie en  $\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$  des 8 EA.

Tableau 1 : Indicateurs d'évaluation des 8 EA à l'échelle de l'exploitation agricole.

Indicateurs	Unité	Maraichage			Polyculture-élevage				Céréale
		EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6	EA7	EA8
Productivité	$\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$	26	32	108	34	46	10	19	75
Surplus	$\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$	59	58	61	37	37	42	63	37
NUE	%	31	35	64	48	55	19	23	67
Autonomie N	%	52	74	43	100	79	91	63	54
Energie investie	$\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$	15	22	30	12	6	9	6	13

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cette étude souligne la nécessité d'enrichir les bases de données sur les pratiques de fertilisation des agriculteurs AB. Elle n'a pas pour vocation de comparer les EA mais de renseigner leur fonctionnement N et énergétique. Ce travail met en évidence la diversité des flux à l'échelle d'un système en EA et la richesse des échanges territoriaux qui intègrent les ressources de nutriments locales, qui sont encore peu étudiées et moins présentes en agriculture conventionnelle. Le cadre d'analyse des flux N couplée à celle de l'énergie offre également des perspectives sur les freins et leviers de l'intégration culture-élevage au-delà de l'EA. Cette analyse sera confrontée avec la logique d'actions des agriculteurs lors d'un prochain atelier.

**Remerciements :** Nous remercions les agriculteurs qui ont permis les enquêtes de leurs exploitations agricoles. Les résultats présentés dans ce document ont été obtenus dans le cadre des projets CirculAB et inTAB financés respectivement par la Région Bretagne et INRAE dans le cadre du MP METABIO.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., Smith, L., Ramankutty, N., Nesme, T., 2021. Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability. *Nat. Food* 2, 363–372. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00276-y>
- Nowak, B., Nesme, T., David, C., Pellerin, S., 2013. To what extent does organic farming rely on nutrient inflows from conventional farming? *Environ. Res. Lett.* 8, 044045. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/044045>
- Puech, T., Stark, F., 2023. Diversification of an integrated crop-livestock system: Agroecological and food production assessment at farm scale. *Agric. Ecosyst. Environ.* 344, 108300. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108300>
- Reimer, M., Oelofse, M., Müller-Stöver, D., Möller, K., Bünemann, E.K., Bianchi, S., Vetemaa, A., Drexler, D., Trugly, B., Raskin, B., Blogg, H., Rasmussen, A., Verrastro, V., Magid, J., 2023. Sustainable growth of organic farming in the EU requires a rethink of nutrient supply. *Nutr. Cycl. Agroecosystems.* <https://doi.org/10.1007/s10705-023-10297-7>

# Circularité et durabilité de quatre systèmes d'élevage laitiers contrastés

COLLOMBAT C. (1), DAUNY L. (1), AKKAL-CORFINI N. (1), SOULÉ E.(1), WILFART A.(1), FOSSEY M. (2), HARCHAOUI. S (1),

(1) UMR SAS, INRAE, Institut Agro Rennes-Angers 35042 Rennes

(2) IDELE, 14310 Villers-Bocage

Mots-clés : fermes laitières, cycle des nutriments, circularité, efficience, intégration culture-élevage

## INTRODUCTION

La filière laitière est interpellée sur son impact environnemental dans les systèmes agricoles. Cet impact environnemental est en grande partie due à la spécialisation et l'intensification des systèmes de productions bovins laitiers, qui ont entraîné une rupture des cycles biogéochimiques, notamment azote (N). Le concept de circularité a récemment été mis en avant par les politiques agricoles comme un levier de durabilité des exploitations agricoles et des systèmes agro-alimentaires. Certains auteurs ont mis en avant des principes de la circularité (Muscat et al., 2021) comme la réduction des pertes d'azote et la réduction de l'utilisation de ressources non-renouvelables qui font écho à l'économie circulaire. D'autres auteurs ont récemment mobiliser des indicateurs inspirés des analyses écologiques de chaine trophique pour caractériser cette circularité de flux dans les systèmes agricoles (Kleinpeter et al., 2023; Puech and Stark, 2023). Dans les deux cas et à l'échelle de l'exploitation agricole ou du territoire, l'amélioration de la circularité repose sur les synergies et complémentarités entre systèmes de culture et d'élevage (Ryschawy et al., 2017). Cependant, la relation entre indicateurs de circularité et de durabilité a été peu étudiée et il existe peu de travaux qui mettent en évidence les leviers de la circularité. L'objectif de cette étude est de caractériser et d'interpréter la notion de circularité des nutriments en la mettant en perspective avec d'autres indicateurs de durabilité : l'efficience, le surplus, la productivité et l'autonomie pour 4 fermes laitières contrastées.

## 1. MATERIEL ET METHODES

L'étude porte sur 4 fermes laitières (FL) situées en Bretagne : 3 en agriculture conventionnelle (Conv1 à 3) et 1 en agriculture biologique (Bio) (Table 1). Ces 4 exploitations ont été choisies pour couvrir un gradient de pratiques de fertilisation et d'alimentation des animaux. Les données de production ont été recueillies par le biais d'enquêtes des chefs des FL. Le système étudié est délimité par la surface agricole utile (SAU) de la FL avec 4 compartiments qui sont les prairies, les grandes cultures, le troupeau et la gestion des effluents. La modélisation des FL repose sur une analyse de flux de matière avec des calculs de bilans de matière par compartiment. Cette approche permet de reconstituer les flux entrants et sortants N de la FL et les flux internes entre compartiments. Les références azotées pour calculer les bilans sont issues de la littérature, dont les bases de données issues de l'outil Means (2023). Nous faisons l'hypothèse d'un changement annuel de stock N dans les sols égale à zéro.

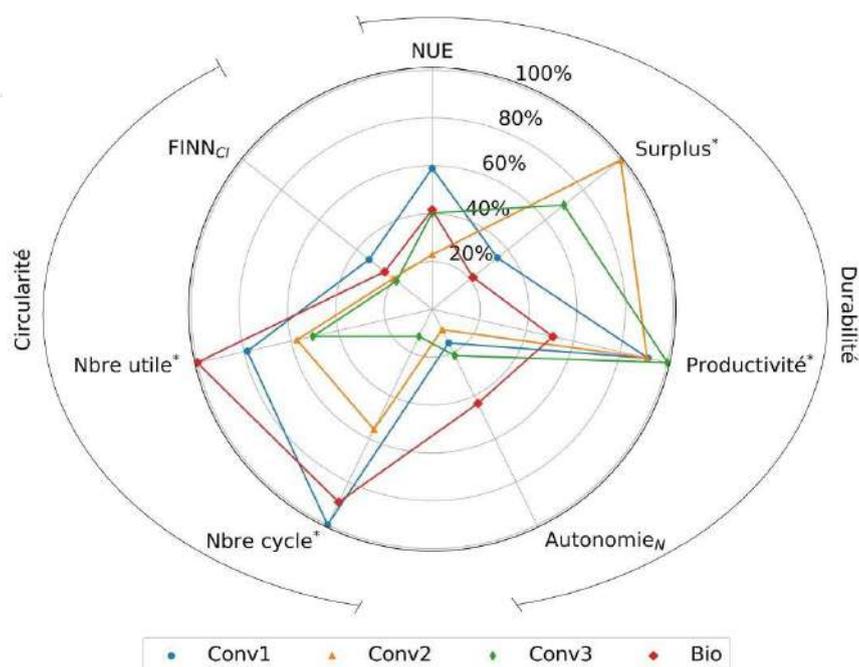
Nous calculons 3 indicateurs de circularité proposés récemment par van Loon et al., (2023) : i. le nombre de cycle effectué par un intrant avant de quitter le système (NbreCycle, %), ii. le nombre de fois qu'un intrant circule dans le compartiment animal avant de se transformer en lait (NbreUtile, %) et iii. la part de flux qui est recyclé sur le total des flux traversant le système (FinnCI, %). Nous évaluons conjointement 4 autres indicateurs de durabilité des FL: productivité ( $\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ), surplus d'azote ( $\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ), efficience d'utilisation de l'azote (%) et autonomie azotée sur la ferme (%), à partir de définitions proposées dans Harchaoui and Chatzimpiros (2018).

**Table 1** : Caractéristiques structurales principales des fermes laitières étudiées

		Unités	Conv1	Conv2	Conv3	Bio
Généralités	SAU	ha	113.2	227	134.9	118.4
	Effectif	VL	153	375	183	139
	Engrais minéraux	kg N/ha SAU/an	36	67	81	0
Troupeau	Chargement animal	UGB/ha SFP	2.3	2	2.5	1.2
	Utilisation de concentrés	kg brut/UGB/an	1 384	1 212	2 540	501
	Production laitière	(L/VL/an)	8 709	9 541	9 210	6 028
	Temps au pâturage	j/VL/an	115	120	0	200
Assolement	Cultures arables	% SAU	66	69	69	21
	Prairies permanentes	% SAU	6	0	6	2
	Part de la SFP dans la SAU	%	69	83	59	100
	Prairies temporaires	% SAU	28	31	25	77

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Les intrants de N des 4 FL varient entre 50 et 300 kgN·ha (SAU)<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup> selon les stratégies d’approvisionnement et de fertilisation. Pour Conv 1 à 3, 50% des intrants en moyenne sont sous la forme de concentrés pour l’alimentation animale, suivi de 23% d’engrais industriels, 15% de fixation biologique d’azote et 5% d’effluents. A l’inverse, les intrants de Bio reposent à 45% sur la fixation biologique d’azote, suivi de 31% d’imports de fourrage et 24% d’import d’effluents. Contrairement à Bio, les extrants de N pour Conv 1-3 vont au-delà de la production de lait et de viande, avec 40% N exportés en culture. La Fig1 offre une comparaison relative des performances sur l’ensemble des indicateurs de circularité et de durabilité. La productivité laitière est très similaire pour Conv1 à 3 avec un écart de productivité de l’ordre de 40% pour Bio. Parmi les 4 FL, Conv 1 se distingue pour sa NUE et la circularité ; Bio pour le surplus et l’autonomie N et Conv 3 pour la productivité. Bio et Conv3 ont les mêmes NUE mais sont à l’opposé sur leur niveau de circularité. Nous retrouvons une caractérisation proche pour Conv 2 et une ferme laitière récemment étudié aux Pays-Bas (van Loon et al., 2023) avec des caractéristiques d’exploitation similaires. Il est intéressant de noter que Bio n’est pas la plus circulaire des FL pour 2 des 3 indicateurs. Nos travaux exploratoires montrent également que la réduction de la part d’imports de concentrés dans l’alimentation animale n’est pas forcément un levier d’amélioration de la circularité contrairement aux résultats de van Loon et al. (2023). Il est nécessaire de combiner un ensemble de leviers comme la part de surfaces en prairies dans la SAU, la densité d’élevage et les pratiques de recyclage des effluents d’élevage pour favoriser la circularité des flux et améliorer la durabilité des FL.



**Fig. 1 : Classement relatif des 4 fermes par indicateur étudié.** Les indicateurs avec astérisque sont exprimés en pourcentage de la valeur maximale observée sur les 4 exploitations ; les indicateurs NUE, Autonomie azotée et FinnCI conservent leur unité d’origine (%). NUE : Efficience d’utilisation de l’azote ; NbreCycle, NbreUtile et FinnCI : indicateurs de circularité.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L’ordre très différent dans lequel ces 4 FL se positionne selon les indicateurs nous encourage à poursuivre les travaux de recherche de cadre d’évaluation de compromis entre dimensions de durabilité et circularité. Ces premiers résultats permettent d’éclairer la notion de circularité, présente récemment dans les politiques agricoles, en la distinguant des notions d’efficience, d’autonomie et de productivité. L’analyse des leviers agronomiques et organisationnels doit être poursuivi pour généraliser les résultats. Nous souhaitons valider ces premiers résultats en intégrant d’autres fermes laitières situés dans d’autres contextes pédoclimatiques en Europe. Cette analyse de flux et d’indicateurs de circularité est prévue d’être confrontée avec des évaluations du fonctionnement énergétique et d’autres dimensions de durabilité à l’aide de l’analyse de cycle de vie.

**Remerciements :** Nous remercions les quatre éleveurs et IDELE qui ont permis les enquêtes de leurs exploitations agricoles. Les résultats présentés ont été obtenus dans le cadre du projet Européen « DairyMix » lauréat du

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Harchaoui, S., Chatzimpiros, P., 2018. Energy, Nitrogen, and Farm Surplus Transitions in Agriculture from Historical Data Modeling. France, 1882-2013.: Energy, Nitrogen, and Farm Surplus Transitions. *J. Ind. Ecol.* <https://doi.org/10.1111/jiec.12760>
- Kleinpeter, V., Alvanitakis, M., Vigne, M., Wassenaar, T., Lo Seen, D., Vayssières, J., 2023. 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. *Resour. Conserv. Recycl.* 188, 106663. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106663>
- 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., 2021. Principles, drivers and opportunities of a circular bioeconomy. *Nat. Food* 2, 561–566. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00340-7>
- Puech, T., Stark, F., 2023. Diversification of an integrated crop-livestock system: Agroecological and food production assessment at farm scale. *Agric. Ecosyst. Environ.* 344, 108300. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108300>
- Ryschawy, J., Martin, G., Moraine, M., Duru, M., Therond, O., 2017. Designing crop–livestock integration at different levels: Toward new agroecological models? *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 108, 5–20. <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9815-9>
- van Loon, M.P., Vonk, W.J., Hijbeek, R., van Ittersum, M.K., ten Berge, H.F.M., 2023. Circularity indicators and their relation with nutrient use efficiency in agriculture and food systems. *Agric. Syst.* 207, 103610. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103610>

# Evaluation de la durabilité de l'apport de fourrages riches en protéines dans les rations et les rotations des élevages porcins bretons.

DRIQUE C., DUPONT A., CALVAR C.

Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Rue Maurice Le Lannou, 35042 RENNES

Mots-clés : Fourrages, Exploitation porcine, Autonomie

## INTRODUCTION

Certains cahiers des charges en production porcine interdisent l'utilisation du soja OGM, d'autres imposent une autonomie alimentaire sur l'exploitation. Aussi, l'amélioration de l'autonomie protéique des exploitations porcines est une voie explorée pour réduire les coûts alimentaires et la dépendance à l'importation de tourteaux d'oléagineux, notamment le soja non OGM. Les légumineuses fourragères (LF) peuvent constituer une source de protéines locales pour les porcs. Si c'est une solution bien connue dans les élevages de ruminants, celle-ci est limitée par des considérations techniques liées à la distribution des fourrages aux porcs logés en grande majorité sur caillebotis. De plus, leur forte teneur en fibre et leur faible valeur protéique pour les porcs peuvent impacter les performances technico-économiques (Renaudeau *et al.*, 2021). L'introduction de LF dans l'assolement des exploitations porcines pourrait aussi améliorer leurs performances agronomiques. L'objectif de cette étude est de mesurer l'impact de l'introduction de LF dans les rations et les rotations sur les performances économiques, environnementales et sociales à l'échelle de l'exploitation porcine.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1 Essais zootechniques

Les essais ont été menés à la station expérimentale de Crécom (22) sur des porcs en engraissement. Les tests d'incorporation de fourrages concernent de la farine et des granulés de luzerne, pour des porcs logés sur caillebotis intégral, et de l'enrubannage de luzerne ou de trèfle-violet/ray-grass pour des porcs logés sur litière de paille. Pour ces trois derniers, ils sont distribués à volonté et les aliments complets de croissance et finition sont distribués en soupe avec un rationnement de 5 % par rapport au lot témoin. La farine de luzerne est directement incorporée à 5 % dans les aliments de croissance et finition dont les valeurs d'énergie nette et de lysine digestible sont équivalentes aux aliments témoins (9,5 MJ d'énergie nette (EN)/kg ; 0,9 g et 0,8 g de lysine digestible par MJ EN respectivement pour les aliments croissance et finition). Les vitesses de croissance, les consommations alimentaires et les qualités de carcasses sont mesurées. Une marge alimentaire par porc est calculée en prenant des prix moyens des matières premières et du porc entre 2016 et 2021.

### 1.2 Identification des scénarii et conception des nouveaux systèmes de cultures

Un cas-type d'exploitation spécialisée en production porcine a été déterminé à l'aide de la typologie INOSYS (Chambres d'Agriculture, 2015). L'exploitation possède 229 truies et produit 5 496 porcs par an, 79 ha de SAU et fabrique son aliment. L'assolement témoin a été construit à partir des surfaces décrites dans l'étude de Ramonet *et al.* (2012) : 30 ha de blé, 32 ha de maïs grain et 7 ha d'orge. Les nouveaux itinéraires techniques, tenant compte de l'introduction des fourrages dans l'assolement témoin et de leurs arrières-effets sur les autres cultures, ont ensuite été construits lors d'ateliers de co-conception composés de techniciens agronomes de la Chambre d'Agriculture de Bretagne. Deux choix ont guidés notre travail : (i) l'exploitation est située en zone tardive (ii) les fourrages pour l'atelier porcin sont produits en totalité sur l'exploitation. Les outils CRITER et MASC (Craheix *et al.*, 2011) permettent de calculer 39 indicateurs économiques, sociaux et environnementaux pour les sept systèmes de cultures retenus suite aux ateliers et à la contrainte d'autonomie en fourrages. Pour l'analyse, nous avons choisi des indicateurs qui nous semblaient pertinents pour les éleveurs.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### 2.1 Durabilité économique

Les performances de croissance, de coût alimentaire alimentaire et les qualités de carcasses sont quasi-identiques entre les porcs des lots avec farine de luzerne et témoin, permettant une marge sur coût alimentaire équivalente au témoin (+ 1 %). En revanche avec les granulés de luzerne, le coût alimentaire est dégradé, en lien avec le coût des granulés, tandis que les performances de carcasses sont équivalentes. La marge sur coût alimentaire est ainsi légèrement diminuée par rapport au témoin (-2 %). En ce qui concerne les enrubannages, une meilleure marge sur coût alimentaire de + 6,6 % est observée avec celui de trèfle grâce à de bonnes performances zootechniques et de qualité de carcasses et un coût alimentaire réduit de - 4,8 % par rapport au lot témoin. En revanche, les porcs qui

ont reçu de l'enrubannage de luzerne présentent un coût alimentaire supérieur de + 3,3 % en raison d'une moindre efficacité alimentaire induisant une plus grande consommation d'aliments et de fourrages, ce qui réduit la marge sur coût alimentaire de -4,6 % par rapport au lot témoin.

## 2.2 Durabilité environnementale

Un certain nombre d'indicateurs sont améliorés grâce à l'introduction de LF dans la rotation par rapport au témoin. Ces bénéfices sont liés aux intérêts de la diversification de la rotation, notamment la baisse de la pression adventice (réduction de l'IFT herbicide de 24 % dans les rotations avec luzerne par exemple). Cependant, la dimension environnement dans sa globalité n'est pas améliorée. En effet, dans nos simulations, les surfaces semées pour produire des fourrages de luzerne sont fertilisées avec du lisier dans la limite de 50 uN/ha. Cet apport permet d'améliorer les bilans phosphore (P) et potassium (K) pour cette culture très exportatrice, même si le bilan reste négatif en P à l'échelle du système de culture (SdC) (- 16 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, +4 pour le témoin). Le bilan K est proche de l'équilibre dans le SdC avec luzerne grâce avec un apport minéral. Le bilan azoté est, malgré les apports de lisier, fortement réduit (de + 18 à - 61 kg N/ha/an) pour le SdC avec luzerne, conséquence de l'introduction d'une LF dans la rotation. Autre pratique à risque, les récoltes tardives en automne pouvant compacter des sols. Les résultats environnementaux pour le SdC avec trèfle sont meilleurs : pas d'épandage de lisier sur le trèfle et une coupe de moins sont des pratiques qui limitent les risques associés. Pour ces SdC, trouver des surfaces supplémentaires d'épandage à l'extérieur devient cependant un frein important, en zone d'excédent structurel.

## 2.3 Durabilité sociale

Pour le SdC, on aboutit à des notes équivalentes au témoin. On observe, cependant, une surcharge de travail liée aux chantiers multiples de récolte d'enrubannage (+ 12 % pour le SdC) (pour les granulés et la farine de luzerne, la récolte est déléguée). Cet aspect n'est pas compensé par l'écrêtement des pics de travail, conséquence de la diminution des surfaces en céréales. Pour l'élevage porcin, le temps de travail associé à la distribution des enrubannages de luzerne ou de trèfle/ray-grass est, respectivement, de 27 et 21 minutes par porc charcutier. La différence de temps de travail requis pour la distribution des enrubannages de luzerne et de trèfle/ray-grass est liée à une plus forte fréquence de distribution de l'enrubannage de luzerne, celui-ci étant davantage consommé par les porcs. En revanche aucun temps de travail n'est associé aux régimes avec luzerne déshydratée pouvant être directement intégrée dans l'aliment ou la ration.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Les performances zootechniques des porcs nourris avec des fourrages sont satisfaisantes, excepté avec l'enrubannage de luzerne. A l'échelle de l'exploitation, la durabilité économique est dégradée avec l'utilisation de granulés de luzerne, compte tenu de leur coût, ainsi que pour l'enrubannage de luzerne en raison de moins bonnes performances zootechniques. L'introduction de fourrages dans l'alimentation des porcs charcutiers nécessite davantage d'investigations en raison de la méconnaissance de ces matières premières qui peuvent conduire à des apports alimentaires non optimaux. D'autres contraintes sont également à prendre en compte : la difficulté de distribuer des fourrages à des porcs logés majoritairement sur caillebotis, un plan d'épandage du lisier réduit, ou encore, le temps de travail non négligeable associé à la distribution des fourrages. Ainsi, dans un souci d'amélioration d'autonomie protéique des élevages porcins bretons, l'apport de fourrages est une solution difficile à mettre en place dans les élevages conventionnels. Il peut cependant s'envisager dans des contextes de productions particuliers (labels, agriculture biologique, non-OGM, ...) dans lesquels le lien fort au sol serait nécessaire et/ou en y associant une refonte des bâtiments et des équipements de distribution.

*Merci au Conseil Régional de Bretagne pour le co-financement de l'étude. Merci aux techniciens de la station de Crécom pour le suivi des essais.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chambres d'Agricultures, 2015. INOSYS Réseaux d'élevage. <https://chambres-agriculture.fr/informations-economiques/inosys-references-technico-economiques/inosys-reseaux-delevage/>
- Craheix D., Angevin F., Bergez JE., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Sadok W., Doré T., 2011. MASC 2.0, un outil pour l'analyse de la contribution des systèmes de culture au développement durable. Présentation & principes d'utilisation. INRA, AgroParisTech, GIS GC HP2E, 49 p.
- Ramonet Y., Tersiguel E., Giteau JL., Martel G., 2012. Déterminants du choix de l'assolement par les éleveurs de porcs en Bretagne. Rapport d'étude, Chambres d'agriculture de Bretagne, 12 p.
- Renaudeau D., Stødkilde L., Krogh Jensen S., Bani P., Adler S., 2021. Valeur nutritionnelle de l'ensilage de luzerne et de trèfle violet chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine, 53, 229-230.

# Contributions des pratiques d'intégration culture-élevage aux performances des exploitations et des territoires : l'exemple du Nord-Ouest Vietnam

BLANCHARD M (1), TOS P (1), LE TROUHER A (1), LURETTE A (1), MOULIN CH (1), LE THI THANH HUYEN (2)

(1) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, 34000, Montpellier, France

(2) NIAS, National Institute of Animal Sciences, Hanoi, Vietnam

Mots-clés : Flux de biomasse, modèles agricoles, synergies, analyse des réseaux

## INTRODUCTION

Dans le nord-ouest du Vietnam, les exploitations de polyculture-élevage évoluent avec une intensification des pratiques (engrais minéraux, pesticides, motorisation, concentrés dans l'alimentation animale, races améliorées, insémination artificielle, encadrement vétérinaire), une augmentation de la taille des exploitations (augmentation du cheptel, consolidation des surfaces agricoles) et l'émergence d'exploitations spécialisées (maraîchères, plantations fruitières et industrielles, élevages monogastriques ; Pham Duy Khanh, 2016 ; Cesaro *et al.*, 2019). L'évolution des systèmes et des pratiques agricoles modifie les échanges entre cultures et élevages, et pose la question des performances productives et environnementales des exploitations, et de leur rôle dans la durabilité du territoire. Même si l'État encourage l'inscription de la production agricole dans une économie circulaire. Cette étude vise à analyser le rôle des pratiques d'intégration culture-élevage dans le fonctionnement et les performances des exploitations et du territoire.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Le District de Điện Biên, au nord-ouest du Vietnam a été retenu pour cette étude comme étant représentatif de l'intensification des systèmes de culture et d'élevage, du développement des cultures fruitières et industrielles, et du début de spécialisation des fermes, tout en maintenant une forte diversité des fermes (Le Trouher *et al.*, 2023). Ce territoire est pertinent pour étudier le rôle des pratiques d'intégration culture-élevage dans le fonctionnement des exploitations et du territoire. La démarche de l'étude a consisté à identifier et quantifier les flux de biomasse et d'azote entre les compartiments des exploitations de polyculture-élevage, et entre exploitations à l'échelle du territoire du district, en prenant en compte la diversité des exploitations de polyculture-élevage existantes et leurs pratiques de gestion des biomasses. A partir de l'analyse des statistiques agricoles et bibliographique, et des entretiens de 40 fermes, une typologie fonctionnelle de 12 systèmes de production a été établie. Les entretiens de paysans ont permis de décrire les pratiques d'intégration culture-élevage, et de quantifier les flux d'azote au sein des fermes et entre fermes pour l'alimentation des animaux, la gestion des déjections animales et la gestion de la fertilité des sols. Un modèle multi-échelle, ferme et territoire, a été conçu afin de représenter et quantifier les flux d'azote intra et inter ferme dans le district de Điện Biên. La reconstitution du réseau multi-échelle de flux a permis d'analyser le fonctionnement du système agricole global, d'analyser le rôle des pratiques d'intégration culture-élevage et de déterminer les performances associées aux exploitations et au territoire en termes de productivité, de recyclage, d'autonomie et d'efficacité, faisant appel à la méthode d'analyse des réseaux écologiques (ENA, *Ecological Network Analysis* ; Stark *et al.*, 2016).

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

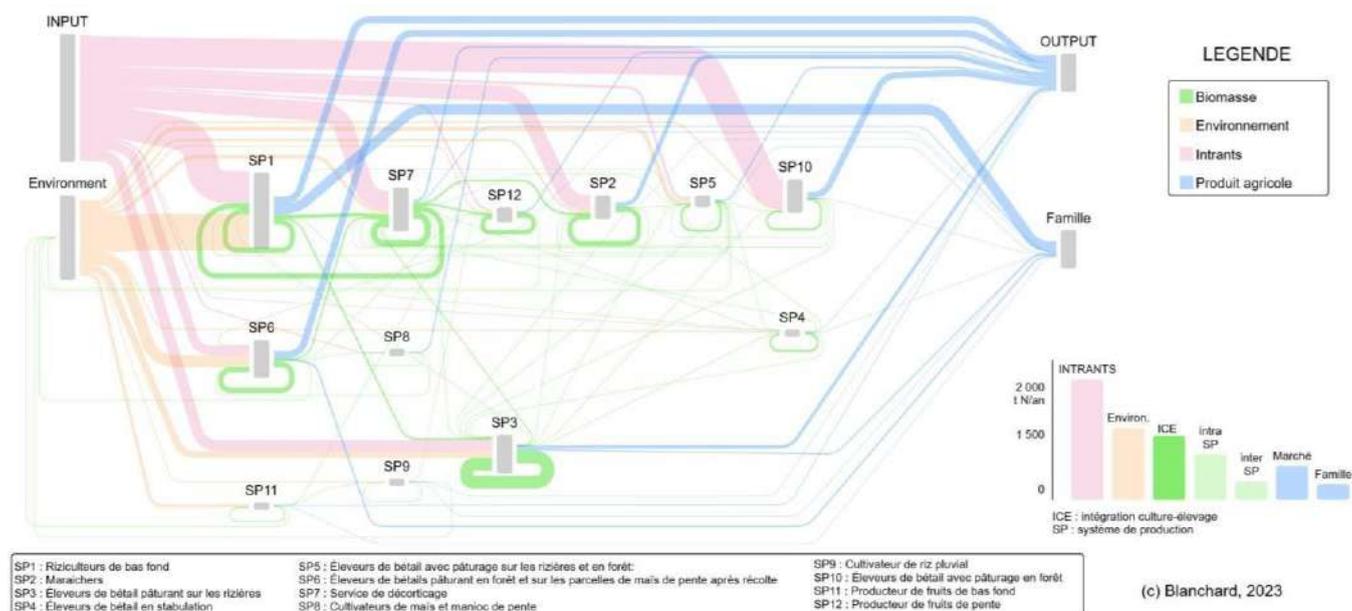
Ce travail met en lumière l'impact différencié de la diversité des exploitations de polyculture-élevage sur la production et la circulation de l'azote dans le territoire. Ces exploitations se distinguent par leurs niveaux respectifs de dépendance à l'azote importé. Le Diagramme de Sankey (Figure 1) illustre de manière visuelle les flux d'azote à travers le système agricole du district de Điện Biên. Les liens entre les compartiments du système représentent les flux d'azote d'un compartiment à un autre, et la taille des liens est proportionnelle à la quantité d'azote échangée annuellement.

On estime que le système agricole produit 1 083 tN.an<sup>-1</sup> dont 66% proviennent des cultures et 34% de viande. Le système dépend largement des apports d'azote extérieurs, estimés à 4 200 tN.an<sup>-1</sup>. La majorité des exploitations dépendent des engrais pour fertiliser les cultures (42% de l'azote entrant sur le territoire), avec une part non négligeable pour l'alimentation des monogastriques (21%), ou via l'irrigation (32%) et de la consommation des

ressources pastorales (6%). L'alimentation des animaux mobilise une diversité de ressources importé (aliment bétail), produits sur la ferme (résidus, sous-produits, fourrage) ou échangé entre ferme (résidus, sous-produits). L'efficacité d'usage de l'azote du système agricole est estimée à 0,26. Selon le type de fermes et leurs pratiques de gestion des biomasses, l'efficacité d'usage de l'azote dans les fermes varient considérablement (de 0,09 à 0,89).

Le recyclage de l'azote dans les exploitations de polyculture-élevage varient de 2 à 76%, et le recyclage global sur le territoire n'excède pas 10%. L'intégration culture-élevage contribue au recyclage de l'azote entre le système de culture et d'élevage dans les fermes (estimé à 983 tN.an-1), ainsi qu'à la circulation de l'azote entre les fermes dans le territoire (estimé à 413 tN.an-1). La riziculture tient une place centrale dans l'intégration culture-élevage à échelle du territoire. Les exploitations spécialisées participent au recyclage de l'azote sur le territoire, mais s'appuient sur les biomasses issues des exploitations non spécialisées.

Figure 1. Réseau de flux d'azote dans le territoire du district de Điện Biên et diversité des systèmes de production (à partir de Tos, 2023)



## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'intégration culture-élevage contribue à l'économie circulaire au territoire même si le recyclage de l'azote reste encore majoritairement à l'échelle des exploitations de polyculture-élevage. Ces résultats montrent également une inégale implication des fermes dans la production et le recyclage de l'azote à l'échelle du territoire.

**REMERCIEMENTS** Les auteurs remercient le Département du Développement Agricole et Rural (DARD) de la Province de Điện Biên, et les paysans enquêtées. Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet ASSET (*Agroecology and Safe Food System in South-East Asia*), financé par l'Agence Française de Développement (AFD), l'Union Européenne (UE) et le Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CESARO, J.-D., DUTEURTRE, G. & NGUYEN MAI HUONG. (2019). *Atlas of Livestock Transitions in Vietnam: 1986-2016*. Hanoi : IPSARD-CIRAD, 65 p. ISBN 978-2-87614-746-1
- PHAM DUY KHANH (2016). *Vers des modèles durables de transformation des systèmes d'élevage en Asie du Sud-Est: Application au cas du secteur laitier au Vietnam* (Thèse de Doctorat). AgroParis Tech., Paris, France.
- STARK, F., FANCHONE, A., SEMJEN, I., MOULIN, C.-H. & ARCHIMÈDE, H. (2016). Crop-livestock integration, from single practice to global functioning in the tropics: Case studies in Guadeloupe. *European Journal of Agronomy*, 80, 9–20.
- LE TROUHER, A., MOULIN, C.-H., LE THI THANH HUYEN, BLANCHARD, M., (2023). Trajectories of crop-livestock integration in the context of specialization in Northwest Vietnam. *Journal of Agricultural Science*, 161 (4) : 488-501.
- TOS, P., (2023). *Intégration culture-élevage à l'échelle d'un territoire : modèle de flux d'azote dans le district de Dien Bien au Nord-Ouest du Vietnam* (Mémoire de fin d'études). Montpellier : Institut Agro Montpellier, 98 p.

# Vers des systèmes de polyculture-élevage autonomes : Que peut-on apprendre de l'agriculture biodynamique ?

LEBRUN M. (1), QUANTIN M. (1), RIGOLOTT C. (2)

(1) Association Biodynamie Recherche, 5 place de la gare, 68000 Colmar

(2) UMR Territoires, Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, AgroParisTech, 63170 Aubière

Mots-clés : Agriculture Biologique ; Diversification ; Rapports Humain-Nature ; Transition agroécologique

## INTRODUCTION

Dans un contexte de crise écologique, les systèmes en polyculture-élevage (SPE) sont considérés comme des modèles prometteurs pour l'agroécologie (Bonaudo et al., 2014). En particulier, l'intégration des cultures et de l'élevage permet d'améliorer le cycle des nutriments et la fertilité des sols (Ryschawy et al., 2017). Elle est aussi un levier important d'adaptation à différents types d'aléas et une source de services écosystémiques dans les territoires (Bonaudo et al., 2014). Pourtant, les SPE ont diminué au profit des grandes cultures spécialisées, plus rentables et plus simples à gérer (Ryschawy et al., 2017).

L'objectif de la présente communication est d'apporter un regard original sur la transition vers des SPE autonomes, d'un point de vue matériel et décisionnel, à partir de l'expérience spécifique d'agriculteurs en biodynamie (BD). La BD est une des premières formes d'agriculture biologique (Paull, 2011). Elle se distingue par une conception spécifique du vivant, basée sur l'observation et ouverte à une dimension « non-matérielle ». Elle repose sur trois principes complémentaires : 1) la perception de la ferme comme un « organisme agricole » ; 2) l'usage de préparations biodynamiques ; 3) la prise en compte des mouvements de la lune, du soleil et des planètes (Rigolot et Martin, 2022). En particulier, le principe d'« organisme agricole » inclut l'idée d'interactions fortes entre culture et élevage, de façon à tendre vers un idéal d'autonomie le plus élevé possible (Rigolot et Martin, 2022). A partir d'enquêtes semi-directives dans le contexte français, la présente étude vise à comprendre comment les agriculteurs en BD essaient et/ou parviennent à tendre vers cet idéal, et d'en déduire des enseignements généraux pour le développement de la polyculture-élevage autonome.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1-1- Sélection des fermes enquêtées

A l'international et en France en particulier, le label Demeter certifie une partie des fermes en BD. Au moment de l'enquête en 2021, 602 adhérents certifiés Demeter étaient répertoriés en France, dont 381 viticulteurs, 126 autres producteurs et 95 transformateurs (en incluant les fermes non-certifiées, le nombre total de fermes biodynamiques serait compris entre 700 et 1 000 d'après Demeter France). Avec l'aide de l'association MABD (Mouvement pour l'Agriculture Biodynamique), 23 fermes en BD ont été identifiées, relevant de trois catégories de systèmes de production : 11 polyculteurs-éleveurs, 6 vigneron-éleveurs et 6 vigneron. Ces trois catégories sont liées au développement important de la biodynamie en viticulture.

### 1-2- Description des fermes enquêtées

Les fermes présentent des collectifs de travail diversifiés (jeunes et personnes âgées, femmes et hommes, installation agricole individuelle ou en collectif, plus ou moins d'expérience...) et couvrent une bonne partie du territoire français. Les 11 fermes de polyculture-élevage possèdent au moins un troupeau de ruminants, laitier ou allaitant (vaches, chèvres, brebis), des prairies et des cultures fourragères, et souvent d'autres espèces animales (porcs, volailles, abeilles...). Les 6 vigneron-éleveurs ont tous des ruminants et des assolements plus ou moins diversifiés (prairies, cultures inter-rang, fruitiers et céréales). Les 6 vigneron ont la particularité de créer des partenariats avec des éleveurs pour le pâturage ou la fumure et/ou de favoriser la biodiversité sur leurs domaines. Les vigneron commercialisent leur production de vin essentiellement en circuit long, alors que les circuits courts sont privilégiés pour les productions animales.

### 1-3- Méthode d'enquête

Des entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès des 23 agriculteurs, centrés sur la thématique des interactions culture-élevage. Après une description générale de la ferme et de son historique, les relances portaient plus spécifiquement sur : 1) l'intégration (ou non) d'animaux sur la ferme (rôle, intérêt, modalités...) ; 2) la perception de l'autonomie en intrants et décisionnelle ; 3) le lien de la ferme avec le territoire ; 4) l'utilisation d'outils spécifiques (préparations biodynamiques, calendrier lunaire...). Les entretiens ont été enregistrés, retranscrits et analysés autour de quatre axes : avantages, contraintes, leviers et freins au développement des SPE.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### 2-1 Avantages perçus de l'intégration culture/élevage

Toutes les fermes enquêtées cherchent à tendre vers plus d'interactions et d'autonomie. En soi, l'importance relative de la catégorie « vigneron-éleveurs » est déjà une première originalité. Pour les vignerons comme pour les polyculteurs-éleveurs, la diversification est favorable en termes de résistance aux maladies, et permet de diminuer l'usage d'intrants extérieurs. Plusieurs polyculteurs-éleveurs témoignent d'une plus grande autonomie en intrants pour limiter l'endettement et sortir d'une situation difficile en système intensif. Un accent particulier est mis sur des avantages moins tangibles, bien qu'essentiels : gain d'autonomie dans la prise de décision (en accord avec Coquil et al., 2014) ; le choix d'une vie « *sobre et heureuse* », la création d'un lieu « *apaisant et ressourçant* » ... La présence animale semble jouer un rôle irremplaçable dans l'identité du lieu et « *la sérénité qui se crée* », chaque espèce animale apportant son propre type d'« *anima-tion* ».

### 2-2 Inconvénients et limites de la diversification

Pour les polyculteurs-éleveurs interrogés, la diversification est conditionnée par divers facteurs de production (terres arables, main d'œuvre...), en accord avec la littérature (Ryschawy et al., 2017). Comme dans d'autres systèmes (Bonaudo et al., 2014), la charge de travail est un frein majeur à la diversification, pour les trois catégories d'agriculteurs enquêtés. Les vignerons insistent par ailleurs sur la question des compétences, déjà identifiée par Aare et al. (2021) : « *le métier d'éleveur ne s'improvise pas* ». La faible rémunération est également souvent problématique (Ryschawy et al., 2017).

### 2-3 Des ressources spécifiques pour gérer les interactions culture-élevage et la diversité

Différents types d'innovations sont mis en œuvre, comme une gestion spécifique des maladies favorisant les soins préventifs ou l'ajustement des effectifs animaux aux ressources végétales. Les ressources techniques de la BD jouent un rôle important : les préparations facilitent le développement de réseaux avec les pairs ; le calendrier lunaire est perçu non comme une contrainte mais comme un atout pour s'organiser. Des techniques de « communication » permettent aux éleveurs de développer un rapport plus intime avec leurs animaux. Ces techniques se mettent en place progressivement quand elles viennent à faire sens pour les agriculteurs (Coquil et al., 2014).

### 2-4 Freins à l'échelle des territoires

En cohérence avec les difficultés identifiées (2-2), des freins à l'échelle du territoire sont liés au manque de formations et de rémunération des services non marchands, confirmant les conclusions de Aare et al. (2021). Cependant, le rapport sensible avec les animaux est à l'origine d'autres freins perçus, qui à notre connaissance n'ont pas encore été identifiés comme tels dans la littérature : le devenir des animaux mâles et l'abattage des animaux. Pour les enquêtés en effet, la polyculture-élevage ne fait sens que si l'environnement permet d'assurer une vie et une mort dignes aux animaux, selon la conception qu'ils s'en font. L'abattage à la ferme est pour eux une voie privilégiée.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Le rapport particulier à la nature des agriculteurs en BD se traduit par une vision spécifique des avantages et des inconvénients, tout comme des freins et des leviers des SPE, avec des implications spécifiques en termes de politique et de conseil. Mieux comprendre le développement de ce rapport à la nature pourrait ouvrir de nouvelles voies de développement pour les SPE. Certaines pratiques pourraient inspirer d'autres systèmes et s'en inspirer en retour. En particulier, quoique l'on puisse penser de leurs effets biologiques supposés, les ressources techniques de la BD (calendrier, préparations) semblent jouer un rôle systémique à approfondir. Globalement, ces résultats confirment l'intérêt d'ouvrir les réflexions sur le développement des SPE aux systèmes en BD, ce qui ne nécessite évidemment pas d'adhérer à tous les arrière-plans philosophiques de ce mouvement.

*Merci aux agriculteurs ayant participé à cette étude, au réseau Initiative Elevage et au MABD. Ce travail est soutenu par le Metaprogramme INRAE MP Metabio (projet SYN BIOSE)*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aare, A. K., Egmose, J., Lund, S., & Hauggaard-Nielsen, H. (2021). Opportunities and barriers in diversified farming and the use of agroecological principles in the Global North—The experiences of Danish biodynamic farmers. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 45(3), 390-416.
- Bonaudo, T., Bendahan, A. B., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, S., Leger, F., ... & Tichit, M. (2014). Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *European Journal of Agronomy*, 57, 43-51.
- Coquil, X., Béguin, P., & Dedieu, B. (2014). Transition to self-sufficient mixed crop–dairy farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(3), 195-205.
- Paull, J. (2011). Biodynamic agriculture: The journey from Koberwitz to the world, 1924-1938. *Journal of Organic Systems*, 6 (1).
- Rigolot, C., & Quantin, M. (2022). Biodynamic farming as a resource for sustainability transformations: Potential and challenges. *Agricultural Systems*, 200, 103424.N
- Ryschawy, J., Martin, G., Moraine, M., Duru, M., & Therond, O. (2017). Designing crop–livestock integration at different levels: Toward new agroecological models? *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 108, 5-20.

# Le pâturage des intercultures : un levier agroécologique de reconception de l'activité professionnelle à l'échelle des exploitations et des territoires.

LASCHON L. (1), CHAUVAT S. (2), JOUSSEINS C. (1)

(1) Institut de l'Élevage, Chemin de Borde Rouge - CS 52637 - 31321 Castanet-Tolosan

(2) Institut de l'Élevage, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier

Mots-clés : Travail, couverts d'intercultures, pâturage, polyculture -élevage

## INTRODUCTION

Si la pratique du pâturage d'intercultures est de plus en plus documentée sur le plan technique, ses effets sur le travail des agriculteurs nécessitent une exploration approfondie. L'objectif de notre étude (dans le cadre du projet Inter-AGIT+) était de comprendre les effets de la mise en place du pâturage de couverts d'intercultures dans les exploitations de polyculture élevage (PCE) et dans les exploitations en partenariat (cultivateurs et éleveurs) sur les différentes dimensions du travail (temps de travail, organisation, santé...).

## 1. MATERIEL ET METHODES

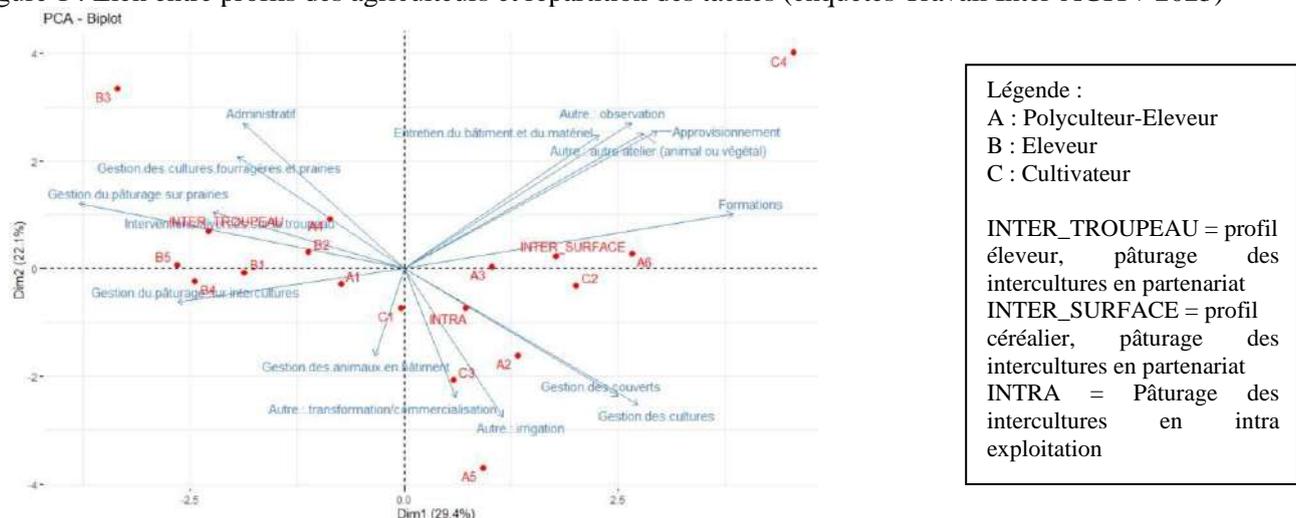
17 agriculteurs ont été enquêtés dans le grand Sud-Ouest : 3 polyculteurs-éleveurs (PCE) bovin viande, 3 PCE ovins viande, 1 PCE bovin lait, 2 binômes cultivateur-éleveur bovin viande, 2 binômes cultivateur-éleveur ovin viande, 1 trinôme (2 cultivateurs et 1 éleveur bovin viande), 1 éleveur ovin viande (mais pas son binôme). La méthode Bilan Travail (Dedieu et al, 2000) a été adaptée pour quantifier les différents travaux d'astreinte et de saison mais aussi ceux en lien avec la formation, l'observation et l'entretien du matériel importants pour les cultivateurs. Une attention particulière a été apportée à toutes les tâches en lien avec les couverts d'intercultures (implantation, gestion du pâturage, destruction) afin de comprendre les reconfigurations qu'elles peuvent entraîner sur les systèmes d'exploitation. Une ACP a été réalisée dans le but d'associer les temps annuels des différents travaux avec les différentes catégories d'agriculteurs. Les autres dimensions du travail ont été interrogées en s'inspirant du cadre de la durabilité sociale proposé par Servièrre et al (2019).

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### 2.1 LA MISE EN PLACE DE LA PRATIQUE S'APPUIE SUR LES COMPETENCES ANTERIEURES AVEC DES EFFETS DIVERS SUR LE TEMPS DE TRAVAIL

Le travail qui relève des couverts et de leur pâturage est très liée au profil des agriculteurs (compétences et goûts). Les agriculteurs qui mettent à disposition les couverts (INTER\_SURFACE) passent plus de temps à la conduite agronomique des couverts confondues avec celles des cultures ; les éleveurs (INTER\_TROUPEAU) gèrent le pâturage. Les polyculteurs qui font pâturer avec leur troupeaux (INTRA) se retrouvent logiquement entre les deux.

Figure 1 : Lien entre profils des agriculteurs et répartition des tâches (enquêtes Travail Inter-AGIT+ 2023)



Les enquêtés déclarent mobiliser leurs compétences initiales. Le temps de travail en lien avec la gestion agronomique des couverts est proportionnel à la surface, alors que la gestion du pâturage des couverts dépend de multiples facteurs : part des couverts dans l'alimentation, distance, équipements des parcelles, gestion des clôtures, modalité de pâturage, espèce et stades physiologiques. La gestion du pâturage des intercultures peut être réalisée au

quotidien (clôtures posées chaque jour) ou sous forme de chantier (un chantier de clôture par mois) alors que le travail de gestion du couvert est généralement considéré comme du travail de saison.

## 2.2 DES CHANGEMENTS PARFOIS MINEURS SUR LE TRAVAIL QUI PEUVENT MODIFIER LE SYSTEME D'EXPLOITATION

À la question « Comment qualifieriez-vous les effets du pâturage d'intercultures sur votre travail ? », le gain de temps et la souplesse sont souvent évoqués sans pour autant se traduire par des effets marquants sur le temps de travail. En effet, comme Jousseins et al, 2022 l'ont montré, le temps gagné avec le pâturage est souvent réinvesti dans le travail (en diluant une tâche ou en intensifiant une autre). Ici, les cultivateurs déclarent économiser du temps de destruction par rapport à des couverts non pâturés, temps qui sera souvent transféré vers de la formation ou de la veille technique. Pourtant, si les effets sur le temps de travail total semblent mineurs, certaines exploitations qui recourent depuis longtemps au pâturage des couverts ont fait évoluer leur système d'exploitation avec la mise en place ou le développement d'activités permises par l'augmentation de la ressource herbagère (vente de fourrages, création ou développement de troupeaux, activité de prise en pension) - (figure 2).

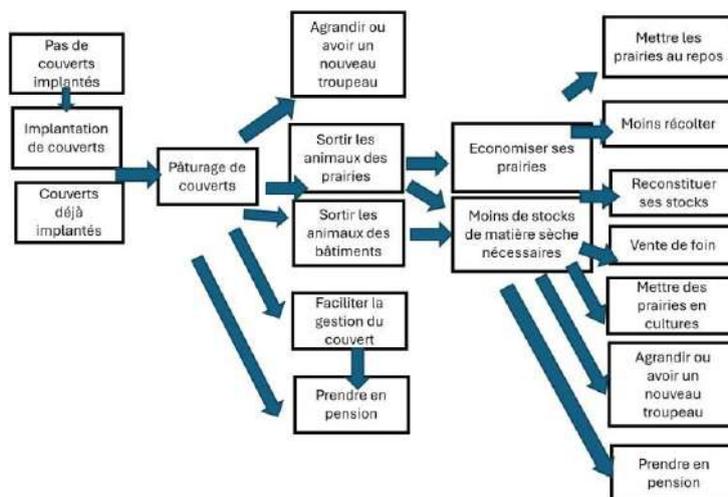


Figure 2 : Carte conceptuelle des effets sur les systèmes d'exploitation du recours au pâturage des intercultures selon le système précédent et les choix des agriculteurs – enquêtes Travail Inter-AGIT+ 2023).

## 2.3 UNE PRATIQUE AUX EFFETS POSITIFS SUR LA DURABILITE SOCIALE A L'ECHELLE DES EXPLOITATIONS ET DES TERRITOIRES.

Les agriculteurs déclarent de façon spontanée de nombreux effets bénéfiques sur leur santé physique comme mentale. La mise en place est très liée aux relations interpersonnelles : entre partenaires des binômes ou associés, entre agriculteurs expérimentés qui montrent aux novices... Ce déploiement via les pairs est plébiscité, il renvoie une image positive de leurs métiers, de leur expertise à leurs yeux et aux yeux des autres agriculteurs, et recrée des dynamiques locales au sein du tissu agricole. Les agriculteurs estiment aussi que le pâturage des couverts d'intercultures est en phase avec les attentes de la société sur les pratiques agroécologiques.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

La nécessité de l'adaptation au changement climatique et la recherche de leviers de résilience économique sont généralement les déclencheurs de la mise en place de la pratique du pâturage des couverts d'intercultures et le travail est brandi comme le frein majeur à son adoption. Nos résultats montrent que le pâturage des couverts n'est pas systématiquement synonyme de « trop de travail ». Il peut avoir un effet bénéfique sur la santé mentale et physique, il peut offrir de nouvelles opportunités économiques à l'exploitation, améliorer l'image du métier pour les agriculteurs qui le pratiquent, pour les autres agriculteurs et la société. Des évaluations multicritères à venir pourront nous donner une illustration des effets de cette pratique sur les 3 piliers de la durabilité.

*Les autrices remercient les agriculteur·ice.s et les technicien·ne.s qui ont contribué à cette étude. Une amicale pensée pour Elisa, Ewen, Claire, nos précédents stagiaires, qui ont posé les premiers jalons du stage de Laurie.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dedieu B., Servièrre G., Chauvat S., Tchakerian E., 2000. Bilan Travail pour l'étude du fonctionnement des exploitations d'élevage. Méthode. Collection Lignes, Institut de l'Élevage/INRA. 27 pages
- Jousseins C., Chauvat S., Boisvert B., Ducourtieux C., 2022. Pâturage ovin de surfaces additionnelles : les effets sur le travail des éleveurs et des agriculteurs. Renc. Rech. Ruminants, 2022, 26, p. 61.
- Servièrre G., Balay C., Cournut S. 2019. Sociel-La durabilité sociale des exploitations d'élevage dans leurs territoires. Innovations Agronomiques, vol. 71, p. 109-121.

# L'autonomie protéique, une voie de multiperformance pour les exploitations en polyculture-élevage en contexte de changement climatique

DESSIENNE C. (1), CHAUVEAU H. (2), GELINEAU S. (2)

(1) Arvalis, Station expérimentale 91720 BOIGNEVILLE

(2) Arvalis, Station expérimentale de la Jaillièrre 44370 LOIREAUXENCE

Mots-clés : Simulations, évaluation multicritère, bovin lait, bovin viande

## INTRODUCTION

Comme l'ensemble des systèmes agricoles, les exploitations en polyculture-élevage sont confrontées à une combinaison inédite de problématiques : changement climatique, dépendance aux marchés mondiaux, compétition sur l'utilisation des terres agricoles... Le projet Cap Protéines a été lancé par les pouvoirs publics pour accroître la production nationale de protéines de façon à répondre à l'enjeu de la souveraineté alimentaire française. L'un des pans du programme se focalise sur l'amélioration de l'autonomie protéique, de la résilience et de la compétitivité des élevages de ruminants. Dans ce cadre, une série de simulations a été réalisée pour mesurer l'impact de l'introduction de leviers améliorant l'autonomie protéique sur des exploitations bovines en polyculture-élevage. L'évolution des performances techniques, économiques et environnementales a été évaluée au travers d'indicateurs après introduction d'un ou plusieurs leviers, dans divers contextes de prix pour les intrants et les produits. La multiperformance apportée par les leviers (objectifs de productivité, de rentabilité économique, de préservation des ressources naturelles et de l'environnement et de durabilité de l'exploitation) a été plus largement commentée.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Dans le projet, quatre cas d'étude, basés sur des cas-type bovin lait et viande du réseau d'élevage Inosys (Charroin et al., 2005), modèles techniquement optimisés représentatifs de bassins de production d'élevage français et présentant une diversité de structures, ont été étudiés (voir tableau). Après avoir analysé le fonctionnement initial des exploitations, des échanges entre experts ont permis d'identifier les leviers d'autonomie protéique les mieux adaptés aux contextes de production. Les sept leviers retenus ont été intégrés aux systèmes de façon unitaires ou combinés et portent principalement sur les rations distribuées (fourrages et concentrés) :

Leviers		Cas-types étudiés			
		BL de plaine en Normandie	BL spécialisé des Pays de la Loire	BV engraisseur des Pays de la Loire	BV naisseur du Centre
unitaire	Protéagineuse à graine : féverole	X			
unitaire	Affouragement en vert		X		
combinés	Luzerne + betterave fourragère		X		
combinés	Luzerne + céréale (blé)			X	
combinés	Luzerne + Protéag. à graine (féverole)			X	
combinés	Luzerne + méteil				X
combinés	Maïs épi + ensilage d'herbe + protéagineuse à graine (féverole)	X			

L'équilibre du bilan fourrager a été revu pour répondre aux besoins des animaux, tout en maintenant une production laitière et de viande identique à la situation initiale (calcul des rations à partir de l'outil Ruminal - INRation V5). Tous les nouveaux aliments introduits dans les rations sont produits sur les surfaces cultivées des exploitations. Les systèmes de cultures et itinéraires techniques ont été revus pour répondre aux besoins de l'atelier élevage et pour obtenir des successions de cultures suivant les préconisations agronomiques.

Quatre outils aux périmètres complémentaires ont été mobilisés pour calculer un panel indicateurs permettant d'évaluer l'impact des changements de pratiques sur les ateliers de production végétale et animale : SYSTERRE calcule des indicateurs techniques et environnementaux pour les systèmes de cultures (Arvalis 2022a), SIMULBOX des indicateurs économiques pour les ateliers élevage, cultures et l'exploitation (Arvalis 2022b), CAP2ER évalue l'impact environnemental de l'atelier d'élevage (Idele 2021) et DEVAUTOP l'autonomie protéique de l'exploitation (Idele 2022). Les simulations ont été réalisées pour trois contextes de prix distincts : année 2020 (valeurs de prix « moyens »), année 2022 (prix hauts pour l'approvisionnement et la vente) et « effet ciseaux » (prix de vente en baisse : valeurs année 2021 et prix d'approvisionnement hauts : valeurs année 2022).

## 2. RESULTATS

Les leviers permettent une nette amélioration de l'autonomie protéique des exploitations : de 6 jusqu'à 46 points avec une autonomie protéique initiale intermédiaire à élevée (54 à 92 %). Grâce à la production de protéines sur l'exploitation, les achats d'aliments à forte teneur en MAT sont réduits (de - 40% à une suppression totale).

Les leviers induisent un changement des cultures en place sur l'exploitation ce qui réduit son impact sur l'environnement et sa dépendance aux intrants exogènes. En effet, les émissions de gaz à effet de serre diminuent tant sur les surfaces cultivées (réduction des besoins en fertilisation azotée) que sur la conduite des animaux (réduction des achats d'aliments riches en protéines) et les achats d'intrants baissent (engrais azoté, protection des cultures et aliments). Les cultures introduites ont également un cycle cultural qui permet d'esquiver les périodes de fortes chaleurs et de sécheresse (comme la luzerne) ou permettent une valorisation de l'herbe à des périodes où une chaîne de récolte complète ne se justifie pas pour des raisons économiques ou d'accessibilité aux parcelles (avec l'affouragement en vert) (Ruguet, Bernard, Lacroix 2013). En définitive, la production de l'exploitation avec levier est plus robuste face aux effets du changement climatique (rendements plus stables, moins d'écarts à la situation de « croisière » en cas de perturbations biotiques ou abiotiques du système de production).

Les impacts socio-techniques et économiques des leviers sont plus nuancés. Le temps et la nature du travail sur les exploitations sont modifiés : le travail au champ est généralement augmenté et l'alimentation des animaux est modifiée différemment selon les leviers. L'impact sur la performance économique des exploitations est variable en fonction du levier et du contexte de prix : le résultat courant est en baisse par rapport à la situation initiale pour une grande partie des scénarios (11 situations sur 21) du fait d'une diminution de produit brut issu des cultures non compensée par la réduction des charges ; quelques simulations (5 situations sur 21) mettent en avant un résultat courant amélioré par rapport à la situation initiale (produit brut en hausse et charges en baisse) ou stable (5 cas sur 21, avec une compensation entre les variations de charges et de produits). Les leviers induisent également une meilleure robustesse du résultat économique : ils minimisent les fluctuations de revenu mieux que la situation initiale lorsque les prix d'approvisionnement et de vente varient selon les cours des marchés mondiaux.

### 3. DISCUSSION

L'impact économique d'un levier est généralement similaire pour toutes conjonctures : cinq des sept leviers ont un impact identique pour les trois contextes de prix (un levier avec toujours un impact positif sur le résultat, un levier neutre et trois leviers toujours négatifs) mais pour les deux autres leviers, l'impact est changeant : neutre en 2020 et positif ou négatif avec les deux autres conjonctures. Le résultat courant moyenné sur les 3 conjonctures de prix étudiées montre globalement la même tendance : quatre leviers avec un résultat courant moyen plus faible que la situation initiale, deux leviers ont un résultat courant en moyenne meilleur et un levier sans différence marquée.

De plus, la tendance générale est à une augmentation du temps de travail alors que le résultat économique diminue. Une partie du surplus de travail sur les parcelles peut être géré par la délégation à une entreprise de travaux agricoles ou par l'appel à de la main d'œuvre ponctuelle, mais cela induit des charges supplémentaires non prises en compte dans les simulations et est conditionné à la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée. Le rapport rémunération/travail des leviers est souvent défavorable à l'agriculteur mais une hausse de 15 € pour 1 000 L de lait et de 0.13 €/kg de carcasse compenserait les pertes liées aux changements de pratiques sur les fermes.

### CONCLUSION & PERSPECTIVES

Les simulations réalisées dans le projet Cap Protéines ont mis en évidence qu'une amélioration notable de l'autonomie en protéines des exploitations en polyculture-élevage était possible pour les quatre systèmes étudiés. Ce résultat positif va par ailleurs souvent de pair avec l'amélioration de la robustesse face au changement climatique et la réduction des impacts sur l'environnement et la moindre dépendance aux engrais azotés, produits phytosanitaires et aliments pour bovins. Les leviers évalués mobilisent une plus grande part de la SAU de l'exploitation pour l'alimentation du troupeau, les surfaces dédiées aux cultures de vente sont souvent réduites au profit des cultures fourragères. De ce fait, cette multiperformance protéique/environnement/robustesse a un prix : l'impact sur la rémunération de l'exploitation est souvent négatif et le temps de travail de l'exploitant est allongé.

Selon la structure de l'exploitation et le contexte de production, l'amélioration de l'autonomie protéique peut parfois être limitée. Une réflexion au niveau du territoire, avec des complémentarités entre exploitations d'élevage et céréaliers, offre alors de nouvelles opportunités.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARVALIS, 2022a. Systerre®. ARVALIS [en ligne]. 7 septembre 2022. Disponible à l'adresse : <https://www.arvalis.fr/outils-et-services/outils-et-fiches/systerre>

ARVALIS, 2022b. Simulbox. ARVALIS [en ligne]. 9 septembre 2022. Disponible à l'adresse : <https://www.arvalis.fr/outils-et-services/outils-et-fiches/simulbox-simuler-des-changements-sur-une-exploitation-agricole>

CHARROIN, T, PALAZON, R, MADELEINE, Y, GUILLAUMIN, A et TCHAKERIAN, E, 2005. Le système d'information des Réseaux d'Élevage français sur l'approche globale de l'exploitation. Intérêt et enjeux dans une perspective de prise en compte de la durabilité. In : *Rencontres autour des*

*Recherches sur les Ruminants* [en ligne]. 2005. Disponible à l'adresse : [https://journées3r.fr/IMG/pdf/2005\\_donnees\\_elevage\\_07\\_charroin.pdf](https://journées3r.fr/IMG/pdf/2005_donnees_elevage_07_charroin.pdf)

IDELE, 2021. CAP2ER. *Institut de l'Élevage* [en ligne]. 2 août 2021. Disponible à l'adresse : <https://cap2er.fr/Cap2er/>

IDELE, 2022. DEVAUTOP. *Institut de l'Élevage* [en ligne]. 4 février 2022. Disponible à l'adresse : <https://idele.fr/detail-article/devautop>

RUGET, F, BERNARD, F et LACROIX, B, 2013. Impacts des changements climatiques sur les productions de fourrages (prairies, luzerne, maïs) : variabilité selon les régions et les saisons. *Fourrages*. 2013. N° 214, pp. 99-109.

# Le travail en question dans les systèmes de polyculture élevage

CHAUVAT S. (1), MISCHLER P. (2)

(1) Institut de l'Élevage, 2 place Pierre Viala, 34 060 Montpellier cedex

(2) Institut de l'Élevage, 19 bis rue Alexandre Dumas, 80096 Amiens cedex 3

Mots-clés : travail, durabilité sociale, polyculture élevage

## INTRODUCTION

Il est communément admis que le travail dans les exploitations de polyculture élevage (PCE) est complexe en raison de la présence de plusieurs ateliers. Qu'en est-il vraiment ? Les résultats présentés ici visent à caractériser la durabilité sociale des exploitations de PCE et de comprendre comment les éleveurs en polyculture-élevage vivent le couplage entre cultures et élevage d'un point de vue du travail. Ils ont été élaborés dans le cadre du projet CasDar REDSPyCE dont l'objet était de contribuer à l'amélioration des performances des exploitations de PCE tout en répondant aux demandes des agriculteurs de pouvoir exercer leur métier dans de bonnes conditions.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Des enquêtes qualitatives ont été menées auprès de polyculteurs éleveurs dans 57 exploitations de bovins viande, bovins lait et ovins viande de 5 régions de France et ont été complétées par des réunions participatives. Les thèmes explorés au cours des interviews abordaient les aspects métiers, la composition de la main-d'œuvre, les calendriers de travail, la qualité de vie, les préoccupations générées par le travail et les pratiques de couplage qui favorisent les interactions entre cultures et élevages dans l'objectif d'accroître les performances et la durabilité des fermes. Au cours des réunions participatives, les agriculteurs se sont exprimés sur les atouts et limites des systèmes de PCE d'un point de vue du travail, puis ils ont proposé des solutions pour améliorer leur situation. A partir des entretiens, deux typologies ont été construites : une sur le ressenti de l'intensité du travail par période (traitée par la méthode Bertin), l'autre sur la satisfaction par rapport à la qualité de vie au travail des répondants (congrés, week-ends, équilibre vie privée/vie professionnelle, satisfaction au travail et intensité du travail) issue d'une Analyse en correspondances multiples (ACM).

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

### 2.1 LES CULTURES EXACERBENT L'INTENSITE AU TRAVAIL

5 groupes de polyculteurs éleveurs ont été identifiés en fonction de leur ressenti de l'intensité de travail (figure 1), des exploitations au travail le moins intense (groupe A) aux exploitations les plus intenses (groupe E). Les périodes intenses et très intenses figurent en rouge sur le graphique et les périodes non ou peu intenses, en vert.

Le groupe A "tranquille toute l'année" (n=7) présente une période intense de courte durée (inférieure à deux mois) entre mai et décembre. 5 sont des exploitations bovins lait et 5 sont à dominante culture, avec une diversité de cultures importante. La simplification de l'organisation est très poussée dans ces exploitations.

Le groupe B "Printemps intense" (n=15) est composé, pour 10 d'entre elles, d'exploitations herbagères qui expliquent l'intensité au printemps avec notamment les chantiers d'enrubannage, d'ensilage d'herbe et de foin. 9 exploitations ont une SAU inférieure à 120 ha. 7 exploitations sont en couplage fort dans ce groupe.

Le groupe C "Deux périodes délicates" (n=19) montre des périodes intenses plutôt longues, tant au printemps qu'en automne. 16 sont à dominante culture avec une grande diversité culturelle. Ce sont les exploitations qui détiennent les plus petits troupeaux et dont les périodes intenses sont clairement définies par les travaux culturels (semis, désherbage, récolte).

Le groupe D "Du travail en continu" (n=9) affiche une seule période intense de longue durée (au moins 4,5 mois) qui s'étend de mars à octobre. Ce sont les plus grandes exploitations de l'échantillon, tant en termes de SAU que d'UGB. 7 des 9 exploitations bovins viande se situent dans ce groupe.

Le groupe E "Transition difficile" (n=7) présente des périodes intenses quasiment toute l'année. Toutes les orientations productives et tous les niveaux de couplage sont représentés dans cette classe. Les exploitations sont en cours de transformation et encore en transition en termes d'organisation du travail.

*Tous les agriculteurs ne ressentent pas la charge de travail de la même façon, certains s'accommoderont très bien de beaucoup de travail alors*

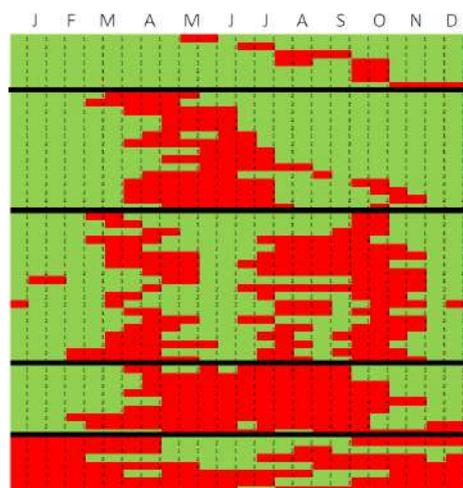


Figure 1 : classement des exploitations selon l'intensité du travail

que d'autres non. Les données sont à interpréter comme des données de ressentis, donc subjectives, et non comme des indicateurs techniques de réalisation. Le couplage n'est que partiellement lié à ces groupes de ressenti de l'intensité du travail. Toutefois on observe davantage de fermes en couplage fort dans le groupe B, moins dans le groupe C et aucune dans le groupe E.

## **2.2 2/3 DES ELEVEURS SATISFAITS DE LEURS CONDITIONS DE TRAVAIL**

Trois groupes de polyculteurs éleveurs ont été identifiés à partir de critères de ressenti telles l'intensité du travail, la satisfaction globale sur le travail, la prise de congés, de week-ends et de jours dans la semaine.

**14 exploitants sont satisfaits de leurs conditions de travail et disposent de suffisamment de temps libre.** 11 jugent leur intensité du travail plutôt faible et 3 plutôt moyenne mais la plupart prend des congés, des week-ends ainsi que des jours dans la semaine au besoin. 6 sur les 14 affichent un couplage fort contre seulement 3, un couplage faible. 9 sur 14 sont des exploitations herbagères et ils sont nombreux à recourir à la Cuma, l'entreprise ou le service de remplacement, qui témoigne de leur insertion territoriale.

**24 agriculteurs sont satisfaits de leurs conditions de travail avec une intensité de travail moyenne.** Les trois quarts d'entre eux estiment leur équilibre vie privée/vie professionnelle satisfaisant relativement à la prise de congés, de week-ends et de jours dans la semaine. Tous les niveaux de couplage sont représentés de façon équilibrée. 18 de ces exploitations sont à dominante cultures et 12 d'entre elles exploitent une SAU de taille importante.

**19 agriculteurs sont insatisfaits de leurs conditions de travail.** Seulement 5 d'entre eux prennent des congés et 2 des week-ends. Leur intensité au travail est plutôt élevée. Tous les niveaux de couplage sont représentés dont 8 avec un faible couplage et 4 un couplage élevé. 14 exploitations sont à dominante cultures et le nombre d'UGB/UMO est élevé pour 11 de ces fermes. 6 agriculteurs de ce groupe ne font jamais appel à de la main-d'œuvre extérieure (groupements d'employeurs, Cuma, entreprise, service de remplacement).

*Les 2/3 des polyculteurs éleveurs interrogés sont satisfaits de leurs conditions de travail et regroupent 13 exploitations en couplage fort sur les 17 de l'échantillon. Le 1/3 restant rassemble 8 exploitations en couplage faible sur les 17. Il n'a pas été possible d'identifier si les difficultés de ces éleveurs étaient liées au système ou à une maîtrise difficile de leur travail et toutes les orientations de production sont représentées dans chacun des groupes. Ces données basées sur le ressenti des exploitants mériteraient d'être investiguées plus précisément en s'appuyant sur des méthodologies d'analyse du travail.*

## **2.3 DES LEVIERS POUR TRAVAILLER DANS DE BONNES CONDITIONS**

La diversité des compétences nécessaire à la conduite des multiples ateliers, la diversité des travaux à effectuer, la cohérence de ces systèmes qui nourrissent les animaux et les hommes sont autant d'éléments qui construisent le sens que les éleveurs donnent à leur métier et leur apportent de la satisfaction.

Toutefois, lors des réunions participatives, les agriculteurs participants ont fait état de leurs difficultés comme la nécessité d'investir dans de nombreux matériels quelques fois peu performants, aux risques d'accidents plus divers, à la gestion des pointes de travail et de la concurrence entre ateliers, inhérentes à ce type de système.

Tous mettent en œuvre une ou plusieurs solutions pour résoudre leurs difficultés comme la délégation de certains travaux pénibles auprès d'une entreprise bien équipée ou le recours à un service de tâches administratives proposé par certaines Chambres d'agriculture. Simplifier les itinéraires culturels, raisonner les dates des mises-bas ou proposer des rations simplifiées limitent la durée du travail et les concurrences entre atelier. Ces modifications de pratiques sont réversibles et ne nécessitent pas ou peu d'investissements. Moderniser les équipements, notamment ceux qui servent tous les jours (salle de traite, distribution de l'alimentation, paillage), est un moyen de diminuer la pénibilité, limiter les affections périarticulaires et travailler plus vite.

*De façon générale, l'adaptation de la main-d'œuvre à la taille de la structure pour ne pas être surchargé de travail en permanence, l'adéquation entre le nombre d'animaux et la ressource alimentaire, la planification des tâches sont des fondamentaux pour les exploitations de polyculture élevage, plus complexes et plus diverses.*

## **CONCLUSION & PERSPECTIVES**

Les résultats présentés ci-dessus attestent que l'on peut être satisfait de ses conditions de travail lorsqu'on est polyculteur éleveur. Il ne faut cependant pas négliger le fait que la PCE présente aussi des difficultés d'un point de vue de l'organisation et des équipements dont certains ne sont pas spécifiques à la PCE alors que d'autres y sont liés : concurrence entre ateliers, pointes de travail, diversité des compétences...

Pour autant des leviers d'amélioration existent et un des enjeux majeurs en polyculture élevage repose sur la capacité qu'auront les conseillers demain pour accompagner les exploitants dans l'amélioration de leur qualité de vie au travail. *Nous remercions vivement les agriculteurs qui se sont prêtés au jeu des interviews et des réunions participatives ainsi que Mathilde Louis dont les résultats de stage nous ont permis de rédiger cet article.*

## **REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE**

Louis M., 2018. Durabilité sociale des exploitations de polyculture élevage et effet du couplage sur le travail. Mémoire de fin d'étude. Purpan. 109 p.

# Représentations du concept d'économie circulaire et caractérisation des projets d'intégration culture-élevage dans le contexte insulaire réunionnais

Jacquet C., Kouadio K., Choisit J-P., Siqueira T. T. S.

CIRAD, INRAE Institut Agro Montpellier, SELMET 34000, Montpellier, France

Mots-clés : innovations, diagnostic sociotechnique, gouvernance, circularité, freins, territoires

## INTRODUCTION

L'île de La Réunion fait face à de multiples contraintes liées à son insularité, ses aléas climatiques et son relief marqué. Néanmoins, elle produit une quantité importante de biomasse qui s'élève à 2 millions de tonnes de matières organiques brutes par an (Vigne et al., 2021). Face aux enjeux de soutenabilité et suite à l'augmentation des prix des intrants chimiques, la valorisation de cette biomasse dans une logique d'économie circulaire (EC) semble attirer de plus en plus l'attention des acteurs du territoire. Certains agriculteurs, par exemple, se tournent vers des alternatives de substitution aux fertilisants importés par la valorisation des effluents d'élevages et des biomasses végétales. Même si des échanges de biomasse entre les filières d'élevage et végétales ont toujours existé, le scénario actuel semble impulser le développement de cette circularité de la biomasse appuyé sur une dynamique d'intégration de culture-élevage (ICE). Face à ces changements majeurs, nous avons mené une étude qui visait à identifier les représentations du concept d'économie circulaire par les acteurs du système agro-alimentaire, puis à caractériser les projets qui s'inscrivent dans des dynamiques d'intégration culture-élevage.

## 1 MATERIELS ET METHODES

Ce travail a reposé sur une analyse des représentations du concept d'EC par les acteurs enquêtés et sur un diagnostic sociotechnique des innovations (Casagrande et al., 2023) valorisant la biomasse locale dans une logique d'EC. A ces fins, une quarantaine d'entretiens semi-directifs ont été menés, permettant d'identifier 40 projets innovants, parmi lesquels 11 se fondent sur une dynamique d'intégration culture-élevage. La typologie d'acteurs enquêtés comprend les acteurs de l'amont à l'aval des filières végétales et animales, notamment des représentants de l'Etat et des collectivités territoriales, des coopératives, ainsi que des grandes et moyennes surfaces. Pour tous les projets, des analyses des systèmes sociotechniques ont été réalisées permettant d'identifier avec les acteurs eux-mêmes des freins et leviers aux projets d'EC fondés sur une dynamique d'ICE.

## 2 RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1 Les représentations du concept d'économie circulaire par les acteurs enquêtés

La gestion optimale des déchets sur l'île a été la finalité de l'EC la plus mentionnée par les acteurs. Ces derniers soulignent qu'il est primordial de prévenir la production de déchets et de leur réattribuer de la valeur en les transformant en produit (figure 1).

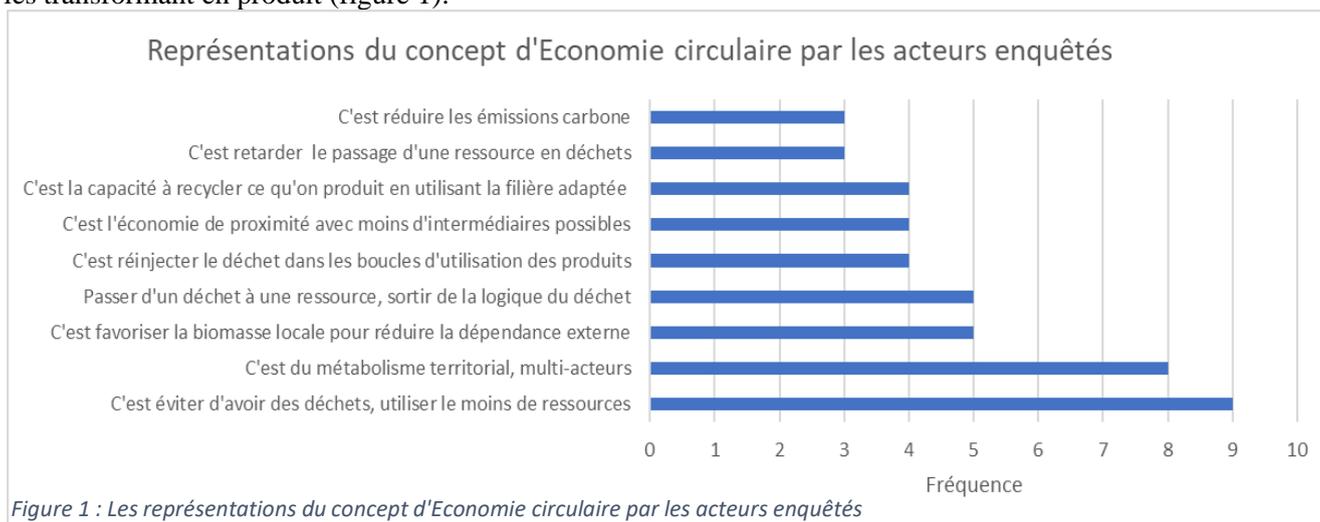


Figure 1 : Les représentations du concept d'Economie circulaire par les acteurs enquêtés

Ils mentionnent également l'importance de réduire à la source l'utilisation des ressources afin d'avoir un moindre impact à la fois environnemental et économique comme nous pouvons observer dans les extraits des entretiens suivants : « l'économie circulaire c'est la gestion des déchets, c'est toute action qui se pose comme une alternative de valorisation des déchets afin de les réutiliser », « c'est redonner de la valeur ajoutée à des choses qui dans un premier temps n'ont plus de valeur », qu'il faut « optimiser l'utilisation de ressources locales en les exploitant au maximum ». D'autres mentionnent davantage la capacité de l'île à pouvoir recycler ses déchets par la mise en place d'une « filière adaptée » permettant de valoriser des déchets sur place et mettant ainsi fin à l'exportation de



# **Diagnostiquer et concevoir des interactions cultures-élevage à l'échelle du territoire : bilan de trois ans de partenariats entre AgroParisTech et l'AOP Chaource.**

Solène Pissonnier (AgroParisTech, UMR SADAPT)

Avec la collaboration d'Anne-Lise Soullignac (animatrice AOP)

**Mots-clés :** diagnostic socio-technique ; ateliers ; simulations ; autonomie ; AOP

## **Introduction**

Le Chaource est un fromage AOP au lait de vache, à pâte molle et croûte fleurie produit entre l'Aube et l'Yonne. Il est produit par 53 éleveurs, soumis à un cahier des charges qui impose des critères d'autonomie : 75% de la matière sèche de la ration doit provenir de l'exploitation et 85% de la zone AOP. Ces critères d'autonomie alimentaire sont de plus en plus difficiles à respecter du fait des sécheresses récurrentes qui fragilisent les rendements des fourrages. Les partenariats entre les acteurs du territoire doivent donc être renforcés pour sécuriser les approvisionnements des éleveurs. C'est dans ce cadre que le projet de recherche Feder'Acteurs a été monté entre AgroParisTech et le Syndicat de l'AOP Chaource, pour analyser et renforcer les partenariats cultures-élevage sur la zone. Les objectifs étaient de diagnostiquer les interactions cultures-élevage déjà présentes et identifier les freins et leviers à leur développement et développer des méthodes adaptées pour renforcer et/ou créer de nouvelles interactions. Nous proposons de décrire les différentes étapes suivies dans le projet pour tirer des enseignements sur la manière de diagnostiquer et concevoir des interactions cultures-élevage à l'échelle du territoire.

## **Méthodes**

Pour le diagnostic nous avons mobilisé la méthode du diagnostic socio technique (DST), utilisé pour « comprendre les pratiques, les stratégies, les réseaux d'acteurs engagés dans des processus d'innovation » (Casagrande et al., 2023). Il permet de préparer le processus de conception en identifiant les freins et leviers au développement de certaines innovations, ici les interactions cultures-élevage. Entre 2021 et 2022, 70 enquêtes ont été réalisées auprès d'une diversité d'acteurs : éleveurs, céréaliers, conseillers, fabricants d'aliments, coopératives, syndicat de bassin versant... Les résultats du DST ont été restitués en janvier 2022 pour compléter les informations et construire une dynamique collective sur le territoire.

A la suite de ces diagnostics, nous sommes entrés dans une phase de conception. Un premier atelier a été organisé en avril 2022, réunissant une vingtaine de participants de tous horizons. L'objectif était d'amener les participants à la construction de partenariats cultures-élevage. L'atelier a été organisé à partir de la méthode KCP : Knowledge, Concept, Project qui permet de partager des connaissances et « défixer » les participants pour favoriser les propositions innovantes. Le P de Project de la méthode « KCP » vise à amener les participants plus loin que leurs réflexions et formuler des projets concrets, en remplissant par exemple des « fiches projets » qui permettent d'identifier les actions à mener, les porteurs de projet, les freins potentiels. Suite à cet atelier un groupe de travail plus restreint s'est réuni en mai 2023. Après plusieurs réunions et des sollicitations téléphoniques en passant par le réseau du syndicat de l'AOP, le groupe a rassemblé trois éleveurs et trois céréaliers intéressés pour créer des partenariats plus directs. Ce groupe de travail s'est appuyé sur les résultats de simulations effectuées avec un outil Excel construit pour l'AOP. Cet outil réalise des calculs de rations en matière sèche pour une ferme de référence de 60 vaches en fonction des contraintes du cahier des charges. Il permet de simuler des évolutions dans les rations et en déduit les assolements associés (en hectares). L'objectif était d'amener les participants à identifier des ressources échangeables. Des scénarios ont été préparés en amont : un scénario « renforcement de la luzerne dans la ration », un scénario « quelles ressources impactées par le changement climatique à long terme » et un scénario « développement du pois protéagineux dans la ration ».

## **Résultats et discussion**

Le DST a permis de mettre en évidence trois types d'interactions cultures-élevage : (i) les échanges bilatéraux : échanges ou achats de matières premières entre un céréalier et un éleveur, (ii) les échanges multi latéraux : achat et centralisation d'une matière première par une exploitation, foin ou paille, et revente, (iii) les filières

tracées de luzerne et pulpe de betterave : organisation d'un ensemble d'acteurs (sucrierie, usine de déshydratation, syndicat de l'AOP...) pour tracer la matière première issue de la zone AOP jusque dans les élevages. Ces trois types d'interactions sont soumis à des freins qui interviennent à l'échelle de l'exploitation (ex : développement de l'agriculture de conservation des sols restituant la paille au sol), à l'échelle des filières (ex : diversification vers l'alimentation humaine) et à l'échelle du territoire (ex : concurrence de débouchés pour les pulpes de betterave ou l'herbe avec le développement de la méthanisation). La restitution du DST auprès des acteurs enquêtés a permis de confirmer les analyses et de lancer une réflexion collective sur les futurs souhaitables pour le territoire. Plusieurs thématiques ont été mises en avant au cours de ces réflexions : la volonté de rendre le territoire plus attractif mais aussi plus autonome.

L'atelier organisé en avril 2022 est reparti de ces réflexions sur l'attractivité et l'autonomie. Les participants se sont séparés en deux groupes pour travailler deux concepts initiaux différents : « Chaource, un territoire sans importation de matières premières » et « Partager pour collaborer et mieux vivre ensemble ». Les ateliers ont permis de faire un état des lieux des initiatives déjà existantes et de proposer de nouvelles idées mais qui n'étaient pas innovantes. Les fiches projet n'ont pas pu être remplies de manière assez précise et n'étaient pas exploitables. Plusieurs difficultés ont été soulevées : la diversité trop grande des participants, le manque de céréaliers et la difficulté de s'accorder sur un objectif commun. Le collectif de participants créé lors de cet atelier n'était pas assez mûr pour proposer des feuilles de route à suivre et créer des partenariats. Les discussions qui ont eu lieu avec le syndicat de l'AOP à la suite de cet atelier nous ont orienté vers l'organisation d'un groupe de travail plus restreint incluant céréaliers et éleveurs seulement. L'atelier a permis aux trois éleveurs et aux trois céréaliers de partager des connaissances sur leurs systèmes et pointer les connaissances manquantes (notamment les besoins réels des éleveurs de l'AOP), d'identifier des ressources intéressantes (première coupe de luzerne semence, maïs), de discuter d'opportunités potentielles (création d'une filière tracée tourteau de colza) et d'aborder des aspects très concrets liés à des échanges possibles (établissement du prix de la luzerne). L'ensemble des participants a également insisté sur l'importance d'avoir une animation territoriale forte pour maintenir et concrétiser ces réflexions. Un groupe WhatsApp est en cours de création pour favoriser les échanges, ainsi qu'une enquête menée par l'AOP pour quantifier les besoins réels des éleveurs.

## **Conclusion**

Ces travaux montrent que :

- la méthode du diagnostic socio technique est une méthode adaptée pour décrire les interactions cultures-élevage à l'échelle du territoire, elle a pu mettre en évidence les différents types existants et les freins et leviers à leur développement ne prenant en compte la diversité d'acteurs impliqués.
- La méthode de conception innovante KCP n'a pas été utilisée efficacement, du fait que les participants ne formaient pas un collectif travaillant vers un objectif commun, cela dit, la conclusion aurait peut-être été la même avec une autre méthode, le collectif étant trop hétérogène
- Les ateliers organisés entre éleveurs et céréaliers alimentés par un outil de simulation ont permis d'aborder des aspects très concrets des interactions cultures élevage et ont pointé l'importance de l'animation pour coordonner les acteurs
- Une combinaison de méthodes au cours du temps, impliquant différents acteurs, peut être nécessaire pour aboutir à des réflexions concrètes sur les partenariats à développer

## **Bibliographie**

Casagrande, M., Belmin, R., Boulestreau, Y., Le Bail, M., Navarrete, M., Meynard, J.-M., 2023. Guide méthodologique pour le diagnostic des freins et leviers sociotechniques aux processus d'innovation dans des systèmes agri-alimentaires. <https://doi.org/10.17180/W78M-DN95>

# **Co-construction de scénarios de complémentarités culture-élevage pour la réduction des pesticides à l'échelle d'un territoire**

M. PARMANTIER (1), M. MORAINÉ (1), L. PROST

(1) INNOVATION, CIRAD, INRAE, Montpellier SupAgro, F-34000 Montpellier

(2) SADAPT, Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE, F-78850, Thiverval-Grignon, France

## **INTRODUCTION**

Les controverses liées à l'utilisation de pesticides en agriculture dépassent le niveau de l'exploitation agricole, car elles suscitent des débats sur la connaissance des effets sur la santé publique et les écosystèmes, sur l'harmonisation des réglementations entre pays, et sur la pertinence et les moyens de leur réduction (Dedieu, 2022).

Les enjeux sont donc autant d'ordre technique que socio-économique ou politique. Ils concernent une diversité d'acteurs au-delà des agriculteurs comme les acteurs des politiques publiques, du conseil agricole (Guichard et al. 2017) ou les acteurs des filières (Jacquet et al. 2022). Par ailleurs, leur impact est corrélé aux configurations paysagères, les paysages simplifiés étant à la fois ceux dans lesquels l'usage de pesticides est le plus intensif et les plus vulnérables à leurs effets (Leenhardt et al. 2023).

Nous travaillons sur la Plaine Ouest de Montpellier qui est un territoire périurbain et méditerranéen portant des enjeux de durabilité multiples : exposition forte au changement climatique, risque incendie, nécessité de protéger les ressources en eau, préservation de la biodiversité (zones Natura 2000 et Zones de Protection Spéciale) et de la fertilité des sols, lien à la ville qui génère à la fois des contraintes importantes (accès au foncier, multi-usage des espaces naturels et agricoles, cabanisation, décharges sauvages) et des opportunités, comme la présence de nombreuses structures publiques, privées ou associatives porteuses d'initiatives ou la valorisation de produits en vente directe ou circuits courts. La Plaine Ouest de Montpellier accueille une diversité de productions agricoles (grandes cultures, vigne, maraîchage, arboriculture), mais également d'espaces naturels (collines, ripisylve) ou à l'abandon (friches) que nous souhaitons caractériser (enjeux, contraintes pédologiques et hydrologiques, potentiel de rendement, types de productions agricoles) à l'aide de la littérature grise et scientifique sur le territoire et d'entretiens effectués. Tous ces éléments amènent à l'hypothèse que l'élevage, encore minoritaire sur le territoire, peut être pertinent sur la Plaine Ouest de Montpellier pour répondre aux enjeux de réduction des pesticides comme aux autres enjeux du territoire. Le couplage entre culture et élevage à l'échelle du territoire peut favoriser l'émergence de nouveaux modes d'organisation à cette échelle, optimiser l'usage des ressources et favoriser la diversité des productions (Moraine et al. 2012). Il peut contribuer à la gestion de certains espaces naturels et du risque incendie qui est croissant sur le territoire.

## **RESULTATS**

Cette communication présente une proposition de co-construction de scénarios intégrant l'élevage sur le territoire pour répondre aux divers enjeux locaux, par le prisme de la réduction des pesticides. A partir de notre première analyse du territoire et des initiatives d'action collectives déjà présentes contribuant à réduire l'usage des pesticides, nous dessinons trois visions du territoire mettant la focale sur les enjeux de réduction des pesticides et d'autres enjeux du territoire. Dans chacune de ces trois visions, nous accentuons la logique initiale pour construire un scénario archétypal, dans lequel l'élevage a une place variable et contribue différemment à la réduction des pesticides. Ces éléments sont résumés dans le tableau suivant :

	Levier de réduction des pesticides	Rôle de l'élevage	Représentation du territoire proposée	Impact potentiel sur d'autres préoccupations des acteurs
<b>Scénario « plaine nourricière »</b>	Diversification des cultures	Levier de diversification des assolements	Le territoire comme agrégation de parcelles de production agricole	Meilleur potentiel alimentaire de la plaine Valorisation agricole d'espaces « abandonnés » (friches, spéculation foncière) Débouchés possibles et liens à effectuer avec des filières existantes ou à développer
<b>Scénario « mosaïque paysagère »</b>	Maximisation des régulations biologiques Pâturage des couverts	Maintien, gestion d'espaces naturels à protéger Valorisation de couverts (interculture, intraparcellaires, espaces naturels ou semi-naturels)	Le territoire comme paysage et trame écologique pour la biodiversité	Meilleure protection et gestion des espaces naturels et habitats Valorisation du potentiel de certains espaces pour la biodiversité
<b>Scénario « potentiel de élevage »</b>	Diversification des cultures Pâturage des couverts	Levier de diversification des assolements, de gestion d'espaces (semi-)naturels, de coordination des acteurs autour du « 0 phytos »	Le territoire comme continuité fonctionnelle et organisationnelle entre des espaces agricoles et naturels pour le pâturage des troupeaux	Coexistence de l'élevage avec les autres activités et enjeux du territoire Coordination entre acteurs (organisation territoriale du développement de l'élevage)

## PERSPECTIVES

A l'aide de l'outil Co-Click'Eau (Chantre et al. 2016) nous co-construirons en 2024 des scénarios d'assolement couplés à des indicateurs de performance (biodiversité, autonomie alimentaire, performances économiques) avec les acteurs du territoire porteurs de ces visions. Pour ce faire, une phase d'immersion en exploitation agricole sera effectuée au printemps 2024, permettant de préciser et informer les scénarios modélisés ensuite dans CoClickEau et la situation actuelle du territoire. L'objectif est ensuite de confronter ces visions et les évolutions possibles des systèmes de production au regard des enjeux du territoire (réduction des pesticides, incendie, biodiversité, eau...) avec une plus grande diversité d'acteurs. Nous pourrons lors de ces échanges identifier de nouveaux freins ou leviers à la fois à l'intégration de l'élevage sur le territoire et à la coordination des acteurs à l'échelle territoriale. Ce travail contribuera d'une part à la connaissance de la place de l'élevage dans les transitions de territoires vers une faible utilisation de pesticides, et d'autre part à tester les conditions de coordination entre divers systèmes de production, enjeux et acteurs sur un territoire méditerranéen périurbain soumis à des contraintes nombreuses.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chantre, E., Guichard, L., Ballot, R., Jacquet, F., Jeuffroy, M. H., Prigent, C., Barzman, M. (2016). Co-click'eau, a participatory method for land-use scenarios in water catchments. *Land Use Policy*, 59, 260-271. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.001>
- Dedieu, F. (2022). « Pesticides. Le confort de l'ignorance. » Editions Anthropocène, 400 pages. EAN 978202147349
- Guichard, L., Dedieu, F., Jeuffroy, M. H., Meynard, J. M., Reau, R., Savini, I. (2017). Le plan Ecophyto de réduction d'usage des pesticides en France: décryptage d'un échec et raisons d'espérer. *Cahiers agricultures*, 26(1), 14002. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017004>.
- Jacquet, F., Jeuffroy, M. H., Jouan, J., Le Cadre, E., Litrico, I., Malausa, T., Reboud X., Huyghe, C. (2022). Pesticide-free agriculture as a new paradigm for research. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00742-8>.
- Leenhardt, S., Mamy, L., Pesce, S., Sanchez, W. (2023). *Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques*. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3657-2>.
- Moraine, M., Therond O., Leterme P., Duru M. (2012). « Un cadre conceptuel pour l'intégration agroécologique de systèmes combinant culture et élevage ».

# Vers une agroécologie de territoire : connaissances et démarche de recherche-action pour soutenir l'intégration culture-élevage

MORAINE M. (1), CASSAGNES A. (2), RYSCHAWY J., GRILLOT M. (3), STARK F. (4)

(1) UMR 0951 INNOVATION, INRAE, CIRAD, Institut Agro Montpellier, 2 Place Pierre Viala, 34060 MONTPELLIER - [marc.moraine@inrae.fr](mailto:marc.moraine@inrae.fr)

(2) BIOCIAM 11 - Association des producteurs bio de l'Aude, 11 rue de l'Industrie - 11 800 TREBES

(3) UMR 1248 AGIR, INPT ENSAT INRAE, Chemin de Borderouge F-31324 CASTANET-TOLOSAN

(4) UMR SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, 34000, Montpellier, France

Mots-clés : Transition agroécologique, Intégration culture-élevage, Pluridisciplinarité, Recherche-Action

## INTRODUCTION

L'intégration culture - élevage, démarche qui vise à reconnecter productions animales et végétales à l'échelle territoriale dans une perspective agroécologique (Martin et al., 2016), cristallise de manière particulière les enjeux, difficultés et pistes d'action pour déverrouiller les systèmes agricoles vers plus de soutenabilité. En effet, les initiatives d'intégration culture - élevage mobilisent des ressources territoriales de différentes natures (Thenard et al., 2021), et s'inscrivent dans des transitions de moyen à long terme au cours desquelles elles traversent des phases de développement, des chocs et des phénomènes de verrouillage et déverrouillage (Moraine et al., 2020). Dans cette communication, nous présentons le concept d'agroécologie de territoire, développé autour de stratégies collectives d'acteurs variés mais qui portent des visions alternatives du système agricole et alimentaire, en vue d'en assurer la soutenabilité. Nous illustrons ce concept à partir d'un cas d'étude de transition en cours autour de la diversification des productions dans le territoire de l'Aude et leurs synergies au sein de systèmes culture - élevage interconnectés. L'enjeu est de proposer un cadre conceptuel et méthodologique adapté pour construire les connaissances et soutenir le développement de systèmes multi-acteurs présentant des innovations techniques, organisationnelles et socio-territoriales.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Le Minervois est un territoire situé entre l'Aude et l'Hérault en Occitanie, qui se caractérise par un sol argilo-limoneux peu profond et pauvre en matière organique, ainsi qu'un climat méditerranéen sec. Le paysage est structuré par l'agriculture qui constitue le cœur de l'activité économique, associée au tourisme. La viticulture est la principale production, malgré une diminution de plus de 20% des surfaces depuis 1980. L'agriculture biologique a fortement progressé, atteignant 30% des exploitations viticoles en 2020. Suite aux campagnes d'arrachage viticole, la production de céréales s'est développée en priorité autour du blé dur, soutenu par les aides de la PAC, et de manière plus confidentielle dans des systèmes diversifiés en agriculture biologique, intégrant des prairies de légumineuses et des rotations longues (Treboux, 2023). Ces systèmes de culture diversifiés s'intègrent dans des partenariats céréaliers-éleveurs pour la valorisation des cultures fourragères et pour le pâturage de différentes ressources : résidus de culture, couverts, cultures mal implantées ou envahies d'adventices. Le pâturage direct est conduit par des bergers plus ou moins itinérants, qui pâturent également des espaces semi-naturels, contribuant ainsi à l'entretien de ces espaces et à la lutte contre l'incendie, ainsi que des vignes en période hivernale. Ces initiatives dessinent les contours d'un système agricole diversifié basé sur la valorisation des ressources par la complémentarité entre activités, mais qui reste actuellement peu stabilisé, très dépendant de l'investissement de quelques acteurs majeurs et limité par un manque de connaissances sur les ressources disponibles et de coordination entre les acteurs.

Le projet SagiTerres (Stratégies Collectives pour une Agroécologie de Territoire) porte un travail de recherche-action pour renforcer les connaissances et accompagner le développement de systèmes culture-élevage à l'échelle du territoire. Sur la base de la caractérisation fine des pratiques d'intégration culture-élevage en place, les conditions de développement de ces pratiques ont été mises en évidence et leur transposition à d'autres territoires a été testée, dans le cadre de dispositifs participatifs de construction de scénarios de ré-intégration de l'élevage.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

L'analyse et l'accompagnement du développement de formes d'agroécologie de territoire repose sur la construction de connaissances dans différents domaines : (1) les potentiels agronomiques liés aux milieux, notamment des ressources fourragères et pastorales dans les systèmes de culture, les systèmes viticoles et les espaces naturels ; (2) les configurations des systèmes de production, notamment les attentes des agriculteurs et la place des pratiques d'intégration culture-élevage dans leur système, et les circuits de pâturage des bergers ; (3) les configurations de coordination entre les acteurs : l'existence d'intermédiaires animateurs ou conseillers agricoles, de structures d'appui à la

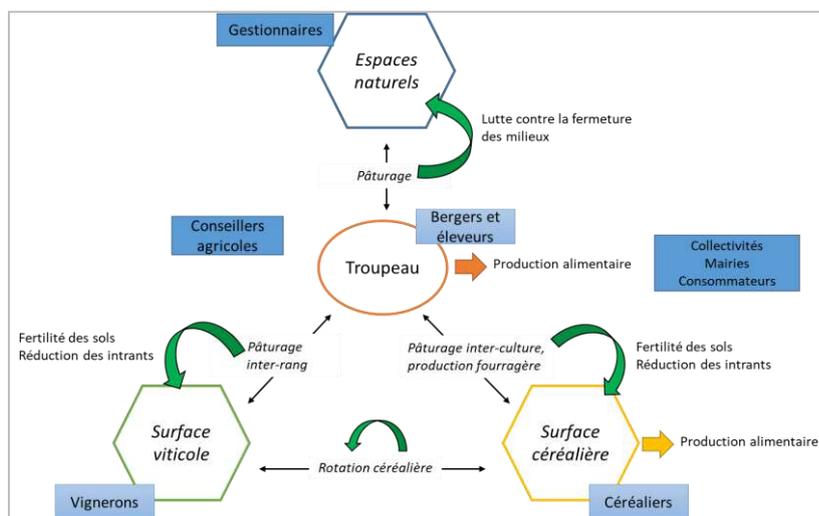


Figure 1 : Système agroécologique territorial du Minervois construit avec les partenaires locaux

formation ou la médiation des conflits, de modalités de formalisation des échanges : réunions, contrats, chartes, etc. ; (4) les bénéfices et les limites de ces pratiques : services écosystémiques pour les systèmes de production (fertilité des sols, économies d'intrants), services pour le territoire (maintien d'espaces ouverts, offre alimentaire diversifiée), conflits liés à l'usage de ressources ou entre usagers du territoire (chasseurs, loisirs plein air) ; (5) l'existence de filières de commercialisation pour assurer les débouchés et la valorisation des produits ; (6) la construction d'une légitimité et d'une reconnaissance de ces pratiques, allant de démarches de communication à de possibles soutiens financiers par les collectivités territoriales et les collectifs de consommateurs et citoyens. Ces six volets de recherche-action apparaissent nécessaires pour faire émerger et consolider un modèle d'agroécologie de territoire qui se veut une alternative au système spécialisé, mais dépend d'un ensemble d'acteurs dont la coordination est cruciale (Figure 1). Dans le Minervois, les compétences techniques et organisationnelles des agriculteurs, la construction des débouchés commerciaux et l'existence de conflits d'usage sur le territoire constituent des limites importantes, mais des acteurs comme le BioCivam, des associations et des élus se mobilisent pour construire et diffuser les savoirs nécessaires au développement de cette agroécologie de territoire.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Analyser et accompagner la transition agroécologique des systèmes agricoles et alimentaires est un défi majeur pour la recherche, et nécessite un regard multidisciplinaire pour comprendre les spécificités territoriales des transitions, en complément des cadres théoriques abordant les transitions sociotechniques.

Formaliser les enjeux, les déterminants et les ressources pour le développement d'une agroécologie de territoire constitue une piste pour accompagner des transitions ancrées dans les spécificités locales de l'agriculture, en s'appuyant sur l'analyse des dynamiques à l'œuvre et des évolutions passées et futures du territoire d'étude.

*Ce travail a bénéficié d'une aide du Labex AGRO 2011- LABX-002, projet n°2123-039, intégré à l'I-Site Muse coordonnée par Agropolis Fondation et par la Fondation Daniel & Nina Carasso dans le cadre du dispositif CO3.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Martin, G., Moraine, M., Ryschawy, J., Magne, M.-A., Asai, M., Sarthou, J.-P., Duru, M., Therond, O., 2016. Crop–livestock integration beyond the farm level: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 36, 53.

Moraine M., Ryschawy J., Napoléone M., Ramonteu S., Choisis J.-P., 2020. Complémentarités culture – élevage à l'échelle territoire : facteurs de déverrouillage et de pérennisation des projets collectifs. *Innovations Agronomiques*, 80, 99-112.

Thénaud V., Martel G., Choisis J.-P., Petit T., Couvreur S., Fontaine O., Moraine M., 2021. How access and dynamics in the use of territorial resources shape agroecological transitions in crop-livestock systems: learnings and perspectives. In Lamine C., Magda D., Rivera-Ferre M., Marsden T., *Agroecological transitions, between determinist and open-ended visions*.

Treboux M., 2023. La société coopérative d'intérêt collectif Graines Équitables : une démarche collective et un outil industriel pour soutenir la diversification en grandes cultures d'un territoire viticole méditerranéen. Rapport d'étude Institut Agro-Montpellier, Mastère IPAD, 7 pages.

# L'élaboration d'archétypes de territoires, un moyen d'explorer la place actuelle et future des formes d'intégration culture – élevage

RAMONTEU S. (1), MORAINÉ M. (2), CHOISIS J.P. (3)

(1) ACTA, 149 rue de Bercy, 75012, Paris, France

(2) INNOVATION, CIRAD, INRAE, Institut Agro, 2, Place Pierre Viala, 34060 Montpellier, France

(3) SELMET, CIRAD, INRAE, Institut Agro, 2, Place Pierre Viala, 34060, Montpellier, France

Mots-clés : Territoires, enjeux, intégration culture-élevage, prospective

**INTRODUCTION :** En France, l'accroissement de la productivité en agriculture s'est traduit, via une recherche d'économie d'échelle et d'agglomération (Chatellier et Gaigné, 2012), par un agrandissement des exploitations et une spécialisation plus ou moins marquée des territoires, c'est-à-dire une séparation entre productions animales et végétales selon les potentiels pédoclimatiques. Ces processus de spécialisation déterminent fortement les enjeux de durabilité de l'agriculture sur les territoires : continuer à produire en restaurant la fertilité des sols, recréer des mosaïques d'habitats pour la biodiversité, limiter la consommation d'eau, limiter les pollutions de l'eau par les nitrates, diversifier les cultures, etc. Le rebouclage des cycles des nutriments nécessaire au développement d'une agriculture plus sobre et autonome doit ainsi être appréhendé à des échelles variées (exploitation, groupe d'exploitations, périmètres de coopérative ou d'AOC...) en fonction des caractéristiques de chaque territoire.

La caractérisation d'archétypes de territoires<sup>1</sup> que nous avons développée vise à illustrer le degré d'équilibre relatif entre productions animales et végétales dans les territoires, afin de définir les catégories d'enjeux prioritaires et les potentiels freins et leviers pour le développement de systèmes intégrant culture et élevage au sein des territoires.

La formalisation de ces archétypes a pour but de contextualiser les situations et permet de dégager des invariants, (aussi bien dans les contraintes et les enjeux que les options potentielles d'Interactions Culture-Elevage = ICE), issus d'études de cas localisées. Nous faisons le pari que des leviers identifiés dans un cas d'étude, d'un archétype donné peuvent inspirer d'autres cas d'étude relevant de ce même archétype. Le degré de généricité relative issu de la comparaison de ces différents cas d'études sera discuté, ainsi que les perspectives en termes de conception de systèmes agricoles territoriaux, et plus largement de contribution possible aux transitions agroécologiques à grande échelle (Van Zanten et al., 2018 ; Poux et Aubert, 2018).

## 1. MATERIEL ET METHODES

Les archétypes proposés se fondent sur une analyse comparée de différents cas d'étude du RMT SPyCE (2014-2020). Une première version, présentée sous la forme d'un tableau de type Atouts Forces Opportunités Menaces (figure 1), a été mise en discussion lors d'un atelier du séminaire annuel du RMT SPICEE, en novembre 2021, faisant intervenir 13 experts principalement issus du milieu de la recherche ou de l'enseignement supérieur, de disciplines diverses, mais aussi de chambres d'agriculture et de coopératives agricoles. Pour chaque archétype, les experts présents étaient amenés à discuter et compléter les options possibles d'ICE à différentes échelles (exploitation, collectif coopérant sur un territoire), les enjeux auxquels ces ICE répondent, et les freins et leviers à leur développement (figure 2).

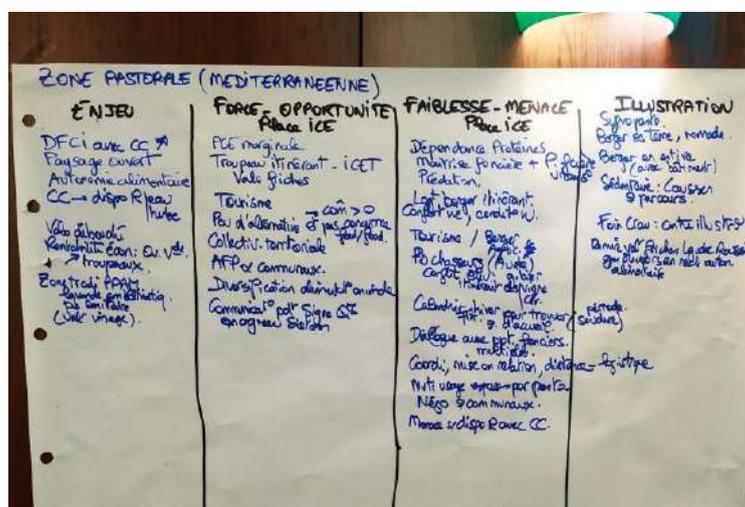


Figure 2 : support de travail pour l'analyse d'un archétype

**2. RESULTATS & DISCUSSION :** Neuf archétypes, regroupés en 3 grandes catégories, ont été identifiés : zones spécialisées en productions végétales (Grandes Cultures, Cultures Pérennes), zones mixtes (Périurbain diversifié, Rural productif, Diversifié extensif), zones spécialisées en élevage (Elevage intensif concentré, Elevage de Montagne / herbager, Elevage Pastoral Méditerranéen) (figure 1).

Les résultats sont présentés pour les différents archétypes, en dégageant les invariants. Par exemple, dans les zones spécialisées en cultures, les enjeux identifiés sont la réduction des pesticides, la restauration de la fertilité des sols,

<sup>1</sup> Un archétype couvre des systèmes de productions principaux (élevage herbager, grandes cultures, etc), qui se sont développées du fait de contraintes pédoclimatiques et sociales données, associées à des enjeux (biodiversité, eau, qualité des sols...) spécifiques.

le stockage de carbone dans l'agroécosystème, la diversification et complexification des paysages et des habitats pour la biodiversité, et le dynamisme économique visant à favoriser l'emploi et maintenir un tissu rural actif. Les options d'ICE identifiées pour répondre aux enjeux cités sont la diversification des fermes avec un ou plusieurs ateliers d'élevage, la complémentarité avec la production d'énergie par méthanisation, ou encore l'organisation du pâturage itinérant à grande échelle sur les résidus de culture et couverts végétaux. Les freins et leviers majeurs concernent la restructuration des filières d'élevage, depuis les infrastructures de production jusqu'aux débouchés commerciaux, et l'attractivité des emplois qui peuvent être proposés ainsi que la formation des travailleurs. Des illustrations des différents archétypes sont proposées sur la base d'initiatives de terrain innovantes du point de vue de la reconstruction d'ICE.

Archétypes de territoires	Enjeu territoire	Place actuelle PCE/ICET		Potentiel de développement PCE/ICET	
		Force	Faiblesse-menace	Opportunité	contrainte/difficulté
<b>Zone spécialisée Grandes Cultures</b>	Restaurer fertilité des sols, biodiversité, paysage Diminuer IFT, solution alternative / impasses gestion bioagresseurs yc adventices résistantes herbicides....		Perte d'ambiance élevage	valorisation biomasse (cult. intermédiaires) retour élevage via ICET: -pâturage itinérant -unité d'engraissement intensif	Défi (re)construction filière transfo animale Savoirs élevage et complémentarité CCE disparus chez agri
<b>Zone orientée élevage : Zone herbagère montagne</b>	Autonomie alimentaire territoriale Maintien espace ouvert		Pas de PCE, car pas de zone labourable	ICET : complémentarité zone montagne et plaine, valorisation possible via cdc de SIQO	Pas de PCE, car pas de zone labourable
<b>Zone diversifiée bon potentiel agro : Zone rurale productive</b>		PCE de plaine, structure de taille moyenne à grande (particularité Tropicale DOM : petite structure)	Tendance céréalisation ou intensification, risque perte de prairies	PCE ICET : valorisation de coproduits d'industries dispo; projet de création de filière locale d'aliment du bétail tracé non OGM ; unité de méthanisation ou d'engraissement intensif	Arbitrage méthanisation / élevage

Figure 1 : Première version de la typologie des archétypes de territoires soumise aux experts (un exemple est donné pour chaque catégorie d'archétypes)

**CONCLUSION & PERSPECTIVES :** Ce travail a permis de mettre en évidence des pistes de réintégration culture - élevage dans les territoires, selon leurs situations de spécialisation historique, les enjeux qui en découlent et les ressources qu'ils peuvent mobiliser pour mettre en œuvre ces transitions. L'expertise mobilisée lors du processus de construction des archétypes permet d'ancrer ces réflexions dans des réalités de terrain contrastées, qui dressent un panorama très large des situations agricoles en France, et met en évidence la récurrence des enjeux de réintégration de l'élevage dans une perspective de synergie avec les cultures. Caractériser le potentiel d'ICE sur les territoires peut constituer un support pour la construction de connaissances pour l'action : poser un diagnostic cadré, proposer des outils d'analyse des situations territoriales, soutenir la réflexion dans une démarche prospective, et in fine guider l'action publique territoriale à différents niveaux (local, départemental, régional, national). Ce cadre propose également un support pédagogique simple et relativement exhaustif pour la formation initiale et continue des agents du développement agricole et au-delà. Des travaux plus récents (Moraine et al., 2022) le reprennent pour concevoir des scénarios prospectifs d'intégration culture - élevage.

*Les auteurs remercient les experts ayant contribué à l'atelier. Ce travail a été réalisé dans le cadre du RMT SPICEE qui bénéficie du soutien financier du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation via les fonds CASDAR*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chatellier V., Gaigné C., 2012. Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français. *Innovations Agronomiques*, 22 : 185-203.
- Moraine, M., Garance, G., Ramonteu, S., Choisis, J. P., 2022. Construire des scénarios de complémentarité culture-élevage vers une transition agroécologique : application à La Réunion et au Lot. *Rencontres Recherches Ruminants* 26 : 328-330.
- Poux X, Aubert PM. 2018. An agroecological Europe in 2050 : multifunctional agriculture for healthy eating. Findings from the Ten Years For Agroecology (TYFA) modelling exercise, Iddri-AScA, Study, 9, 18.
- Van Zanten H.H.E., Herrero M., Ha, O.V., Roos E., Muller A., Garnett T., Boer I.J.M.D., 2018. Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Global change biology* 24 (9) : 4185-4194.

# Quels verrouillages pour les transitions vers une économie circulaire ? Le cas des dynamiques territoriales d'intégration culture-élevage à l'île de La Réunion

Kouadio K., Jacquet C., Choisis J-P., Siqueira T. T. S.

CIRAD, INRAE Institut Agro Montpellier, SELMET 34000, Montpellier, France

Mots-clés : innovation, économie circulaire, diagnostic sociotechnique, freins, système de verrouillage, gouvernance, système sociotechnique, territoire

## INTRODUCTION

L'économie circulaire (EC) émerge en tant qu'une opportunité novatrice pour faire face à des challenges économiques et environnementaux des différents territoires. Cela semble encore plus important dans les zones insulaires du fait de leur isolement, d'une croissance démographique soutenue et d'une disponibilité de ressources réduite. Pour faire face à ces challenges des initiatives contribuant à une plus grande circularité de la biomasse semblent émerger au sein de La Réunion (Vayssières et al., 2019 ; Vigne et al., 2021). Même si des échanges de biomasse entre les filières d'élevage et végétales ont toujours existé, le développement des dynamiques territoriales d'intégration de culture-élevage (ICE) permettant d'accroître la circularité de la biomasse devient une alternative particulièrement prisée par les acteurs du territoire. Ces constats nous amènent à nous interroger sur la nature des projets innovants s'inscrivant dans des dynamiques d'intégration culture-élevage (ICE). Ils nous conduisent également à s'intéresser aux systèmes de verrouillage auxquels ils sont associés.

## 1- MATERIELS ET METHODES

Ce travail d'identification et de caractérisation des projets s'est reposé sur un diagnostic sociotechnique des innovations (Casagrande et al., 2023) valorisant la biomasse dans une logique circulaire à l'échelle du territoire de La Réunion. A ces fins, une quarantaine d'entretiens semi-directifs ont été menés, permettant d'identifier 40 projets innovants, parmi lesquels 11 mobilisent une dynamique d'ICE. Puis, nous avons enquêté des acteurs en amont et en aval des filières végétales et animales, notamment des représentants de l'état et des collectivités territoriales, des coopératives, ainsi que des acteurs de la grande distribution. Les entretiens nous ont permis de décrire le système sociotechnique autour de chacun des projets d'EC fondés sur une dynamique d'ICE ainsi que d'identifier, avec les acteurs eux-mêmes, les principaux freins pour leurs mises en place.

## 2- RESULTATS ET DISCUSSION

### 2-1 Les projets innovants, s'inscrivant dans le principe d'économie circulaire, fondés sur une dynamique d'ICE

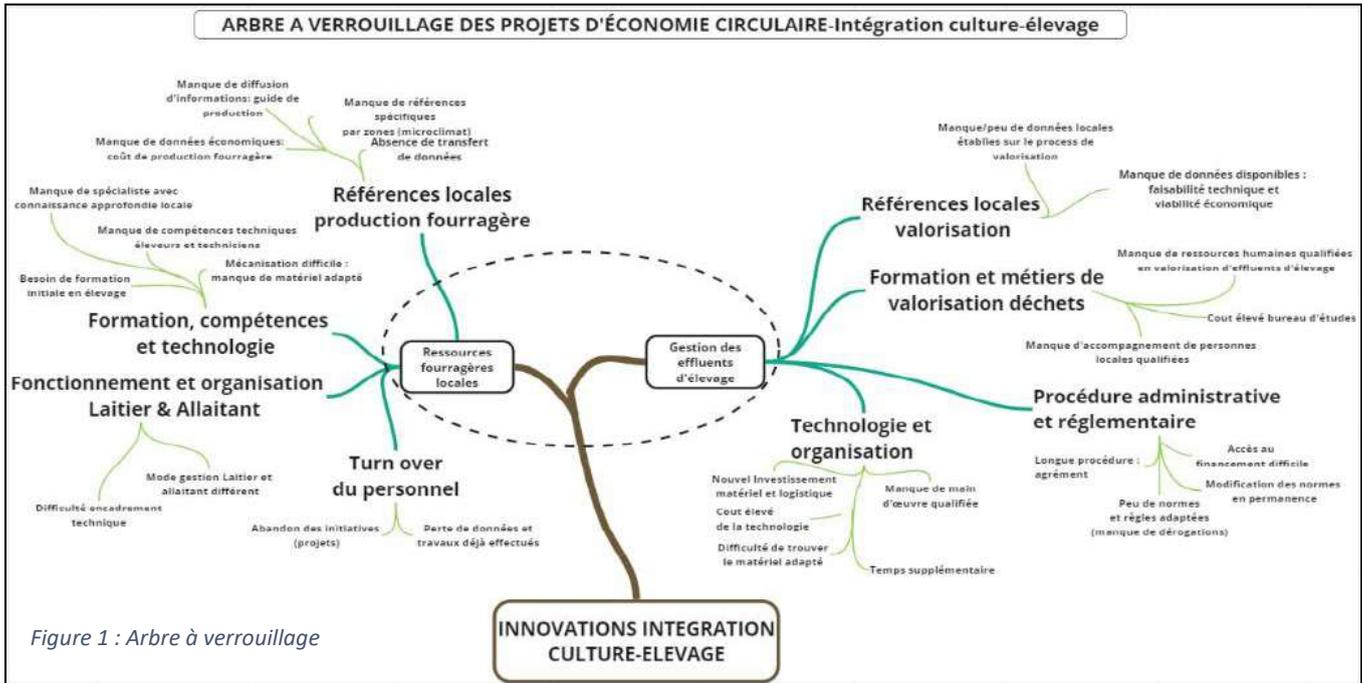
Nous avons identifié des projets innovants regroupés autour de deux problématiques centrales : **l'utilisation circulaire de ressources locales pour la production animale** et **la gestion des effluents**. Pour la première, nous avons identifié deux projets innovants visant à répondre spécifiquement aux enjeux d'autonomie fourragère et d'utilisation de litière locale. Le premier est porté par les deux coopératives de bovins de La Réunion, et concerne la mise en place d'une banque fourragère permettant de produire le fourrage, le stocker et le distribuer aux élevages en période de rupture. Quant au deuxième projet, porté par une coopérative avicole, il cherche à mobiliser de nouvelles ressources (paille de canne, bois de palettes...) pour la litière volaille.

Au niveau de **la gestion des effluents** nous avons identifié 9 projets innovants liés à la valorisation des effluents d'élevage (fumier et lisier). Il s'agit de 2 projets sur le compostage portés par deux coopératives avicoles, le projet de méthanisation porté par un cannier-éleveur et le projet de séparation de phase porté par la coopérative des producteurs de porc. Nous avons également identifié 3 projets de mise en réseau d'acteurs pour une meilleure gestion des effluents ('Team compost', comité de gestion des effluents, Satege). L'étude a identifié aussi 2 projets appuyés sur des essais au champ. Le premier, porté par l'institut technique Armefflor, qui consiste à tester l'impact des fumiers de volaille sur la production maraîchère. Le deuxième, porté par le Cirad et le syndicat mixte pour le traitement des déchets des microrégions sud et ouest de La Réunion (ILEVA). Ce travail a consisté dans la réalisation d'essais de co-compostage de déchets verts et effluents d'élevage pour une utilisation en maraîchage et sur des prairies. Ces 9 projets présentent un intérêt autant pour les filières maraîchères que pour les élevages. Les effluents d'élevage compostés aident à résoudre les problèmes de plan d'épandage rencontrés par les éleveurs, du fait des fortes contraintes de relief et de petite dimension des exploitations, tout en fournissant du compost ou du digestat pour les maraîchers.

### 2-2 Système de verrouillage associé aux projets identifiés

Pour représenter l'ensemble des freins cités par les acteurs, nous avons construit un arbre à verrouillage (David et al., 1985) autour des deux problématiques centrales : l'utilisation circulaire des ressources locales pour la production animale et la gestion des effluents (Figure 1). Concernant la première problématique, les personnes interrogées ont souligné l'absence de références par zone sur les quantités et qualités des fourrages. Cette absence, empêche un conseil

dans la gestion fourragère adapté à chaque zone. Par conséquent, on observe un grand déficit dans certaines zones (notamment en saison sèche) avec un surplus dans d'autres. Pour autant, notre étude a révélé qu'il existe des outils de gestion de production fourragère. Néanmoins, ils semblent méconnus ou difficilement utilisables par les acteurs de terrain. La spécialisation des filières d'élevage à la Réunion a laissé peu de marge aux éleveurs pour se former et actualiser leurs connaissances pour faire évoluer leur système de production. Les techniciens, eux aussi, manquent de compétences et de formation, limitant la fourniture de conseils aux éleveurs. Par conséquent, les éleveurs ont adopté une stratégie d'alimentation qui vient compenser le défaut de qualité des fourrages produits en distribuant des ressources achetées (aliments concentrés, paille de canne...). Enfin, le Turn-over fréquent des personnes est aussi régulièrement évoqué comme l'une des difficultés majeures à la mise en place d'un accompagnement sur le long-terme.



En ce qui concerne la gestion des effluents d'élevage, le manque de références locales sur le traitement des effluents complexifie sa valorisation. De plus, l'absence d'études économiques sur le compostage ou la méthanisation amplifie les incertitudes associées au projet et décourage les investisseurs. Le manque de personnel qualifié dans les structures d'accompagnement est également souligné comme une limite. Les projets de valorisation des effluents se retrouvent souvent retardés car les normes à respecter sont nombreuses et certaines sont perçues comme inadaptées. Pour y faire face, certains acteurs s'entourent des bureaux d'études afin d'avoir un appui, néanmoins cela représente un coût élevé. Les obstacles techniques et organisationnels identifiés tels que le coût élevé du matériel, ainsi que le manque de main d'œuvre qualifiée et le temps supplémentaire nécessaire constituent un ensemble de facteurs qui découragent les acteurs à innover. Ces freins conjugués aux contraintes administratives et réglementaires comme la longueur des procédures au cours d'un projet de valorisation de déchets, l'accès au financement, la modification régulière des normes qui perturbe les porteurs de projets ainsi que le manque de dérogations, dans certaines conditions, contribuent également à l'enlisement des projets. On note que ces freins se renforcent et conduisent à une situation de verrouillage qui entrave l'innovation autour des projets de l'EC et favorise le statu quo.

## CONCLUSION

Cette étude a permis tout d'abord, d'identifier de nombreux projets innovants d'EC fondés sur une dynamique d'ICE au sein du territoire réunionnais. Il nous a permis d'identifier l'ensemble des freins globalement présents dans la littérature, mais certains qui nous semblent plus ancrés aux nombreuses spécificités de ce territoire insulaire. Elle a mis en lumière l'importance d'avoir une vision partagée de l'économie circulaire entre les parties prenantes des projets, ainsi que la nécessité de réaliser un diagnostic de verrouillage potentiel en amont de la construction de ces projets. Ceci afin de donner plus de chance de réussite aux projets. Les freins identifiés lors des entretiens mériteraient d'être mis en discussion avec les acteurs concernés pour une validation, correction et meilleure compréhension du processus de verrouillage. Cela permettrait d'identifier des leviers d'action collectifs contribuant à la mise en place des projets d'économie circulaire fondés sur une dynamique d'ICE en tenant en compte des spécificités du territoire.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Casagrande M., Raphaël B., Yann B., Mireille N., et J-M M., (2023). Guide méthodologique pour le diagnostic des freins et leviers sociotechniques aux processus d'innovation dans des systèmes agri-alimentaires. 66 p.
- David Paul A., (1985). Clio and the Economics of QWERTY. *The American Economic Review* 75(2):332-37.

Vayssières J., Thevenot A., Acosta I., Vigne M., Tillard E., (2019). A participatory, territory-rooted and change-oriented approach to assess the multi-criteria contribution of an agrifood value chain to sustainable development. *Indonesian Journal of Life Cycle Assessment and Sustainability*, 3 (1) : 43-63.

Vigne M., Achard P., Alison C., Castanier C., Choisis J.P., Conrozier R., Courdier R., Degenne P.,... &Vayssières J. (2021). Une agronomie clinique et territoriale pour accompagner la transition vers une économie circulaire autour de l'agriculture : mise à l'épreuve et enseignements du projet GABiR à La Réunion. *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 11 (2) : 16 p.

# La polyculture - élevage : une composante essentielle au maintien de la fertilité des sols d'un système d'élevage bovins viande autonome en AB ?

DAVEAU B., FORTIN J.,

Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou – la garenne de la cheminée – 49220 Thorigné d'Anjou

Mots clés : agriculture biologique, fertilité, sols, polyculture-élevage

## CONTEXTE ET OBJECTIF

Située à 20 km au Nord-Ouest d'Angers, la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou développe un système allaitant de type naisseur-engraisseur conduit en agriculture biologique depuis près de 25 ans. À la création du site, trois postulats majeurs ont été posés i) l'autonomie alimentaire complète du troupeau ii) une exigence élevée sur les performances zootechniques avec la finition de la quasi-totalité des bovins et iii) une sobriété forte vis-à-vis des intrants. La ferme est située dans une zone pédoclimatique contraignante. Les sols limoneux-sableux, à tendance acide, de faibles profondeurs (50 cm en moyenne) et chargés en cailloux disposent d'une réserve hydrique limitée. Si une très large place est consacrée à l'herbe (à base de prairies naturelles et temporaires) dans le système fourrager, la diversité des prairies cultivées (prairies à flore variée, luzerne) et le recours à des cultures annuelles (récoltées en fourrages ou en grains) sont des atouts indéniables pour assurer l'autonomie alimentaire globale (Coutard, 2017 ; Fortin, 2021). La question est de savoir si d'un point de vue agronomique, la diversité de ces ressources et la large place accordée aux prairies temporaires en rotation de ce système en polyculture-élevage peuvent être également des facteurs favorables au **maintien de la fertilité des sols, de plus en plus questionnée en agriculture biologique**. L'objectif de cet article est donc de mesurer si ce système autonome maintient la fertilité de ses sols à long terme malgré un très faible recours aux intrants.

## MATERIEL ET METHODES

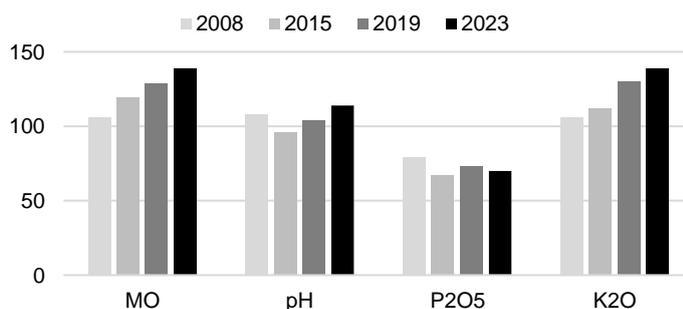
Pour caractériser l'évolution de la fertilité des sols, une analyse précise de la composante chimique de cette fertilité a été réalisée en mobilisant les données disponibles sur 5 campagnes de prélèvement (2004/2008/2015/2019/2023) sur l'horizon 0 – 30 cm. Quatre indicateurs majeurs ont été sélectionnés : matière organique (MO) et C/N, pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O. Une analyse ciblée des trajectoires de 14 parcelles en rotation a également été conduite.

Le bilan des minéraux (N, P et K) a été réalisé sur la base de la méthodologie proposée par Simon et Le Corre, 1992, utilisée dans le dispositif INOSYS Réseaux d'élevage. Les données des teneurs en phosphore obtenus sur plus de 400 fourrages (enrubannage, foin, ensilage) récoltés sur les parcelles de 2002 à 2021 ont également été mobilisées.

**Description du système et de la rotation :** sur 140 ha de SAU, la majorité de la surface est consacrée à la production de ressources alimentaires pour les 130 UGB du troupeau. Les cultures de vente représentent en effet moins de 5 % de la SAU. La surface fourragère représente 85 % de la surface avec un chargement de 1,10 UGB/ha de SFP. Sur 90 ha, la rotation principale s'appuie sur des prairies temporaires pendant 4 ans. Une association de triticale/pois fourrager est ensuite récoltée en grains suivie d'un colza fourrager pâturé avant le semis de féverole. En 7<sup>ème</sup> année de rotation, l'implantation des prairies est réalisée sous couvert de céréales-protéagineux (triticale, pois fourrager, vesce). Le recours au labour est systématique pour la destruction des prairies et le semis de féverole. Il est optionnel (suivant le salissement de la parcelle) pour l'implantation des prairies.

## RESULTATS

**Sur la matière organique :** une augmentation des taux de matière organique est constatée à l'échelle du système et également sur les parcelles en rotation ( $n=14$ ) de 2,2 %  $\pm$  0,41 de MO en 2004 à 3,0 %  $\pm$  0,47 en 2023. Un léger accroissement du rapport C/N traduit une accumulation de carbone stable avec des rapports qui restent cohérents avec un fonctionnement convenable du sol ( $9,6 \pm 0,9$  en 2023).



Graph 1 : évolution 4 indicateurs de fertilité des sols sur 14 parcelles en rotation (base 100 de 2004)

**Sur le pH :** dans ces sols à tendance acide, le recours à l'utilisation de carbonate humide avec un apport de 1,5 t/ha tous les 3-4 ans est nécessaire et suffisant pour maintenir le pH (6,5 +/- 0,22 en 2023) et un niveau de saturation de la CEC satisfaisant (Ca/CEC : 75 %).

**Sur les minéraux majeurs :** l'achat d'environ un tiers des besoins en paille du système constitue l'unique entrée de phosphore et de potassium. Le bilan de minéraux conduit à un quasi-équilibre en potassium et à un très léger déficit en phosphore (- 5 U de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/an). Les teneurs dans le sol semblent effectivement traduire une légère baisse en phosphore. Néanmoins en 20 ans, aucune baisse des teneurs en phosphore des fourrages récoltés n'a été observée. Le bilan indique un léger excédent en azote (+ 30 U d'N/ha/an) lié à la forte contribution des légumineuses fourragères. La variabilité interannuelle de cette contribution peut être importante en fonction des variations de productivité des prairies (± 20 % / an) et de la part de légumineuses dans ces dernières (ex : 25 % ± 12 % en moyenne annuelle sur des prairies multi espèces). Ce bilan reste néanmoins toujours légèrement excédentaire. Sur l'azote, les questions sont davantage liées à sa mise à disposition pour les plantes en cours de culture suivant la quantité de reliquat azoté sortie d'hiver et les conditions de minéralisation au printemps.

Globalement la valorisation par un troupeau allaitant de la très grande majorité de la surface permet une exploitation sobre et un usage durable de sols à potentiels limités. Néanmoins, sans remettre en cause le système de culture qui permet une amélioration de plusieurs indicateurs de fertilité chimique, l'allocation d'une vingtaine d'hectare de cultures annuelles pour l'alimentation du troupeau pose davantage question. Si les associations de céréales/protéagineux ont démontré leur intérêt pour sécuriser la production fourragère grâce notamment à l'implantation de prairies sous couvert, le recours à des cultures récoltées en grains interroge.

## DISCUSSION

Avec le recours à très peu d'intrants, un système de polyculture-élevage bovins allaitant autonome, conduit en AB, qui laisse une large place aux prairies, obtient donc une trajectoire assez encourageante d'évolution des indicateurs de la fertilité de ses sols. Dans la rotation, la présence de prairies temporaires (70 % de la durée de la rotation), la quasi-absence de sol nu (< 5 % de cette durée), l'utilisation de flores diversifiées peuvent être des facteurs explicatifs de cette trajectoire.

Dans une perspective de réduction de la compétition feed/food l'ensemble des travaux en cours visant à réduire l'utilisation de matières premières (leviers techniques et génétiques) pour l'alimentation du troupeau pourrait in fine permettre d'allouer une surface un peu plus importante aux cultures de vente à destination de l'alimentation humaine.

*Cette étude a été réalisée avec la participation financière de la Région Pays de la Loire.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Coutard J.P. & Fortin J., 2017 : Fourrages n°231, p. 179-189.

Fortin J. & Daveau B., 2021 : RFL3, Renc. Francophones sur les Légumineuses

Simon J.C. & Le Corre L., 1992 : Fourrages n°129, p. 79 - 94.

**Améliorer la résilience et la multi-performance du système d'exploitation en maximisant le couplage culture-élevage : exemple de la ferme de Pixérécourt. (Jérôme JOUBERT, lycée agricole de Pixérécourt (54))**

**La ferme de Pixérécourt** est conduite selon un système polyculture élevage PCE (bovin lait, ovin, céréales) autonome et économe adapté à son territoire. Il a pour objectif d'assurer une production agroécologique permettant de développer la capacité du système à mieux rémunérer le travail (130 000€ pour 3 salariés) et d'assurer la pérennité de l'outil de production (50 à 80 k€/an de Capacité d'Autofinancement).

Le résultat observé aujourd'hui est le fruit de près de 20 ans de transition du système. L'objectif de départ était d'améliorer la performance économique de la ferme en conservant au maximum la valeur ajoutée pour mieux rémunérer le travail (uniquement salarial) et développer une capacité d'investissement. Des bénéfices collatéraux du point de vue social et environnemental sont apparus au cours de la transition.

La stratégie mise en place vise à comprimer les coûts de production. Elle se base sur une place centrale de l'herbe et du pâturage dans le système fourrager et de la mise en place d'itinéraires techniques à bas intrants :

- Concilier intensification d'exploitation et bas niveau d'intrant pour les prairies :
  - ✓ Implantation de prairies multi-espèces associant graminées et légumineuses.
  - ✓ Faible niveau de fertilisation minérale (30 à 50 kg d'azote/ha, absence de fertilisation minérale en phosphore et potassium)
  - ✓ Pâturage tournant dynamique (12 à 36 heures / paddock) pour valoriser au mieux la ressource : valorisation moyenne de l'herbe à 6 tonnes de matière sèche / ha / an
  - ✓ Vieillesse des prairies (7 à 12 ans) pour augmenter le stockage de carbone et réduire le coût de renouvellement (jusqu'en 2023 – mise en place du régime d'autorisation de retournement des prairies de plus de 5 ans)
- Produire des céréales en réduisant les intrants dans un contexte pédoclimatique à potentiel de rendement limité :
  - ✓ Faible niveau de fertilisation minérale (50 à 80 kg d'azote/ha, absence de fertilisation minérale en phosphore et potassium)
  - ✓ Les rotations longues (3 à 8 ans de prairies et 1 à 2 ans de céréales) permettent de conduire les cultures en zéro produit phytosanitaire depuis 2018 sans pression importante en adventices.
- Adapter la conduite des troupeaux
  - ✓ Réduction du niveau de production laitier par animal pour réduire les coûts indirects : santé, infertilité ... (division par 2,5 des frais vétérinaires en 15 ans, Intervalle vêlage- vêlage inférieur à 365 j).
  - ✓ Croisement 6 voies du troupeau laitier pour améliorer la résilience du troupeau
  - ✓ Saisonner la production laitière en phase avec la pousse de l'herbe
  - ✓ Saisonner la production ovine en complémentarité avec le troupeau laitier pour une valorisation optimale des ressources. Les 200 ovins Est-à laine Mérinos valorisent en été (femelles en entretien ou début de gestation) une pelouse calcaire classée Natura 2000 à faible valeur alimentaire et à l'automne et en hiver les prairies à plus fort potentiel (hors période de pâturage des bovins)

Comme le montre la figure 1, l'objectif est de maximiser les flux à l'intérieur du système et de réduire les consommations d'intrants (hors minéraux). Ce raisonnement est poussé à l'extrême sur le troupeau laitier avec une autonomie de 87 % contre 68% pour l'atelier ovin. La ferme étant située dans une zone PCE à dominante cultures, les aliments achetés viennent à 83% du territoire proche (1 à 15 km) soit une autonomie globale à l'échelle du territoire proche de 97 %. Le choix de vouloir conserver un fort taux d'autonomie impose une adaptation constante de la taille du troupeau laitier et de la quantité produite (85 Vaches Laitières pour 400 000 L en 2017 Vs 67 VL pour 345 000 en 2020).

L'une des finalités de la ferme était de mieux rémunérer le travail. Comme le montre la figure 2, l'EBE a tendance à augmenter de même que la capacité de la ferme à rémunérer le travail. Même si la « performancetechnique » (souvent associé au niveau de production / animal) peut être questionnée, la performance économique du système reste forte (marge brute globale = 76% du Produit brut et EBE/PB = 45%)

D'un point de vue environnemental et notamment des enjeux climat, la ferme a pu réduire son impact carbone de façon importante pour arriver aujourd'hui à des niveaux relativement bas 0.04 kg eq. CO<sub>2</sub>/ litre de lait et 16.3 kg eq. CO<sub>2</sub>/kg carcasse ovine (figure 3 : résultat CAP2E2 2022). Ces résultats restent à interpréter avec précaution de part la surestimation potentielle de stockage de certaines prairies permanentes.

Après correction liée à la productivité, l'empreinte carbone avoisinerait les 0.42 kg eq. CO<sub>2</sub>/ litre de lait et 29 kg eq. CO<sub>2</sub>/kg carcasse ovine. Avec un potentiel nourricier de 5 personnes / ha de SAU (Source : Perfalim) la ferme entretient 1,5 ha de biodiversité / ha de SAU.

Le système en recherche constante de cohérence avec son environnement est en perpétuelle adaptation. Il a réussi à montrer sa résilience économique au cours du temps. Les résultats encourageants du point de vue environnement sont un atout pour répondre aux demandes sociales croissantes.

Contact : Jérôme JOUBERT jerome.joubert@educagri.fr

Figure 1 : Flux de matières dans le système d'exploitation (campagne 2022)

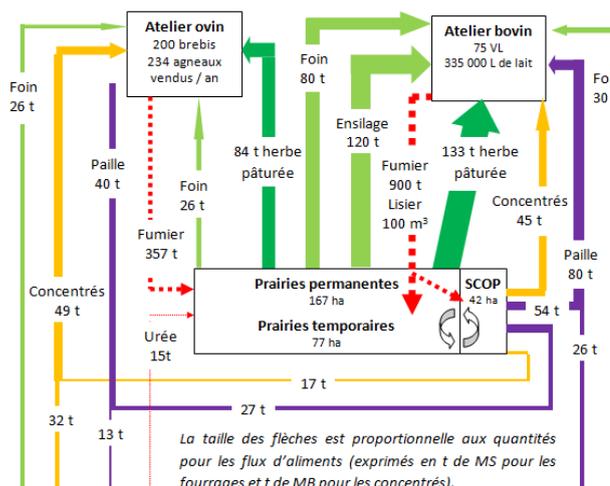


Figure 2 : Evolution de l'EBE sur les 7 dernières années

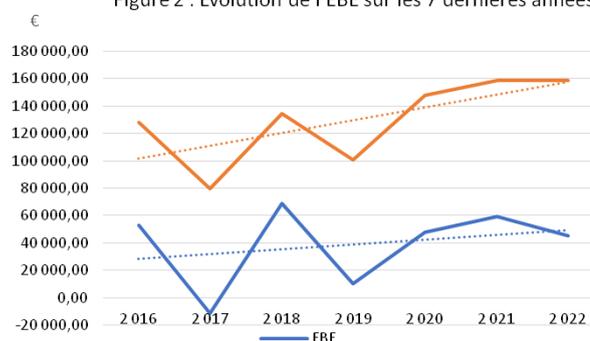
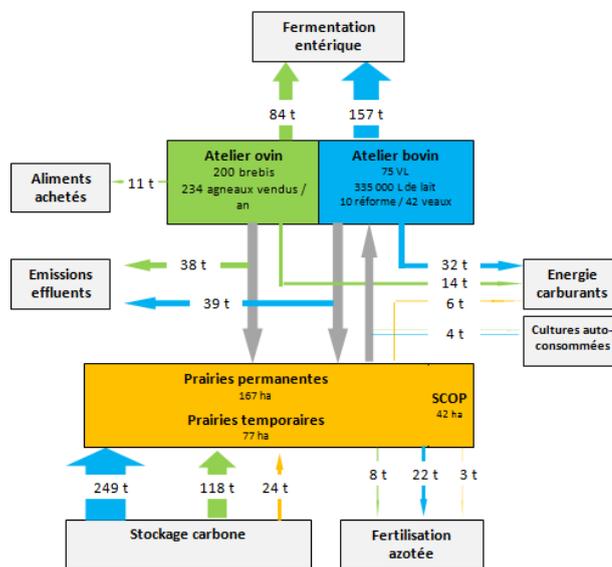


Figure 3 : Bilan des entrées et sorties de gaz à effets de serre sur la ferme - résultats CAP2ER2022 (t eq CO<sub>2</sub>)



## **Des ressources diversifiées et riches en légumineuses pour favoriser l'autonomie fourragère et protéique d'un système d'élevage bovin viande conduit en agriculture biologique**

Julien FORTIN<sup>1</sup>, Bertrand DAVEAU<sup>1</sup>, Pierre BRUNEAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, F-49220

Dans un contexte de changement climatique, le maintien de l'autonomie alimentaire constitue un facteur de résilience important pour les systèmes d'élevage de ruminants. Les légumineuses pures ou associées, récoltées en fourrage ou grain, participent fortement à l'atteinte de cette autonomie. Face aux multiples aléas, le principe est de disposer d'une palette suffisamment large de ressources adaptées au contexte pédoclimatique et aux objectifs de production. Si de nombreux travaux permettent de disposer de références agronomiques ou zootechniques sur les ressources alimentaires sur le plan analytique, peu rendent compte de l'intégration cohérente de diverses ressources dans le cadre du fonctionnement global d'un système d'élevage autonome. L'objectif de cette étude est d'analyser en quoi la diversité des ressources alimentaires accordant une large place aux légumineuses permet d'atteindre l'autonomie du système.

L'étude a été réalisée à partir de données obtenues sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, conduite en agriculture biologique depuis 25 ans, dans un contexte pédoclimatique contraignant marqué par l'alternance hydrique (sol hydromorphe l'hiver et séchant l'été).

Le périmètre de l'étude a été limité à l'analyse des productions fourragères et des matières premières récoltées, stockées et utilisées et en se basant sur l'inventaire de 5 ressources alimentaires utilisées sur les dix dernières années : les prairies à flore variée, les associations de céréales/protéagineux en ensilage et en grain, la luzerne et la féverole en grain. La démarche a consisté à étudier la variabilité des productions annuelles (en matière sèche et en matière azotée) de ces 5 ressources et d'analyser l'éventuelle complémentarité de ces dernières dans la capacité à atteindre l'autonomie massique et protéique du système.

La diversité des ressources alimentaires utilisées s'accompagne d'une diversification des modalités de récolte (enrubannage, ensilage, foin et grain). Sur 10 ans, la variabilité, bien qu'élevée, de la quantité de stocks fourragers récoltés ( $2,23 \pm 0,5$  t MS/UGB) avec un coefficient de variation de 20 % est inférieure à la moyenne de la variabilité mesurée des productivités de chaque ressource (27 %). Sur le volet massique, cette diversité de ressources fourragères et de modes de récolte constitue bien un facteur de robustesse. Si certaines années peuvent être effectivement qualifiées de défavorables pour l'ensemble des productions fourragères (cas de sécheresse intense, 2010, 2011 et 2017 dans une moindre mesure), d'autres en revanche illustrent davantage un principe de complémentarité. La constitution de stocks fourragers à base de flore prairiale est fortement corrélée aux conditions météorologiques du printemps alors que celle à base d'association de céréales/protéagineux ensilée est davantage tributaire des conditions hivernales. Cette complémentarité des ressources alimentaires semble s'illustrer également d'un point de vue qualitatif.

Sur 10 ans, là où les variabilités intrinsèques de chaque ressource sur la teneur en protéines approchent en moyenne 15 %, la variabilité moyenne de la tonne de matières sèches récoltées en fourrage n'est que de 10 %.

La diversité des ressources constitue bien un facteur de résilience. Cependant, l'effet année est très important pour miser uniquement sur cette diversité. La stratégie fourragère doit être appréhendée en intégrant, certes cette diversité, mais également en intégrant une approche à l'échelle pluriannuelle.

# Mise en place d'une plateforme de recherche, d'expérimentation et de démonstration sur des systèmes circulaires de polyculture et d'élevage agroécologiques : une expérience de transition chemin faisant

DEVILLERS N., BREUNE I., CONTE S.

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Sherbrooke, 2000 rue Collège, Sherbrooke (QC) J1M 0C8, Canada

Mots-clés : système intégré polyculture-élevage, agroforesterie, biodiversité, compétition feed-food

## 1. CONTEXTE DE L'EXPÉRIENCE

Au Québec, les terres cultivées représentent environ 2 millions d'hectares dont la moitié servent à produire des grains destinés, pour 80%, à l'alimentation animale. En 2022, 49% des recettes monétaires agricoles du Québec provenaient de trois productions animales conventionnelles spécialisées : la production laitière, l'élevage porcin et l'élevage de volaille. Notre équipe de recherche travaille sur l'analyse de systèmes intégrés de cultures-élevages agroécologiques avec les objectifs de réduire l'empreinte écologique de l'élevage et des cultures et la compétition feed-food ainsi que de développer des systèmes agricoles plus résilients et durables. Suite à nos travaux menés sur l'élevage de truies au pâturage (Aubé *et al.* 2021, *Animal*, 15, 100346 ; Aubé *et al.* 2021, *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 237, 105299) et sur les caractéristiques environnementales et économiques de petites fermes multi élevage au Québec, nous démarrons un projet consistant à modifier, en poursuivant ces objectifs, une partie du système agricole présent sur notre ferme expérimentale. Les résultats de notre analyse d'une quinzaine de petites fermes multi élevage commerciales en 2022 montrent qu'elles sont globalement extensives et basées sur l'utilisation du pâturage ou de l'élevage en plein-air de différentes espèces incluant des porcs, des ruminants et de la volaille. Elles réalisent également la commercialisation de leurs produits en circuit court avec, souvent, un atelier de transformation et parfois des activités d'agrotourisme. Ces fermes ont donc plusieurs caractéristiques des systèmes agricoles agroécologiques et circulaires, c'est-à-dire une diversité des productions et des activités, une complémentarité culture-élevage et l'intégration dans l'économie locale. Toutefois, elles se sont révélées, en grandmajorité, très dépendantes du système agricole conventionnel pour se procurer leurs animaux (porcelets, poulettes, poussins, veaux) et leurs aliments (concentrés à base de maïs et soya). Aussi, si ces fermes valorisent des fourrages et parfois des sous-produits comme la drêche de micro-brasserie, la compétition feed-food reste importante avec un taux moyen de conversion des protéines comestibles par les humains égal à 3,1. 40% de ces fermes ont aussi une charge animale supérieure à une unité animale par ha, ou encore des bilans minéraux excédentaires, parfois importants, en azote (médiane = 38 kg N/ha), phosphore (26 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) et potassium (43 kg K<sub>2</sub>O/ha). Ces constat nous ont amenés à comprendre que certaines de ces petites fermes diversifiées restent très spécialisées en productions animales et fondent leur modèle sur des attributs agroécologiques reliées à la valorisation du pâturage en été, l'agriculture de proximité et le bien-être animal sans nécessairement essayer d'optimiser les cycles des nutriments ou réduire les intrants. Cette situation est majoritairement due à un recours important aux achats d'aliments (concentrés et fourrage), à une productivité moyenne, à un modèle d'alimentation basé presque exclusivement sur des grains pour les monogastriques et à une sous-utilisation du potentiel des terres cultivables. Pour approfondir notre analyse des systèmes intégrés de cultures-élevages agroécologiques, nous cherchons à déterminer quels pourraient être la place et le rôle des animaux en agriculture pour répondre aux défis contemporains. Le projet présenté consiste à développer une plateforme de recherche pour tester un modèle de système agricole intégrant cultures et élevages selon les principes de l'agroécologie.

## 2. DESCRIPTION

Les objectifs de la plateforme sont les suivants :

- fournir un exemple de transition d'un système conventionnel vers un système agroécologique circulaire ;
- documenter les impacts de cette transition sur la santé des sols, la biodiversité, les rendements et performances des différentes productions et tout autre indicateur pertinent ;
- stimuler la réflexion et la discussion avec les agriculteurs et les acteurs du milieu sur les systèmes circulaires de polyculture et d'élevage agroécologiques ;
- mettre à disposition un site expérimental permettant de travailler sur ces modèles agricoles selon une approche systémique.

Les principes directeurs du système agricole ciblé sont les suivants :

- Prioriser les cultures destinées à la consommation humaine et nourrir les animaux principalement à partir de produits non valorisables dans l'alimentation humaine ;

- Favoriser et gérer la biodiversité sauvage et domestique en misant sur les synergies au sein de l'agroécosystème ;
- Réduire l'utilisation des ressources non renouvelables et accroître la circularité des ressources renouvelables ;
- Améliorer la résilience et la durabilité du système face aux aléas climatiques, techniques et humains.

Une partie (26 ha) de notre ferme expérimentale (280 ha cultivés) conduite selon un modèle conventionnel laitier basé sur la production d'ensilages, de foin et de litière pour un troupeau de 100 vaches en lactation logées à l'intérieur sera modifiée pour :

1. diversifier les cultures et les rotations incluant des prairies temporaires qui seront choisies pour l'alimentation humaine tout en réduisant le plus possible les intrants (engrais, pesticides, aliments...);
2. développer l'agroforesterie pour ses rôles dans la protection de la biodiversité, la gestion de l'eau, la séquestration de carbone et la diversification des productions (bois, fourrage, noix...);
3. intégrer les animaux en minimisant les intrants et infrastructures, en cherchant à développer les synergies et complémentarités avec les cultures et les arbres et en valorisant les ressources non-consommées par les humains ;
4. développer des partenariats au niveau local (agriculteurs, transformateurs, universités, municipalités) pour améliorer la circularité des nutriments et la valorisation de nos produits agricoles.

Le projet est dirigé par deux responsables de projet, accompagnés d'un comité stratégique composé de scientifiques, conseillers agricoles et agriculteurs, et d'une douzaine de collaborateurs scientifiques ainsi qu'une partie du personnel technique de la ferme. Les différents choix techniques seront faits au fur et à mesure des consultations des partenaires et des collaborateurs scientifiques et de l'avancement des essais menés sur la plateforme. Un atelier thématique annuel est prévu pour faire le bilan des avancées du projet et faire participer des acteurs de terrain dans un processus d'innovation ouverte. Une période d'une dizaine d'année est prévue pour atteindre un système complet et fonctionnel. La taille de la plateforme pourra s'accroître au fil des années en fonction des demandes et des opportunités. En parallèle de ces transformations, un suivi du territoire de la plateforme sera fait au niveau de la santé des sols (propriétés physico-chimiques, conductivité, microbiologie), de la biodiversité (inventaires réguliers de la faune, flore et microbiome du sol), des rendements des cultures, des performances des animaux, et des contraintes et difficultés sociotechniques du travail. Un bilan économique sera réalisé au bout du processus de transition. La mise au point des conduites et des itinéraires techniques sera adossée à des expérimentations spécifiques. Deux premiers essais sont en cours sur l'impact de l'espacement entre les arbres dans des rangées intra parcellaires sur la santé des sols, et sur la valorisation des résidus agricoles et sous-produits agroalimentaires locaux dans l'alimentation des porcs.

### 3. ENSEIGNEMENTS

Depuis son démarrage, quelques points saillants ressortent sur les contraintes et limites du projet. Tout d'abord, il s'est avéré important de trouver du support aussi bien scientifique et technique qu'administratif pour réaliser un tel projet systémique qui fait appel à une large variété de compétences et de savoirs qui ne peuvent être maîtrisés par les seuls responsables du projet. La participation active à la fois du personnel technique de la ferme et d'acteurs extérieurs à l'organisation est indispensable à la faisabilité des activités prévues et à l'identification des pratiques et techniques nécessaires à leur réalisation. Ce type d'initiative étant une première dans notre ministère, elle engendre beaucoup de défis aux niveaux organisationnel et humain. Les premières étapes du projet sont également très contraintes par le modèle agricole de départ et les compétences, les infrastructures et les équipements existants. La petite taille de la plateforme impose également de faire des choix et contraint les possibilités en matière de pratiques agricoles (ex : nombre et taille des parcelles, équipement adapté). Enfin, le système de financement par projet induit une incertitude sur la pérennité de la plateforme qui dépendra de l'obtention d'autres financements après la première phase de 3 ans. Dans ce cadre, des expérimentations ciblées pouvant fournir des résultats à court terme sont essentielles à la valorisation du dispositif.

### CONCLUSION & PERSPECTIVES

Les prochaines étapes de développement de la plateforme se concentreront sur l'implantation de parcelles agroforestières et de nouvelles cultures. Les animaux y seront ensuite introduits de manière saisonnière à partir de 2026 puis à l'année en fonction de la disponibilité des infrastructures nécessaires pour les loger. Au niveau scientifique, notre prochain défi est de bien identifier les informations nécessaires à l'évaluation du système, de coordonner adéquatement la collecte d'une grande quantité de données à de multiples niveaux et de les valoriser selon une approche systémique.

*Un grand merci à tous nos collaborateurs et partenaires pour leur participation et leur enthousiasme dans ce projet ambitieux. Ce projet est financé par Agriculture et Agroalimentaire Canada.*

# Variabilité du niveau de couplage culture-élevage, des scores IDEA et de l'évaluation BIOTEX dans 10 fermes expérimentales métropolitaines

BERNIER J. (1)(2), POURIAS J. (2), MARTEL G. (1)

(1) INRAE-INSTITUT AGRO-ESA UMR BAGAP, Angers, France

(2) Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Vannes, France

Mots-clés : IDEA, NiCC'El, BIOTEX, Fermes Expérimentales et de Lycées

## INTRODUCTION

Au sein des territoires, la spécialisation à l'œuvre depuis les années 50 s'est accompagnée d'un phénomène de concentration géographique des productions (Daniel, 2003). Les assolements ont progressivement été simplifiés au sein de rotations raccourcies, plus consommatrices d'engrais et de produits phytosanitaires et comprenant moins d'espèces (Schott et al., 2018). Les caractéristiques de ces systèmes présentent des limites environnementales (pertes de biodiversité, dégradation des sols, etc.), sociales (impacts sur la santé, réduction de l'emploi agricole) et économiques (vulnérabilité face à la fluctuation des prix, perte d'autonomie, etc.) (Billen et al. 2019). Afin de pallier aux faiblesses des systèmes spécialisés, l'une des possibilités est de remettre les interactions cultures-élevage au cœur des systèmes de production alimentaire (Bell et Moore, 2012), notamment grâce aux nombreuses vertus de ces systèmes sur les dimensions sociale, économiques et environnementales (Ryschawy et al., 2014). Martel et al. (2017) et Mischler et al. (2018) ont déjà pu montrer que les fermes avec le couplage culture élevage le plus important sont celles avec les meilleurs bilans azotés, le plus faible indice de fréquence de traitement phytosanitaire et la meilleure robustesse du revenu, mais des approches sur le lien à la biodiversité et à la durabilité sur les 3 piliers restent à mettre en œuvre. Les méthodes IDEA4 (Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles, version 4 ; Zahm et al. 2023) et BIOTEX (Biodiversité du Territoire d'Exploitation, Manneville 2021) associées à NiCC'El (Niveau de Couplage Culture Elevage) permettent de faire cette exploration.

## 1. MATERIEL ET METHODES

L'enquête s'est déroulée entre mai et juillet 2023 sur la base des données comptables et des pratiques mises en œuvre en 2021. Elle a été réalisée dans 10 fermes métropolitaines issues d'un réseau de fermes expérimentales (INRAE, Chambre d'agriculture et Idele) et de fermes de lycée agricole en polyculture élevage animé par le RMT SPICEE. Les 10 fermes sont réparties entre le Grand Ouest (Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes) et le Grand-Est. Toutes les fermes ont au moins un atelier bovin parfois associé à un atelier porcin, avicole ou autre. L'enquête (1 jour sur place par ferme) a permis le recueil des données nécessaires pour réaliser les 3 diagnostics : NiCC'El, IDEA4 et BIOTEX. Tous les calculs ont été réalisés à l'aide des outils développés par les auteurs de ces méthodes. Pour BIOTEX, afin de permettre la comparaison des fermes qui n'est plus prévue par la méthode, les 39 indicateurs ont été convertis en nombre (critère évalué défavorable par la méthode : -1, neutre : 0 et favorable pour la biodiversité : 1) et tous les indicateurs sommés pour faire une note pour l'exploitation. Ainsi, une note de 0 veut dire qu'il y a autant d'indicateurs favorables que défavorable à la biodiversité sur l'exploitation, une note positive correspond à une exploitation qui a plus de facteurs favorables et négative plus de facteurs défavorables à la biodiversité. Vu le faible effectif, les croisements entre niveau de couplage, les dimensions IDEA et BIOTEX ont été fait à l'aide d'un test non paramétrique, le test de Kruskal-Wallis. Les tests ont été réalisés sous R.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Sur les 10 fermes, 4 fermes sont classées en niveau de couplage faible, 3 en couplage moyen et 3 en couplage fort. Le tableau 1 présente les scores de couplage des 10 fermes, les résultats sur les 3 dimensions de la durabilité évaluée par IDEA4 et la note issue du diagnostic BIOTEX. Dans IDEA, la dimension limitante pour les exploitations est majoritairement la dimension économique. Ceci est peu surprenant vu le type de fermes enquêtées : les fermes expérimentales des instituts techniques et de recherche ont rarement un objectif de rentabilité ou du moins, l'activité commerciale est rarement la seule source de financement de l'exploitation, ce qui n'est pas forcément pris en compte dans les méthodes utilisées, conçues pour évaluer des exploitations agricoles classiques. La dimension socio-territoriale est souvent la dimension avec la valeur la plus élevée, là aussi de par la vocation de démonstration et d'accueil associée au statut de ces fermes. Toutes les fermes ont plus d'indicateurs favorables à la biodiversité que défavorables, mais la variabilité est importante entre les fermes. Le niveau de couplage est significativement corrélé au score de la dimension socio-territoriale ( $p=0,025$ ) et une tendance de corrélation positive ( $p=0,056$ ) est observée avec la dimension agroécologique. Pour la dimension socio-territoriale, les fermes fortement couplées ont les

meilleures valeurs, notamment grâce à leur choix d'aller vers de la labellisation des productions et leur diversité de productions contribuant à l'équilibre alimentaire mondial. Sur la dimension agroécologique, le lien était attendu car plusieurs critères d'IDEA4 se rapprochent des critères utilisés dans NiCC'El. Ainsi, si l'on détaille les critères utilisés pour calculer la note du bouclage des cycles, l'autonomie alimentaire et l'autonomie de fertilisation sont très corrélées au niveau de couplage (qui approche ces données avec d'autres critères mais dans le même objectif). Néanmoins ce n'est pas la seule composante qui semble liée, la sobriété dans l'usage des ressources et la réduction des impacts sur les écosystèmes sont aussi mieux notées dans les fermes fortement couplées.

La note calculée à partir des critères utilisés dans BIOTEX ne ressort pas corrélée au niveau de couplage ( $p=0,179$ ), mais un regard sur les 7 modules permet d'identifier une amélioration des pratiques de gestion des cultures dans les fermes les plus couplées : la note moyenne des critères de ce module passe de -0,5 en moyenne pour les fermes peu couplées à +4,33 pour les fermes fortement couplées. De même les pratiques de gestion des prairies passent de -1,25 (plus de pratiques défavorables que de pratiques favorables) à +1,66 (plus de pratiques favorables que défavorables). A l'inverse le module « utilisation des terres agricoles » (représentant la diversité des couverts de l'exploitation par rapport à la diversité observée dans le territoire) est neutre dans les exploitations faiblement couplées et négatif (-2,66 en moyenne) dans les fermes fortement couplées.

## CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

Les fermes expérimentales étudiées semblent avoir déjà intégré une réduction des intrants de fertilisation mais l'autonomie alimentaire des exploitations est très variable, ce qui explique la répartition des exploitations entre les trois niveaux de couplage. Si ces premiers résultats permettent de confirmer certains résultats de Martel et al. (2017), notamment autour de l'impact sur la santé des écosystèmes, aucun lien n'a pu être montré de façon globale avec la biodiversité évaluée avec BIOTEX. L'étude permet aussi de mettre en lien le niveau de couplage et la dimension socio territoriale, les exploitations couplées étant plus souvent liées à des labels de qualité. Néanmoins nous avons aussi soulevé plusieurs limites à l'utilisation des différents diagnostics dans le cadre des fermes expérimentales et de lycée : l'outil NiCC'El a du mal à prendre en compte les surfaces de protéagineux importantes, IDEA4 nécessite des données économiques difficilement accessibles et fiables, et parfois peu pertinentes, pour ces exploitations et BIOTEX reste limité dans le cadre d'une utilisation comparative entre fermes. Tous ces outils sont complémentaires les uns des autres mais le temps nécessaire pour récolter les données nécessaires à la réalisation de ces diagnostics est limitant pour envisager d'étendre cette étude à des fermes commerciales.

*Nous tenons à remercier les responsables des fermes expérimentales enquêtées qui ont pris le temps de répondre à nos questions sur place mais aussi en amont et en aval de notre venue.*

Tableau 1 : Principales caractéristiques des fermes sur les 3 diagnostics. Pour IDEA, le chiffre en gras est la note limitant la durabilité de l'exploitation.

Fermes	NiCC'El		IDEA4			BIOTEX Note BIOTEX
	Score Couplage	Niveau de couplage	Dimension : Agroécologique	Dimension : Socio- territoriale	Dimension : Économique	
F3	-8,55	Faible	75	92	33	6
F9	-7,6	Faible	36	84	71	8
F10	-5,83	Faible	69	81	68	12
F2	-3,75	Faible	76	84	67	7
F1	-1,52	Moyen	62	69	29	10
F4	0,82	Moyen	69	76	43	11
F7	1,67	Moyen	77	78	45	16
F5	3,51	Fort	97	87	43	23
F8	5,49	Fort	91	95	38	8
F6	5,85	Fort	86	95	42	16

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELL L. W. et MOORE A. D., 2012. Integrated crop–livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. *Agricultural Systems*, Vol. 111, pp. 1-12.
- BILLEN G., LE NOE J., ANGLADE J. et GARNIER J., 2019. Polyculture-élevage ou hyper-spécialisation territoriale? Deux scénarios prospectifs du système agro-alimentaire français. *Innovations Agronomiques*. Vol. 72, pp. 31-44
- DANIEL K., 2003. Concentration et spécialisation : quel schéma pour l'agriculture communautaire ? *Économie & prévision*. 2003. Vol. 158, n° 2, pp. 105-120.
- MANNEVILLE V., 2021. *BIOTEX : une démarche d'évaluation multicritère de la biodiversité ordinaire dans les systèmes d'exploitation d'élevage et de polyculture-élevage* [en ligne]. 2021. [Consulté le 11 avril 2023]. Disponible à l'adresse : [https://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/RMT\\_SPYCE/Seminaire\\_annuel\\_nov\\_2021\\_MANNEVILLE\\_Vincent\\_Biodiversite\\_biotex.pdf](https://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/RMT_SPYCE/Seminaire_annuel_nov_2021_MANNEVILLE_Vincent_Biodiversite_biotex.pdf)

- MARTEL G., DIEULOT R., DURANT D., GUILBERT C., MISCHLER P. et VEYSSET P., 2017. Mieux coupler cultures et élevage dans les exploitations d'herbivores conventionnelles et biologiques : une voie d'amélioration de leur durabilité ? *Fourrages*, 231, 235-245.
- MISCHLER P., TRESCH P., JOUSSEINS C., CHAMBAUT H., DURANT D., VEYSSET P., MARTIN G., FIORELLI J.-L., BEN CHEDLY Hedi, PIERRET P., CANDAU D., SENNEPIN D., CAILLY B., EMONET E., RAMETTE C., FLAMENT M. et MARTEL G., 2018. Savoir caractériser les complémentarités entre cultures et élevage pour accompagner la reconception des systèmes de polyculture - élevage dans leurs transitions agroécologiques. In : 24. *Rencontres Recherches Ruminants*
- RYSCHAWY J., JOANNON A. et GIBON A., 2014. L'exploitation de polyculture-élevage : définitions et questions de recherche. Une revue. *Cahiers Agricultures*. Vol. 23, n° 6, pp. 346-356
- SCHOTT C., MIGNOLET C. et PUECH T., 2018. Dynamiques passées des systèmes agricoles en France : une spécialisation des exploitations et des territoires depuis les années 1970. *Fourrages*, N° 235, pp. 153-161.
- ZAHM F., GIRARD S., ALONSO UGAGLIA A., BARBIER J.-M., BOUREAU H., CARAYON D., COHEN S., DEL'HOMME B., GAFSI M., GASSELIN P., GESTIN C., GUICHARD L., LOYCE C., MANNEVILLE V., REDLINGSHÖFERB. et RODRIGUES I., 2023. *La Méthode IDEA4 – Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles. Principes & guide d'utilisation. Évaluer la durabilité de l'exploitation agricole*. Educagri éditions.

# Une exploitation polyculture-élevage spécialisée ovine au cœur de la plaine de Troyes

CLAVEL L. (1), BRIAND D. (2)

(1) laetitia.clavel@educagri.fr

(2) delphine.briand@bergerie-nationale.fr

Mots-clés : Interactions Ovin-Grandes cultures ; partenariat

## CONTEXTE

L'exploitation agricole et viticole de l'EPLEFPA<sup>(1)</sup> Campus Terres de l'Aube est une exploitation périurbaine de 90 hectares localisée à une dizaine de kilomètres au sud de Troyes, sur la commune de Saint-Pouange, en zone plutôt céréalière. Le parcellaire est regroupé autour du siège de l'exploitation. Cette exploitation propose 3 ateliers de production : Grandes Cultures (sur 50 ha), Ovins viande (750 brebis de race Romane valorisant 40 ha de prairie) et la Viticulture sur 0,21 ha (Champagne). Les productions animales et végétales sont conduites en synergie visant à la fois une autonomie maximale de l'exploitation en matière d'alimentation animale mais aussi une maîtrise des consommations d'intrants pour les végétaux (pâturage automnal du colza et des cultures intermédiaires, cultures fourragères peu consommatrices d'intrants...).

Pour la partie ovine, l'exploitation a deux types de conduites :

- Conduite en bergerie : 500 brebis qui agnèlent et élèvent leurs agneaux en bergerie ; agneaux engraisés en bergerie. Hors de ces périodes, les brebis sont sorties des bâtiments autant que possible. Les brebis sont accélérées pour faire 3 agnelages en 2 ans.
- Conduite plein air intégral : 150 brebis qui vivent toute l'année, agnèlent et élèvent leurs agneaux en plein air. Les brebis font 1 agnelage par an.

L'objectif est de valoriser au mieux les ressources disponibles, en limitant la présence en bâtiment. Ceci commence par la mise en place de pâturage cellulaire/dynamique pour valoriser au mieux les prairies de l'exploitation.

Par ailleurs, la recherche de synergie entre les ateliers grandes cultures et ovins a amené une réflexion sur l'utilisation de surfaces additionnelles, notamment des couverts végétaux. L'idée est venue du constat qu'en zone céréalière, il y a des surfaces qui pourraient être consommées par des animaux. Cela diminuerait le passage d'outils et les applications d'intrants tout en réalisant des apports organiques directs issus des déjections animales. Tout cela pourrait améliorer le potentiel agronomique des parcelles et ainsi mettre en place un système vertueux. Ne possédant pas assez de surfaces en couverts pour alimenter sa « troupe plein air », l'exploitation a ainsi mis en place de nombreux partenariats avec les exploitations de grandes cultures afin de valoriser les ressources disponibles (couverts végétaux, colza, ...). C'est cette expérience de pâturage et de partenariats que nous allons développer.

## PRATIQUES MISES EN ŒUVRE

### 1. Le pâturage des couverts :

Au démarrage, il a été mis en place un partenariat sur le long terme avec 3 exploitants voisins. Ce partenariat compte un échange paille-fumier et une mise à disposition de surfaces de couverts pour les brebis. Cependant ces surfaces sont semées par l'exploitation du lycée pour qu'elle décide elle-même de la composition. La base des couverts semée est : Avoine, Triticale, Pois, Vesce et Radis fourrager. Cette composition est variable selon les contraintes de chacun, en accord avec l'agriculteur, et se fait avec de la semence achetée afin d'être sûr d'avoir des couverts sans adventices. Pour contenter les partenaires, l'exploitation du lycée prend aussi le temps de broyer les parcelles et de les rendre prêtes à être travaillées.

Au fil du temps cette pratique s'est plus démocratisée et l'envie des exploitants voisins de faire pâturer leurs couverts a augmenté.

Aujourd'hui, l'exploitation garde son noyau de 3 partenaires. Mais selon les besoins en surface elle fait appel à d'autres voisins. En voyant les couverts pousser et en privilégiant ceux à proximité et accessibles par les chemins, le personnel de l'exploitation téléphone aux agriculteurs et leur demande si elle peut pâturer ou non la parcelle, l'accord est simplement oral. La plupart du temps la réponse est positive. Il commence même à y avoir certains agriculteurs, qui cherchent à contacter l'exploitation pour proposer des parcelles de couverts à pâturer. La contrainte est qu'il n'y a pas de maîtrise de la composition du couvert. On trouve souvent de la Moutarde ou une association Vesce Moutarde, des repousses de céréales et de la Phacélie. La parcelle doit être rendue pour que l'exploitant puisse semer sa future culture. En règle générale les brebis pâturent suffisamment pour éviter de broyer la parcelle après leur sortie. L'expérience montre que nos brebis ne sont pas difficiles et s'adaptent aux différentes compositions. En ce qui

concernent les surfaces, les brebis plein air, ainsi que d'autres lots de brebis qui n'ont pas de besoins spécifiques, pâturent en moyenne 10ha découverts appartenant à l'exploitation. Selon les années, elles pâturent aussi environ 80 ha de couverts issus des partenariats. Ce pâturage s'étend de septembre à février. La gestion de ce pâturage de couverts se fait sans trop d'investissements. Un spider (clôture amovible 3 fils), un quad pour faciliter les déplacements et la mise en place des clôtures et un chien de troupeau, allié important pour qu'un salarié seul puisse déplacer un lot. Il faut aussi gérer une tonne à eau mais la richesse en eau des couverts fait que, le plus souvent, cette tonne à eau est uniquement déplacée et peu remplie. Afin de fidéliser et remercier les exploitations voisines, l'exploitant offre une caisse d'agneaux à ceux qui ont mis à disposition des surfaces. Cela entretient les bonnes relations de voisinage.

## 2. Le pâturage de colza, un moyen économe de réguler la pousse :

Sur plusieurs années l'exploitation a expérimenté le pâturage du colza associé avant l'hiver afin de le réguler. Un colza associé est un colza qui est semé accompagné le plus souvent d'une fabacée gélive pour lui apporter de l'azote. En effet nos hivers sont assez froids, la fabacée va pouvoir geler mais un colza trop développé avant l'hiver risquerait aussi de geler. Le pâturage permet donc de freiner la pousse du colza avant l'hiver, limitant ainsi le besoin d'appliquer des régulateurs. Ce qui est difficile dans cette pratique est la portance des sols, avant l'hiver il peut y avoir une pluviométrie importante. Cela peut abîmer la culture du colza à cause du piétinement. Il est donc important de bien cloisonner la parcelle en plusieurs parties pour limiter à 2 jours le temps de pâturage. Les résultats n'ont pas montré d'impacts sur les rendements du colza, au contraire, la régulation et la fertilisation par les brebis ont eu un effet bénéfique. La différence de rendement avec les agriculteurs voisins était faible malgré un nombre de passages de traitements moins important. Cette pratique se voit aujourd'hui de plus en plus présente dans la région.

## **PEDAGOGIE AUTOUR DE CES EXPERIENCES**

Toutes ces pratiques mises en place sur l'exploitation sont une source de séquences pédagogiques pour les différentes formations.

Le pâturage des couverts est étudié dans le cadre d'un EIE en 2<sup>nd</sup> Professionnelle (module à initiative locale) afin de montrer aux apprenants les atouts des ovins en grandes cultures et de communiquer au grand public sur ces pratiques durables.

En formation BAC Professionnelle CGEA SDE (système à dominante élevage) et GC (grandes cultures) ces pratiques sont aussi étudiées lors de TP (travaux pratiques).

Pour finir la filière BTS ACSE (analyse, conduite et stratégie de l'entreprise) réalise aussi des TP autour de ces pratiques, notamment un suivi de la pousse de l'herbe du pâturage cellulaire. Cette filière participe aussi aux réflexions d'évolution du système lorsque le besoin s'en fait ressentir.

De façon générale ces expériences sont sources de situations pédagogiques liées au territoire et sont aussi sources de problématiques territorialisées à étudier avec les apprenants.

## **CONCLUSION**

Être une exploitation ovine au cœur d'une plaine céréalière a de nombreux avantages. De plus, ces expériences montrent que la brebis est un atout considérable pour la grande culture. En effet c'est un « broyeur à l'avant et un épandeur à l'arrière ». Cela est une source de partenariats. Cependant il faut toujours garder le contact avec les exploitations ovines les plus proches afin d'échanger sur ces pratiques innovantes et participer à leur développement. De plus, ce sont des pratiques où la main d'œuvre est primordiale, la pénibilité au travail est à surveiller. Des outils existent pour la limiter (spider, quad, chien de troupeau). On observe de plus en plus l'utilité du pâturage, notamment par les ovins, que l'on commence à retrouver dans les vignes (pour l'entretien des bandes enherbées...) mais aussi pour des cultures porte-graines telles que du Ray-Gras ou de la fétuque, qui nécessitent généralement un broyage avant l'hiver.

Ces expériences sont aussi une source de situations pédagogiques répondant aux objectifs de « enseigner à produire autrement ».

(1) EPLEFPA : Etablissements publics locaux d'enseignement et de formation professionnelle agricoles

Remerciements :

Merci aux personnels de l'exploitation d'avoir mis à disposition les informations nécessaires à la rédaction de ce document. Merci à Emmanuelle Zanchi, de Reso<sup>3</sup> thème pour sa relecture et son aide à la rédaction

# Des systèmes de polyculture-élevage résiduels en zones céréalières mais qui développent les liens entre productions végétales et animales

RAPEY H., COCHETEL C., HOSTIOU N., HOUDART M.

Université Clermont Auvergne, AgroParisTech, INRAE, VetAgro Sup, UMR 1273 Territoires, Campus des Cézeaux, 9 avenue Blaise Pascal, CS 20085, F-63178 Aubière

Mots-clés : élevages, cultures, diversification, échanges, adaptation

## INTRODUCTION

Dans les zones de grandes cultures, il subsiste de moins en moins de systèmes de polyculture-élevage (Hirschler *et al*, 2019 ; AGRESTE, 2020). C'est pourquoi de nouvelles formes de synergies entre cultures et élevages sont recherchées depuis plusieurs années pour lever des freins agronomiques des systèmes de cultures dans ces zones, et pour faciliter leurs adaptations aux réglementations environnementales et à la transition agroécologique (Schut *et al*, 2021). Quant aux rares systèmes de polyculture-élevage encore présents dans ces zones, leurs dynamiques et leurs changements de pratiques sont rarement analysés aujourd'hui comme s'ils ne comptaient déjà plus. Pourtant ces systèmes minoritaires comptent tout de même un nombre significatif d'exploitations dans certaines zones céréalières « secondaires » (comparativement à celles du bassin parisien ou du sud-ouest de la France). Ces systèmes sont souvent de grande taille et leurs exploitants sont moins âgés que les céréaliculteurs plus présents (AGRESTE, 2020). Le postulat du travail présenté dans ce papier, réalisé en 2020-21 dans deux petites plaines céréalières d'Auvergne Rhône-Alpes (AuRA), est que les exploitations de polyculture-élevage qui subsistent dans de tels zones ne doivent pas être négligées, car elles participent à l'émergence de nouvelles interactions positives du point de vue agricole et environnemental entre productions végétales et animales dans ces territoires et autour. Dans cette étude nous nous sommes intéressées à ces élevages associant productions animales et végétales, en analysant la diversité des pratiques et stratégies d'élevage et de cultures, et les changements récents de liens intra et inter-exploitations entre ces productions. Il s'agissait de repérer des formes et conditions de systèmes renforçant les interactions entre les productions animales et végétales à l'échelle de l'exploitation ou du territoire. A terme, ceci contribuera à repenser l'accompagnement et le soutien de ces systèmes minoritaires néanmoins porteurs de dynamiques entre élevage et cultures en zones céréalières.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Trente-deux exploitations de polyculture-élevage ont été enquêtées au sud du département de l'Ain (nord-est de Lyon) et en Limagne (nord de Clermont-Ferrand). Ces deux petites zones de plaines de quelques centaines de km<sup>2</sup> sont à dominante céréalière mais sont proches de zones à dominante bovine. Elles se différencient l'une de l'autre par l'organisation du foncier, les qualités du sol, la maïsiculture pratiquée, la diversité des rotations culturales et des espèces animales élevées. De plus, leurs contextes et réglementations environnementales concernant l'agriculture (eau, biodiversité) diffèrent, ainsi que leur proximité et pression urbaine.

La collecte d'informations auprès des éleveurs a été conçue pour prendre en compte la diversité, d'une part des orientations d'élevage dans ces zones, et d'autre part des pratiques d'échanges de matières entre ateliers végétal et animal, intra et inter-exploitations. Concernant ces pratiques, l'attention a été renforcée dans les enquêtes car elles ne sont pas toujours identifiées et explicitées par les éleveurs comme des pratiques faisant significativement partie du fonctionnement du système de production.

La collecte et l'analyse des données relatives aux 32 exploitations se sont déroulées en cinq étapes. La première a permis de cibler dans chaque zone (Ain, Limagne) deux sous-zones contrastées en termes de persistance de l'élevage d'après les données du recensement agricole 2010. La deuxième étape a permis de constituer une liste d'élevages à enquêter dans ces sous-zones en mobilisant des personnes référentes localement puis des éleveurs enquêtés. La troisième étape a porté sur la conception et l'application d'une grille d'enquête en élevage abordant la structure de l'exploitation, ses productions et modes de commercialisation, les échanges de matières entre ateliers d'élevage et de culture intra et inter-exploitations, et les changements survenus depuis 10 ans concernant ces éléments. Seize entretiens ont été réalisés par zone, pour la plupart en face à face avec les éleveurs. La quatrième étape d'analyse du contenu des entretiens a permis d'identifier trois profils d'élevages, distincts les uns des autres par leurs pratiques d'échanges entre ateliers d'élevage et de cultures, mais aussi par les évolutions

et les stratégies d'exploitation qui les accompagnent. Une ultime phase d'analyse des entretiens a fait ressortir des spécificités complémentaires de chaque profil d'élevage, concernant notamment leur localisation, filières et dynamiques des échanges cultures-élevage.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Le premier point marquant issu de l'analyse des entretiens est qu'aucun éleveur ne prévoit d'arrêter l'activité d'élevage au cours des 10 prochaines années. Il subsiste donc une dynamique d'élevage malgré leur petit nombre d'exploitations, leur diversité et les difficultés qu'expriment les exploitants dans ces zones.

Un second point qui ressort de l'analyse concernent les écarts de formes et stratégies d'élevage dans et entre chacune des zones (Ain, Limagne). Les trois profils d'élevage identifiés sont présents dans les 2 zones, mais la fréquence respective de deux des profils diffère entre zones. L'un des profils est plus présent dans la zone de l'Ain ; il présente une stratégie de production et des échanges de matière entre ateliers animal et végétal qui visent à favoriser le volume des productions animales (surtout en bovins viande ou lait) tout en minimisant les coûts et en sécurisant l'alimentation du troupeau par de l'import de matières végétales issues d'autres exploitations proches. Un second profil, plus fréquent en Limagne, vise par contre à favoriser la productivité des cultures de vente par de l'import d'effluents provenant d'autres élevages, tout en maintenant un petit atelier d'herbivores ou un atelier de granivores assurant un complément de revenu et de travail. Un troisième profil, dont la fréquence est semblable en Limagne et dans l'Ain, a pour stratégie d'augmenter la valeur d'une partie ou de l'ensemble des productions animales par des circuits courts ou des signes de qualité, tirant profit de leur localisation à proximité de bassins de consommation et d'abattoirs ; leurs « échanges » se concentrent alors sur la vente d'excédents de paille ou de fourrage de l'exploitation à des éleveurs sans donner lieu à un retour d'autre manière.

L'analyse des enquêtes met aussi en lumière que les échanges de matière de ces exploitations entre les ateliers animal et végétal changent depuis une dizaine d'années ; ils sont plus nombreux et variés surtout pour les deux premiers profils d'élevage identifiés. Les éléments ayant favorisé le développement de ces échanges sont divers et peu anticipés aux dires des éleveurs. Ce peut être des contraintes de l'exploitation (parcellaire et/ou main-d'œuvre) et/ou des conditions exogènes à ces élevages (fermeture d'une sucrerie, vitalité d'une CUMA rassemblant des éleveurs et des polyculteurs, ...).

Cette minorité d'élevages en zones céréalières est donc très hétérogène ; ceci rend son intégration ou son accompagnement par les organisations de production et de transformation particulièrement difficile. De plus, cette minorité d'élevages interagit plus souvent avec des exploitations ayant aussi de l'élevage associé aux cultures et se tourne rarement vers les agriculteurs les plus spécialisés en productions végétales. La réduction progressive de cette minorité est donc un facteur supplémentaire d'inquiétude et de fragilisation de ces élevages.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Le peu d'élevages subsistant dans les zones céréalières étudiées s'inscrit toutefois dans une dynamique de renforcement de la diversification des usages de leurs surfaces pour les animaux et d'échanges de matière entre exploitations depuis quelques années. Ils visent l'amélioration qualitative de leur système telle que favoriser les économies d'intrants ou la valorisation des produits. Les échanges de matières entre exploitations dans ces zones sont limités mais de plus en plus variés, c'est pourquoi il faut prêter attention à cette variété de stratégies, de moyens humains et matériels et de pratiques qui marquent ces élevages de plaines cultivées. Pour réussir à plus développer les échanges cultures-élevage entre exploitations, il y a besoin d'acteurs de l'accompagnement technique, économique et logistique, qui intègrent ces situations d'élevage minoritaire dans ces territoires, et qui saisissent leurs dynamiques en dépit de leur moindre visibilité.

*Merci aux éleveurs et animateurs de terrain de l'Ain et de Limagne pour leur accueil et leur partage d'expérience. Ce travail a été possible grâce aux soutiens financiers de la Région AuRA (Pack Ambition Recherche) et d'INRAE dans le cadre du projet de recherche Elicaura (ELevage Interstitiel en zones de grandes Cultures d'Auvergne Rhône-Alpes ; 2020-2023).*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Schut, A. G. T., Cooledge, E., Moraine, M., van de Ven, G. W. J., Jones, D. L., Chadwick, D. (2021). Reintegration Of Crop-Livestock Systems In Europ : An Overview. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 8(1), 111-129. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2020373>

Hirschler J., Stark F., Gourlaouen Y., Perrot C., Dubosc N., et al., (2019), Evolution des systèmes de polyculture-élevage : une rétrospective statistique. *Innovations Agronomiques*, INRAE, 2019-72, pp.193-209.

## Vulnérabilité des exploitations de polyculture-élevage : quels enseignements ? Une approche socio-économique

RANDRIANASOLO-RAKOTOBÉ H. (1), RANDRIAMAROLO-MALAVAU M.-R. (2)

(1) UP Saclay, EA IDEST, ch. associé INTERACT, UniLaSalle, Chaire MRA

(2) UniLaSalle, INTERACT, Chaire Management des risques en agriculture (MRA)

### INTRODUCTION

Suite aux travaux fondateurs du GIEC, le concept de vulnérabilité a donné lieu à un cadre opérationnel applicable à l'agriculture. Ce cadre distingue 3 éléments : (i) le niveau d'exposition (historique), auquel se sont ajoutés, (ii) le niveau de sensibilité et (iii) la capacité adaptative de l'exploitation agricole (Urruty *et al.* 2016). Cette définition a bénéficié d'un large consensus. La mesure de la vulnérabilité, quant à elle, était en cours de construction due notamment à une difficulté à saisir la capacité adaptative, qui était cependant déjà bien observable dans les champs, et dont le lien avec la réduction de la vulnérabilité est formalisé en élevage (Snessens *et al.* 2019).

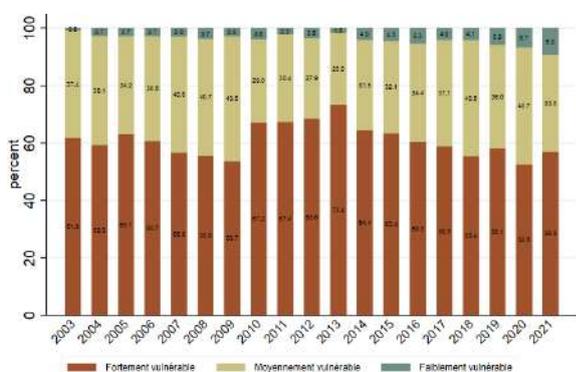
### OBJECTIFS

C'est dans ce contexte scientifique et opérationnel que nous avons posé, comme finalité de notre recherche, la question de la construction d'un cadre de mesure de la vulnérabilité qui bénéficierait, entre autres, de la croissance de la littérature sur la résilience, berceau conceptuel de la capacité adaptative (Stengel *et al.* 2017). Un cadre de mesure qui permettrait de catégoriser ladite vulnérabilité pour affiner au mieux son analyse et *in fine*, la réduire. Nous restituons au cœur de cette communication le déploiement de ce cadre de mesure pour tenter de catégoriser et d'analyser le niveau de vulnérabilité des systèmes de polyculture-élevage (PCE) dans le temps, à l'échelle nationale ; et le cas échéant, à l'échelle régionale pour approfondir l'analyse.

### MATERIELS ET METHODES

La recherche a mobilisé un traitement statistique sur des données de panel non cylindrique, accessible via le Réseau d'information comptable agricole (RICA), comprenant environ 2000 exploitations de polycultures-élevages représentées par les « Grandes cultures et herbivores » et « Autres cultures et élevage ». La période d'observation est de 2000 à 2021, le périmètre est national. Dans le but de détecter des éventuelles hétérogénéités liées à la localisation géographique, nous nous sommes focalisés sur les trois principales régions de PCE, présentant différentes conditions pédoclimatiques : Aquitaine, Rhône-Alpes et Pays de la Loire. Pour calculer le niveau de vulnérabilité annuel des exploitations, nous avons utilisé le résultat courant avant impôt (RCAI) par travailleur non salarié. Cette variable a servi pour construire les 4 indicateurs composant le niveau de vulnérabilité annuel d'une exploitation. Deux indicateurs sont associés à l'exposition : l'écart par rapport au SMIC du RCAI annuel et l'existence de rupture (si le RCAI a chuté de plus de 25% par rapport à l'année précédente) ; un troisième à la sensibilité : la déviation du RCAI par rapport au RCAI moyen durant la période d'observation ; et un quatrième à la capacité d'adaptation : le nombre d'années pour récupérer le niveau de RCAI d'avant la rupture.

### RESULTATS ET DISCUSSION



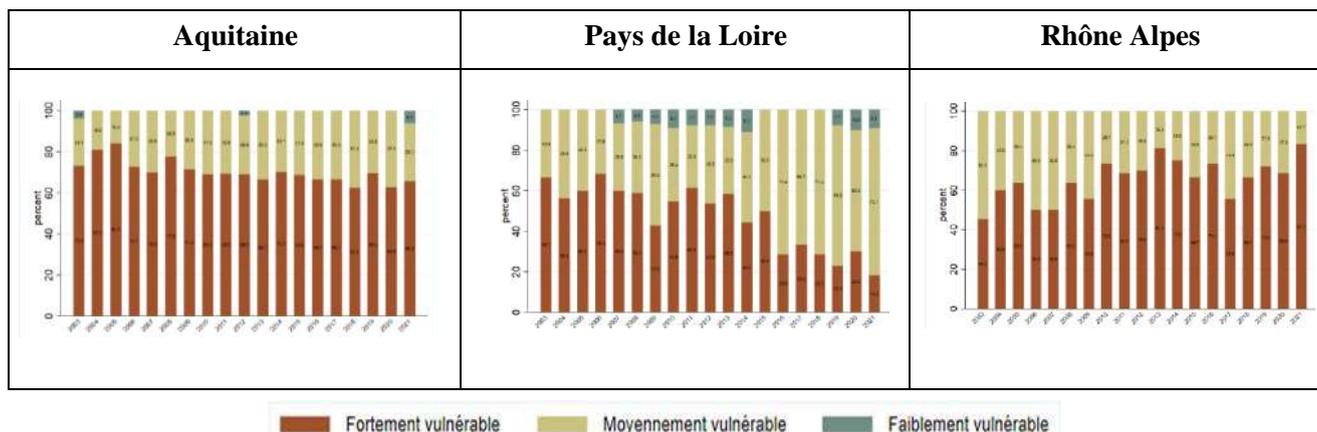
Evolution annuelle de la vulnérabilité des exploitations en PCE.

#### Au niveau national

A partir des 4 indicateurs, nous avons classé les systèmes de PCE en trois catégories : fortement, moyennement, faiblement vulnérables (K-moyennes). L'analyse de l'évolution de cette classification montre une forte variabilité entre 2003 et 2021. Nous rejoignons les analyses dominantes présentant la période « 2010 à 2013 » comme critique avec le rôle contingent de la crise financière de 2008-2009.

Après le pic de 2013, le cadre capte, également, une tendance baissière de la vulnérabilité malgré les épisodes de sécheresse extrême en 2015 et 2016.

### Au niveau régional



Le cadre de mesure saisit, par ailleurs, l'hétérogénéité de capacité de réduction de vulnérabilité. Pour les Pays de la Loire, la part des exploitations en PCE considérée comme fortement vulnérable s'est réduite pour atteindre environ 18,2%, en 2021 (58,3% en 2013). Pour la région Rhône Alpes, la vulnérabilité a réaugmenté depuis 2017 et a dépassé, en 2021, le pic de 2013 en s'élevant jusqu'à 83,3%. Quant à la région Aquitaine, nous remarquons une stagnation des pourcentages d'exploitations fortement vulnérables, restant élevés et supérieurs à 50%.

### PERSPECTIVES

Nos perspectives sont de deux ordres : inviter les agriculteurs à exploiter le cadre de mesure pour recueillir leur analyse et renforcer la collaboration multidisciplinaire pour améliorer l'analyse.

### Exploitation du cadre de mesure par les agriculteurs

4. Face à l'ensemble de risques que votre exploitation encourt, comment se comporte votre Résultat Courant Avant Impôt (RCAI)* ?	Jamais	Rarement	Souvent	Très souvent
Mon Résultat Courant Avant Impôt est instable.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mon Résultat Courant Avant Impôt par travailleur non salarié est inférieur au SMIC**.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il m'arrive d'avoir un Résultat Courant Avant Impôt qui varie de plus de 20% d'une année à l'autre.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quand mon Résultat Courant Avant Impôt baisse énormément, il faut au moins 3 ans pour récupérer les pertes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Le résultat courant avant impôt (RCAI) se trouve dans le compte de résultat des documents comptables de l'exploitation.  
 \*\* SMIC annuel brut : autour de 13000€ en 2003, 17000€ en 2013 et 20000€ en 2023.

En 2024, nous avons lancé une enquête : « *Gestion des risques en agriculture, en contexte de vulnérabilité* », auprès des agriculteurs en France métropolitaine. Ils sont invités à utiliser nos indicateurs, puis à découvrir leur niveau de vulnérabilité et à partager leur préanalyse.

### Renforcement de la collaboration multidisciplinaire et multi-acteurs

Une piste fortement envisageable est l'application de ce cadre d'analyse, après celle du RICA, à la typologie INOSYS, pour une classification plus fine des exploitations en PCE, et ainsi recueillir d'autres éléments de compréhension, notamment, vis-à-vis de la structure des exploitations.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Sneessens, I., Sauvée L. Randrianasolo H., et al. (2019). A framework to assess the economic vulnerability of farming systems: Appl. to mixed crop-livestock systems. *Agricult. Systems*, 176.
- Stengel F., Dubois MJF., Randrianasolo-Rakotobe H., Calef D. (2017). Nouvelle mesure de la résilience des moyens d'existence. Méthodologie et équation générale. Cahiers de l'ATM, 37.
- Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D. & Huyghe, C. (2016). Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agronomy for sustainable development*, 36(1).

Mots-clés : Niveau de vulnérabilité ; polyculture-élevage (PCE), analyse statistique.

# Evolution sur le long-terme de l'albédo de surface d'un territoire de polyculture-élevage et impact sur l'atténuation du changement climatique. Exemple de la Bretagne

MISCHLER P.

Institut de l'élevage, 19bis rue Alexandre Dumas, 80000 Amiens

Mots-clés : polyculture-élevage, changement d'usage des sols, albédo, territoires

## INTRODUCTION

L'économie circulaire, vise une réduction de l'utilisation des ressources non renouvelables, en organisant le bouclage des flux de matière et d'énergie. Cela implique une reconfiguration des systèmes de production et de consommation en faveur des synergies entre filières animales et végétales. La déplétion des ressources pétrolières (nécessaires aux engrais et aux carburants), les attentes sociétales qui questionnent la place de l'élevage des ruminants, critiqué pour la concurrence avec l'alimentation humaine et pour ses émissions de gaz à effets de serre (GES), sont autant de forces contraires auxquelles s'ajoutent les problématiques de rentabilité et de surcharge de travail. Ainsi, l'élevage de ruminants diminue au profit d'une « céréalisation » des terres (Hirschler et al. 2019). Si cela réduit les émissions de  $\text{NH}_4$  entérique, le développement des cultures à pratiques agricoles constantes, pourrait favoriser les émissions associées de  $\text{CO}_2$  et de  $\text{N}_2\text{O}$  liées aux carburants et aux engrais de synthèse, en plus du déstockage de carbone (C) lié au retournement de prairies. Les changements d'usage des sols ont un impact sur l'albédo<sup>1</sup> ( $\alpha$ ) des surfaces. Ce phénomène physique joue un rôle important, positif ou négatif, dans la quantité d'énergie reçue par la Terre et sa température. **Cette présentation a pour but de questionner** les effets potentiels sur le climat des changements d'usage des sols, au travers du forçage radiatif<sup>2</sup> (FR) causé par les modifications d'albédo ( $\alpha$ ) de surface. Le cas d'étude présenté ici est la Bretagne, territoire qui a fortement évolué et sur une durée longue (180 ans).

## 1. MATERIEL ET METHODES

Le projet Albédo-prairies a étudié les variations annuelles d' $\alpha$  de prairies françaises dans divers contextes pédoclimatiques. Un travail exploratoire a été mené pour analyser les évolutions de FR induits par les changements d' $\alpha$  de surface, liés aux changements d'usage des sols. Cette étude a nécessité des données (1) d'occupation des sols par l'agriculture et la forêt et (2) de dynamiques annuelles d' $\alpha$  pour les cultures, prairies, forêts et landes...

- Les données d'occupation des sols se sont basées sur des travaux de l'INRAE sur la période 1840-1980 (Daucé et Léon, 1982), complétées par le recensement agricole jusqu'en 2020.
- Les données d'albédo ont mobilisé des travaux sur les prairies (Mischler et al. 2022 ; Sieber 2022), les cultures (Ferlicoq 2016 ; Sieber, 2022) et les forêts (Lutz et Howarth, 2014). Pour certaines surfaces, les données d'albédo inexistantes, ont été approximées (landes, pomme de terre, sarrasin).
- Ont été exclues du calcul, certaines surfaces dont les données n'étaient pas accessibles : ce sont les routes, lacs, étangs, cours d'eau et les zones urbanisées.

Le calcul d' $\alpha$  a été réalisé avec une calculette (SIM' $\alpha$ <sup>3</sup>) et converti en forçage radiatif (exprimé en  $\text{Watt}/\text{m}^2$ ), pour d'estimer si l'agriculture bretonne a contribué à réchauffer ou refroidir le climat, en raison du changement d'albédo induit par le changement d'usage des sols. Le forçage radiatif se calcule par rapport à une référence : un sol nu, une surface cultivée, un changement de pratiques, un assolement. « L'assolement » breton de 1955, qui marque le début de la période de modernisation de l'agriculture, sera ici la référence.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

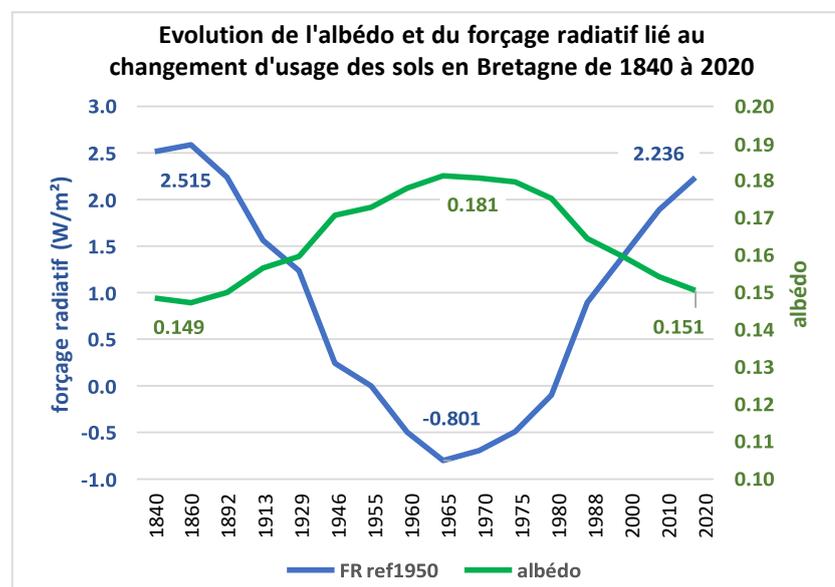
L'agriculture de Bretagne a fortement évolué de 1840 à 1900 par la mise en place d'une polyculture-élevage (PCE) qui a remplacé une agriculture vivrière (Daucé et Léon, 1982) : il y a eu une réduction forte des surfaces de landes, de terres incultes et des jachères. Elles ont été valorisées en cultures et surtout en prairies, grâce à un début de mécanisation (par exemple, l'emploi d'une charrue à soc à traction animale). De 1900 à 1950, l'apogée d'une économie agricole de petite production, de polyculture-élevage, autonome, peu spécialisée et fortement utilisatrice

<sup>1</sup> L'albédo est le ratio entre la lumière solaire réfléchiée par une surface par rapport à la lumière incidente, il est sans unité et se situe entre 0 et 1. 0 correspond à 100% de lumière absorbée et 1 à 100% de lumière réfléchiée

<sup>2</sup> En climatologie, le forçage radiatif est approximativement défini comme la différence entre la puissance radiative reçue et la puissance radiative émise par un système climatique donné, comme le système Terre. Un forçage radiatif positif tend à réchauffer le système (plus d'énergie reçue qu'émise) et inversement. Il s'exprime en  $\text{Watt (W)}/\text{m}^2$ .

<sup>3</sup> SIM' $\alpha$  est une calculette Excel qui estime la dynamique annuelle d'albédo d'un assolement (exploitation, territoire) à partir des dynamiques annuelles d'albédo des plantes occupant les surfaces.

de main d'œuvre est concomitante de la poursuite du développement de l'élevage porcin et de vaches initié au 19<sup>ème</sup> siècle, ainsi que des surfaces de prairies et de pommes de terre. Le seigle et l'avoine diminuent au même rythme que le remplacement de la traction animale par des machines. A partir de 1950 la polyculture-élevage est progressivement remplacée par une agriculture plus productive et spécialisée. L'herbe cultivée se développe jusqu'à un maximum en 1975, puis, ses surfaces déclinent jusqu'à 2020, au profit du développement du maïs grain



et ensilage. Les surfaces forestières stables jusque dans les années 60, ont doublé depuis.

L'albédo de la Bretagne a été estimé à 0.149 en 1840 (14.9% de la lumière est réfléchi), ce qui est cohérent avec la présence importante de jachères et de landes ( $\alpha=0.168$ ), de forêts ( $\alpha=0.133$ ) et de sols cultivés ( $\alpha=0.140$  à  $0.205$ ), dont l'albédo est inférieur à celui des prairies ( $\alpha=0.237$ ). Celles-ci ne représentaient alors que 12% des surfaces. L' $\alpha$  augmente ensuite jusqu'à un maximum ( $\alpha=0.181$ ) en 1960 avec 46% des surfaces en prairies. Il se maintient jusqu'en 1975, avant de baisser fortement en raison des baisses de surfaces d'herbe et de la hausse de celles du maïs ( $\alpha=0.144$ ) et des forêts. L' $\alpha$

régresse à 0.151 en 2020, un niveau proche de celui de 1840. Le forçage radiatif lié aux variations d'albédo, est de +2.515 W/m<sup>2</sup> en 1840, il baisse pour atteindre -0.801 W/m<sup>2</sup> en 1965 avant d'augmenter à nouveau jusqu'en 2020 avec +2.236 W/m<sup>2</sup>. En termes d'impact climatique, l'effet albédo en 1840 favorisait le réchauffement climatique au même niveau que 2020. A contrario, sur la période 1955-1980 le FR était négatif grâce à la part importante d'herbe qui se situait entre 40 et 56% des surfaces.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

L'évolution de l'usage des sols bretons sur 180 années a eu un impact important sur l'albédo de surface. L'intensification agricole a d'abord permis de réduire le FR grâce au développement des surfaces des prairies, avant qu'il n'augmente à nouveau. Cet exemple montre que l'occupation des sols dans les situations où les prairies sont moins présentes, a eu un effet réchauffant sur le climat aussi bien en 1840 qu'en 2020, en passant d'une agriculture faiblement mécanisée et faible consommatrice d'intrants à une forme d'agriculture plus intensive. Ces travaux de simulation, bien qu'ayant des limites liées à la précision de certaines valeurs d'albédo et hors considération du stockage / déstockage de C, montrent que tout changement d'usage des sols, notamment dans une perspective d'accroître les interactions cultures-élevages territoriales, doit tenir compte des impacts induits sur le climat, ici sur l'atténuation du changement climatique. Ainsi, l'évaluation multicritère de scénarios de changements d'usage des sols associés par exemple, à une économie plus circulaire, une baisse des surfaces fourragères et de l'élevage, ou une déprise agricole pourrait utilement intégrer le forçage radiatif lié à l'albédo de surface, de manière complémentaire à la prise en compte de la séquestration du carbone dans les sols agricoles.

*Ce projet Albédo-Prairies a été financé par le fonds Casdar*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRESTE : recensements agricoles de 1988, 2000, 2010 et 2020
- Daucé P. et Léon Y. (1982). L'évolution de l'agriculture bretonne depuis 1850 : quelques données. Sciences Agronomiques Rennes, 2, 96 p. hal-01905543.
- Ferlicoq M. (2016), Comparaison pour les agroécosystèmes des contributions biogéochimiques et biophysiques au forçage radiatif net pour l'identification de leviers d'atténuation au changement climatique, THESE, Université Paul Sabatier, 353 p
- Hirschler J., Stark F., Gourlaouen Y., Perrot C., Dubosc N., Ramonteu S. (2019). Evolution des systèmes de polyculture-élevage: une rétrospective statistique 2007-2014; Innovations Agronomiques, 72 193-209
- Lutz D. & Howarth R. (2014) Valuing albedo as an ecosystem service: implications for forest management; Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-014-1109-0
- Mischler P., Ferlicoq M., Ceschia E., Kerjose E., (2022) « L'albédo, un levier d'atténuation du changement climatique méconnu : quel potentiel d'atténuation pour les prairies ? ». Fourrages 251, 1-16
- Sieber P., Bohme S., Ericsson N., Hansson PA (2022) Albedo on cropland: Field-scale effects of current agricultural practices in Northern Europe, Agricultural and forest meteorology, 11 p

# La pluralité des formes d'agriculture et d'élevage dans un village indien en zone semi-aride : enjeux de durabilité au regard de l'eau et de l'énergie (1950-2022)

HEMINGWAY C. (1), AUBRON C. (1), RUIZ L. (2,3), VIGNE M. (4)

(1) UMR SELMET-LRDE, Institut Agro, Montpellier, France ; (2) UMR SAS, Institut Agro, Rennes, France ; (3) CEFIRSE -, ICWaR, Indian Institute of Science, Bangalore, India ; (4) UMR SELMET-LRDE, CIRAD, Antsirabe, Madagascar

Mots-clés : Inde ; Elevage ; Métabolisme ; Histoire

## INTRODUCTION

Depuis les années 1950, l'Inde a réalisé des choix politiques forts pour augmenter la production agricole. Ces choix se sont réalisés au travers d'une réforme agraire, d'une révolution jaune (secteur des oléagineux), d'une révolution verte (irrigation par forages, engrais de synthèse) et d'une révolution blanche (structuration du secteur laitier). Ces révolutions ont modifié l'agriculture indienne, avec des conséquences environnementales et sociales importantes. L'objectif de cette étude est d'étudier les liens entre questions sociales et environnementales dans les transformations agraires d'un territoire indien, ainsi que le rôle de l'élevage dans ces transformations.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Pour répondre à cet objectif, nous avons choisi l'échelle de la petite région agricole car elle permet de prendre en compte la diversité sociale des agriculteurs. Nous avons choisi la région semi-aride de Rappthadu (district d'Anantapur, état d'Andhra Pradesh) en Inde du Sud, impactée par les révolutions jaune, verte et blanche. Le cadre conceptuel est celui de l'agriculture comparée (Cochet, 2015) qui permet d'analyser la différenciation sociale des exploitations. Nous y combinons des analyses de flux de matière proposées par les approches de métabolisme territorial (Fischer-Kowalski and Haberl, 2007), pour rendre compte des relations d'interdépendances entre exploitations. L'ensemble de cette analyse repose sur des entretiens, observations, des données issues de la littérature scientifique et d'archives. Pour illustrer les changements du système agraire et les modifications des relations sociales dans le territoire, nous avons construit un village archétype entre 1950 et aujourd'hui. Pour intégrer questions sociales et environnementales, nous avons choisi de s'intéresser plus particulièrement à (i) l'**énergie**, qui permet d'évaluer d'un point de vue environnemental la moto-mécanisation de l'agriculture et aussi intégrer les questions du travail animal et humain, et à (ii) l'**eau** car l'eau de la nappe souterraine est une ressource limitante d'une part et une ressource commune d'autre part, captée grâce à des investissements privés. Pour chaque période nous représentons les flux d'énergie et d'eau entrant, circulant et sortant des catégories sociales à l'échelle de la territoriale matérialisant ainsi les relations d'interdépendance entre catégories sociales. Les flux d'énergie comprennent l'énergie du travail (ET) humain et animal, l'énergie brute calorifique de la biomasse (EB) et l'énergie fossile (EF). Ces bilans sont complétés par l' $EROI_{ext/import}$  (Energy Return On Investment) du territoire, rapport entre l'énergie produite et l'énergie investie (Vigne, 2012) ainsi qu'un indice de circularité énergétique (Kleinpeter et al., 2023). Les flux d'eau sont pris en compte au moyen de bilans hydriques (Allen et al., 1998) permettant d'estimer la contribution de chacun des types d'exploitations à la recharge de la nappe souterraine (extraction, recharge).

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Le système agraire de Rappthadu a profondément changé, d'une agriculture manuelle et à traction animale à une agriculture hybride reposant partiellement sur la moto-mécanisation. Le rôle de l'élevage a été bouleversé, avec une perte de la multifonctionnalité de l'élevage et l'apparition de formes d'élevages spécialisées dans la production laitière et intensives en intrants. La région a connu des transformations qui font écho à d'autres dans le monde : perte d'autonomie énergétique, dépendance aux énergies fossiles (Fig. 1) et baisse de l' $EROI_{ext/import}$ . Malgré la réforme agraire et les révolutions jaune, verte et blanche, les inégalités sociales existent encore, et ont pris de nouvelles formes. Le système agraire des années 1950 était régi par des flux d'ET humain et animal (Fig. 1) : par exemple, les grands et petits propriétaires captaient l'ET humain des catégories sociales sans-terres. Le système agraire actuel est quant à lui structuré autour de flux d'EF et d'EB de la biomasse (Fig. 1) : par exemple, les flux d'EB des fanes d'arachide circulant entre catégories sociales sans accès à l'irrigation et produisant de l'arachide pluviale vers les pasteurs qui ont besoin des fanes d'arachide pour nourrir leur cheptel ovien en été. La circularité énergétique a diminué mais est maintenue dans le territoire, notamment du fait de la circulation de cette biomasse. La circularité est cependant aujourd'hui alimentée par des imports d'EF dans le territoire.

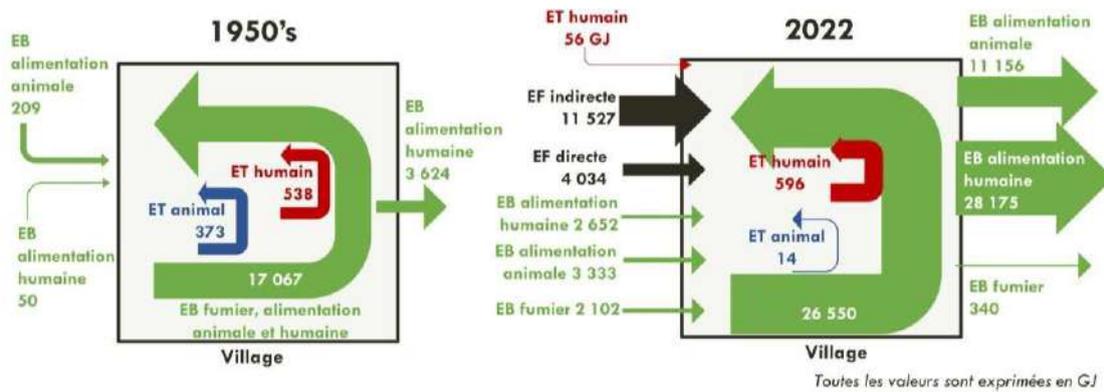


Figure 1. Flux d'énergie globaux (par types d'énergie et non par catégories sociales) entrant, circulant et sortant du village à l'échelle territoriale en 1950 et aujourd'hui

Par ailleurs, une nouvelle forme d'interdépendance entre catégories sociales qui recharge l'eau de la nappe et d'autres qui la puisent a émergé (Fig. 2). La recharge nette du territoire a diminué mais est toujours positive. Ceci est dû à la plus grande importance de l'eau rechargée via les surfaces pâturées et les surfaces cultivées en conditions pluviales appartenant aux catégories sans accès à l'irrigation, par rapport à l'eau pompée par les catégories avec accès à l'irrigation (Fig. 2).

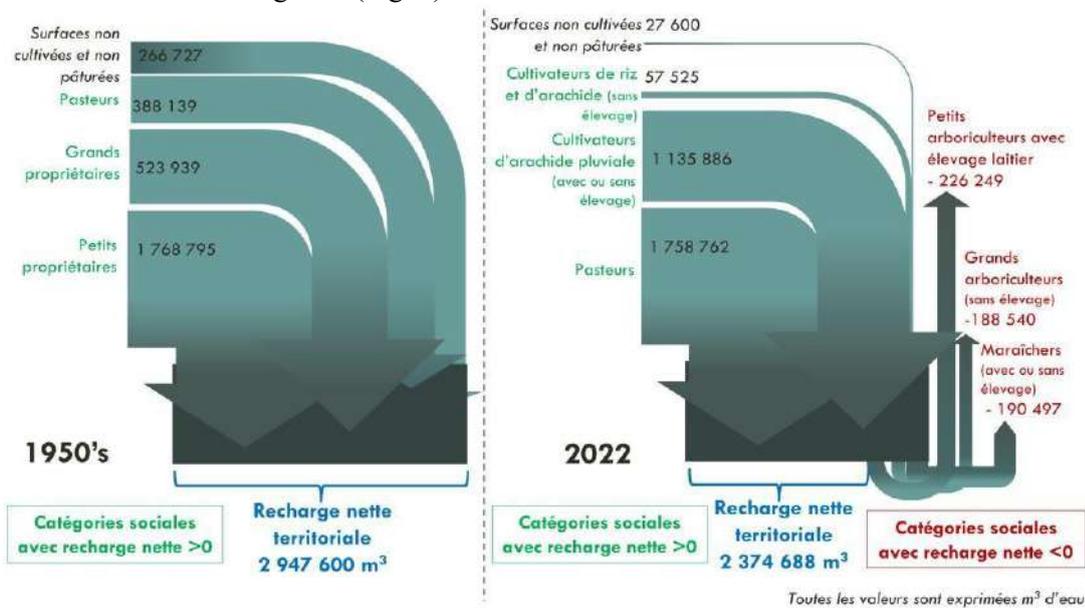


Figure 2. Bilan hydrique territorial et

contribution de chaque catégorie sociale en 1950 et aujourd'hui

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cette étude montre que durabilités sociale et environnementale ne vont pas toujours de pair. Elle souligne l'importance de considérer les catégories sociales et les relations sociales de production dans les analyses territoriales et les évaluations environnementales.

Ces travaux sont issus d'une thèse de doctorat financée par une bourse doctorale du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche ainsi que par le métaprogramme METABIO de l'INRAE (projet IndiaBio).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Chapter 4 - Determination of ETo, in: Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Cochet, H., 2015. Comparative Agriculture. Springer, Netherlands.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (Eds.), 2007. Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use. Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, UK - Northampton, USA.
- Kleinpeter, V., Alvanitakis, M., Vigne, M., Wassenaar, T., Lo Seen, D., Vayssières, J., 2023. 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. Resour. Conserv. Recycl. 188, 106663.
- Vigne, M., 2012. Energy flows in contrasted dairy livestock systems (PhD Thesis). Université Européenne de Bretagne/AgroCampusOuest.

# Résistances et transformations de la polyculture-élevage en zone intermédiaire Lorraine – Haute-Marne.

DE LA HAYE SAINT HILAIRE L., MIGNOLET C.  
INRAE ACT ASTER, 662 avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt

Mots-clés : zone intermédiaire ; trajectoires ; spécialisation ; diversification

## INTRODUCTION

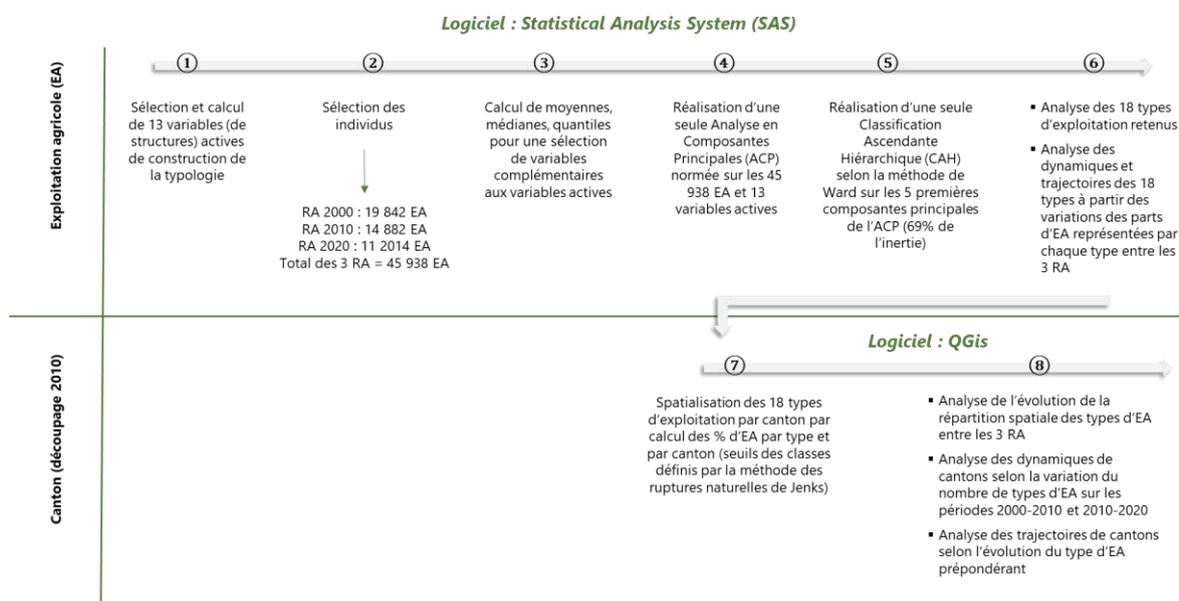
La communication s’appuie sur les résultats d’une thèse en géographie soutenue en novembre 2023 (de La Haye Saint Hilaire, 2023), dont l’un des objets est l’analyse des dynamiques des systèmes agricoles en polyculture- élevage (PCE). Nous proposons, dans le cadre du colloque, d’interroger les évolutions spatiales et temporelles de la PCE (disparition, résistance, transformation) et ses changements d’échelles (de la ferme au territoire).

Les cinq départements étudiés (Haute-Marne, Meuse, Meurthe-et-Moselle, Moselle, Vosges) sont en partie ou totalement intégrés à la « zone intermédiaire » (Pierre, 2004). Les caractéristiques de cette zone<sup>1</sup> permettent de nourrir une réflexion sur les dynamiques de spécialisation *versus* diversification des systèmes de production agricoles. Par ailleurs, la Lorraine – Haute-Marne se distingue du reste de la zone intermédiaire, en cours de spécialisation vers les productions végétales depuis les années 1970, par un maintien de l’élevage, en particulier dans des structures de PCE bovin (Schott, Puech et Mignolet, 2018 ; de La Haye Saint Hilaire, 2023). La PCE est considérée ici selon une approche structurelle (Martel et al., 2017), c’est-à-dire comme la conduite simultanée d’ateliers animaux et végétaux « sans a priori d’intégration entre les ateliers d’élevage et de culture » (Veysset et al., 2020). Le plus souvent appréhendée à l’échelle de l’exploitation, elle l’est aussi à l’échelle territoriale (Ryschawy et al., 2014).

L’objectif est de caractériser les trajectoires de long terme des systèmes de production et leur différenciation spatiale au sein d’un périmètre régional pour mettre en évidence des processus de spécialisation *versus* de diversification à différents niveaux d’organisation (exploitation, canton, région).

## MATERIEL ET METHODES

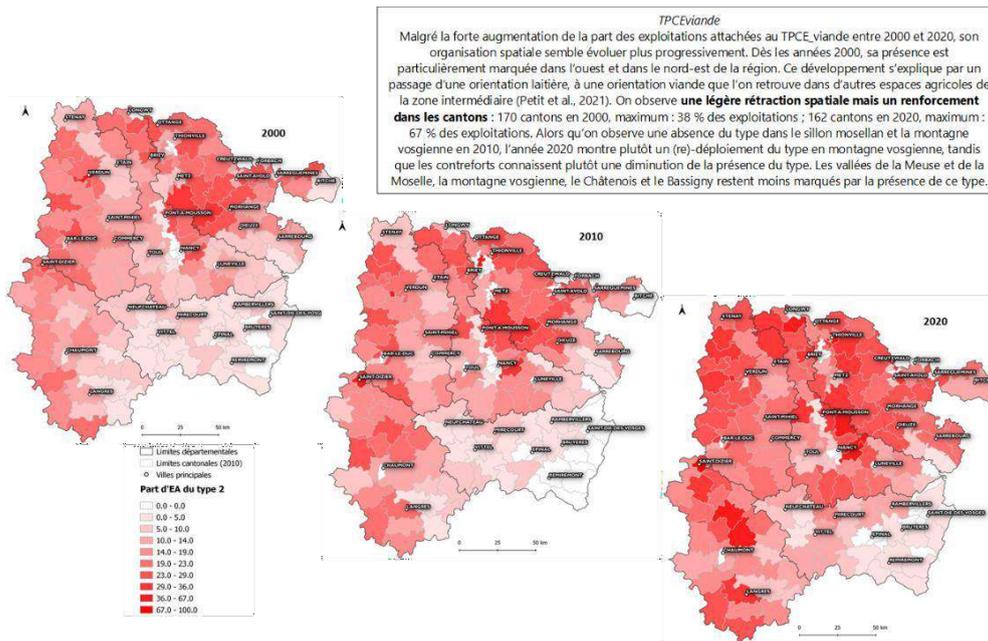
Le travail repose sur la construction par analyse multivariée d’une typologie diachronique d’exploitations agricoles, à partir des recensements agricoles 2000, 2010 et 2020. La méthodologie est synthétisée dans le schéma ci-dessous. Nous proposons de mobiliser des représentations cartographiques à la maille cantonale traduisant les évolutions du poids et de la répartition spatiale des types en PCE. Nos résultats sont étayés par des cartes monotypiques (cf résultats) choisies selon l’intérêt des trajectoires.



<sup>1</sup> Critères pédologiques contraignants (présence de terres à cailloux, de sols de faibles profondeurs et hydromorphes), forte dépendance aux aides PAC, présence faible des signes de qualité ou de filières rémunératrices, déprise démographique et économique.

## RESULTATS

Les résultats donnent à voir une pluralité de trajectoires selon les types, et les espaces dans lesquels ces types s'insèrent. La PCE peut ainsi être analysée comme : (i) une étape de transition entre élevage spécialisé et grandes cultures spécialisées (Schott et al., 2018 ; Hirschler et al., 2019), (ii) un système qui résiste voire se développe sur le temps long (selon des logiques de concentration), (iii) un système marqué par une restructuration productive (passage du bovin lait au bovin viande, diversification végétale). Par exemple, le type en PCE bovin viande (TPCEviande) illustre une trajectoire de développement (il représente quasiment 20 % des exploitations du territoire régional en 2020) et de restructuration productive (intensification fourragère). Sa représentation spatiale (cf ci-dessous) montre sa diffusion à l'échelle régionale.



## DISCUSSION & PERSPECTIVES

Les facteurs de résistance et de transformation de la PCE en Lorraine – Haute-Marne sont notamment liés à la valorisation des caractéristiques propres à la zone intermédiaire. La PCE pourrait aussi être soutenue par les intermédiaires des filières, en particulier pour favoriser les complémentarités entre ateliers au-delà du système d'exploitation (bassin de production, territoire de firme). En effet, les intermédiaires prennent appui sur des espaces productifs peu délocalisables, dont ils pourraient chercher à infléchir les systèmes de production. Les travaux menés dans le cadre de la thèse soulignent plutôt des stratégies de sélection/fragmentation/discrimination spatiales qui conduisent à une spécialisation/rationalisation des territoires et à une standardisation de la matière première. Les intermédiaires ne semblent pas avoir de volonté spécifique de valorisation des caractéristiques de la zone intermédiaire, en particulier celles induites par la polyculture-élevage.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- de La Haye Saint Hilaire L., *Dynamiques agricoles et agro-industrielles en zone intermédiaire de polyculture-élevage. Une géographie des filières pour penser la transformation des systèmes agri-alimentaires* (2023) Thèse de doctorat – Géographie, Université Paris-Saclay, 444 p.
- Hirschler J., Stark F., Gourlaouen Y., Perrot C., Dubosc N., Ramonteu S., 2019, « Evolution des systèmes de polyculture-élevage : une rétrospective statistique », *Innovations Agronomiques*, 72, p. 193-209.
- Martel G., Veysset P., Durand C., Dieulot R., Mischler P., 2017, « Mieux coupler cultures et élevage dans les exploitations d'herbivores conventionnelles et biologiques : une voie d'amélioration de leur durabilité ? », *Fourrages*, 231, p. 235-245.
- Pierre G. 2004 *Agriculture dépendante et agriculture durable: la PAC et les plateaux du sud-est du bassin parisien*, Paris, Panthéon - Sorbonne, Edition de la Sorbonne, 328 p.
- Ryschawy J., Joannon A., Gibon A., 2014, « L'exploitation de polyculture-élevage : définitions et questions de recherche. Une revue », *Cahiers Agricultures*, 23, 6, p. 346-356.
- Schott C., Puech T., Mignolet C., 2018, « Dynamiques passées des systèmes agricoles en France : une spécialisation des exploitations et des territoires depuis les années 1970 », *Fourrages*, 235, p. 153-161.
- Veysset P., Charleuf M., Lherm M., 2020, « Exploitations de polyculture-élevage bovin viande : plus grandes mais pas plus profitables que les exploitations d'élevage herbagères », *Cahiers Agricultures*, 29, 17.

# Quelles sont les conditions au maintien de l'intégration culture – élevage ?

## Analyse rétrospective dans le Gers, de 1950 à nos jours.

PEDECHES R. (1), BAINVILLE S. (2) PHILLIPON O. (1) AUBRON C. (1)

(1) SELMET, Institut Agro Montpellier, University of Montpellier, INRAE, CIRAD, 34060 Montpellier, France;

(2) MOISA, Institut Agro, University of Montpellier, CIHEAM-IAM, CIRAD, INRAE, 34060 Montpellier, France

**Mots-clés : Intégration agriculture-élevage, agroécosystèmes, économie, agriculture comparée.**

### INTRODUCTION

La polyculture-élevage, mode de production largement délaissé depuis les années 1950, suscite un regain d'intérêt dans le cadre de la transition agro-écologique (de Moraes *et al.*, 2014). Si la régression est massive à l'échelle de la France métropolitaine, certaines régions se spécialisent moins que d'autres (Schott *et al.*, 2017). Dans une étude rétrospective des exploitations d'une petite région agricole du Bassin aquitain, nous nous demandons à quelles conditions la polyculture-élevage s'y est maintenue.

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

La zone retenue pour l'étude (125 000 ha), située dans le département du Gers, comporte au nord des coteaux secs et au sud des vallées irriguées. C'est un territoire de grandes cultures où la production de monogastriques et de bovins, en essor de 1900 à 1960 (Brunet, 1965), a mieux résisté à la spécialisation céréalière que d'autres régions de plaine (Agreste, 2015).

Une enquête de terrain (110 entretiens auprès d'agriculteurs durant 7 mois) mobilisant les méthodes de l'agriculture comparée (Cochet, 2015) a été mise en œuvre pour reconstituer l'évolution des systèmes techniques entre 1950 et 2020, ainsi que les conditions du maintien de la polyculture-élevage. Le travail comportait une étude des conditions biophysiques, une phase d'enquêtes historiques, et une dernière phase d'enquêtes techniques et d'évaluation des résultats économiques des différents types d'exploitations.

### RÉSULTATS

Jusqu'en 1955, au sein d'exploitations céréalières et souvent viticoles, les élevages et leurs systèmes fourragers fournissaient la force de traction et assuraient le renouvellement de la fertilité des cultures, le désherbage, le contrôle des maladies et des ravageurs. Ils maintenaient aussi une diversité d'habitats biologiques, et protégeaient le sol de l'érosion.

Tracteurs, engrais et autres intrants industriels furent adoptés entre 1950 et 1970. Depuis 1960, la surface par actif et la pente sont les principaux facteurs qui déterminent le maintien ou non de la polyculture-élevage. Les exploitations conservent l'élevage quand l'étendue ou la nature du foncier disponible ne permettent pas de vivre de la céréaliculture.

Mais, dans ces exploitations diversifiées, à partir de 1960-1970, la polyculture-élevage change de nature. Les anciennes interactions agriculture-élevage disparaissent, remplacées par les machines et intrants industriels.

Cette nouvelle polyculture-élevage est en crise depuis 1980 environ, sous l'effet de la concurrence d'autres régions bénéficiant d'avantages comparatifs. Dans notre zone d'étude, les ateliers de granivores ont pu se maintenir sous la protection de labels. En revanche, la productivité du travail en élevage bovin s'est fortement dégradée par rapport à celle de la céréaliculture, et le cheptel bovin s'est effondré (222 000 têtes en 1980, 75 000 en 2022, statistique agricole annuelle).

Depuis 2010, 25,6 % de la SAU départementale a été convertie à l'agriculture biologique (Agence bio, 2022). Pour autant, à défaut de ruminants, les interactions agriculture-élevage, qui avant 1955 remplissaient les mêmes rôles que les engrais et pesticides interdits par le cahier des charges, n'ont été rétablies que marginalement.

## DISCUSSION-CONCLUSION

Le facteur le plus souvent avancé pour expliquer la régression de la polyculture-élevage est le rapport entre le niveau des salaires et le prix des intrants (Dupraz, 1997; Peyraud, Taboada and Delaby, 2014). Dans notre région, ce paradigme explicatif est fécond pour comprendre la formation des premières exploitations spécialisées en céréaliculture à partir de 1960. Mais au moins jusqu'à 1990, la plupart des exploitations, de petite taille, ou à potentiel céréalier moyen, échappent à cette logique. S'il n'a pas fait disparaître l'exploitation de polyculture-élevage, le prix relatif des intrants et de la « main-d'œuvre » semble en revanche être responsable de la disparition des liens biophysiques entre culture et élevage au sein de ces exploitations.

Il importe donc, pour l'étude des conditions d'existence de la polyculture-élevage, de préciser ce qu'on entend par « polyculture-élevage ». S'agit-il de la coexistence des productions animales et végétales dans la même exploitation, ou bien d'une intégration fonctionnelle capable de se substituer au moins partiellement à l'emploi d'intrants industriels ?

Dans le Gers, le déclin de l'élevage bovin menace l'existence d'une polyculture-élevage dont l'intérêt ne se limite pas aux flux de matière. La restauration de la rentabilité des élevages bovins, par des prix plus élevés ou des primes supplémentaires, semble être un préalable au redéploiement dans cette région d'une polyculture-élevage riche en interactions biophysiques.

*Nous remercions les deux relecteurs anonymes dont les commentaires ont bien amélioré ce résumé.*

Agence bio (2022) *Les chiffres 2021 du secteur bio. Dossier de presse juin 2022*. Available at: [https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/07/DP\\_LAGENCE-BIO-26-07\\_22.pdf](https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/07/DP_LAGENCE-BIO-26-07_22.pdf) (Accessed: 22 March 2023).

Agreste (2015) 'Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées, une région au premier plan.'

Brunet, R. (1965) *Les campagnes toulousaines. Étude géographique. Thèse pour le doctorat ès Lettres*. Université de Toulouse. Faculté des Lettres et Sciences humaines.

Chatellier, V., & Gaigné, C. (2012). Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français. *Innovations agronomiques*, (22), 185-203

Cochet, H. (2015) *Comparative agriculture*. Dordrecht, Netherlands: Springer.

Dupraz, P. (1997) 'La spécialisation des exploitations agricoles : changements techniques et prix des facteurs', *Cahiers d'Economie et sociologie rurales*, 45(1), pp. 93-122. Available at: <https://doi.org/10.3406/reae.1997.1559>.

de Moraes, A. *et al.* (2014) 'Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics', *European Journal of Agronomy*, 57, pp. 4-9.

Peyraud, J.-L., Taboada, M. and Delaby, L. (2014) 'Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: A review', *European Journal of Agronomy*, 57, pp. 31-42. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.02.005>.

Schott, C., Puech, T., Picaud C., Mignolet, C. (2017) 'Dynamiques passées des systèmes agricoles en France: une spécialisation des exploitations et des territoires permise par un usage accru des intrants de synthèse au détriment des formes de polycultures-élevages'. Dijon. Colloque Les polycultures-élevages: valoriser leurs atouts pour la transition agro-écologique.

# Les politiques publiques en polyculture élevage

Myriam GASPARD, CRAO Mas de Saporta, 34875 LATTES Mots-

clés : politiques publiques, polyculture-élevage

## INTRODUCTION

La polyculture élevage est reconnue comme l'essence même de la mise en œuvre des principes de l'agroécologie à l'échelle d'une exploitation agricole car elle permet de boucler les cycles dans une économie circulaire resserrée à l'échelle de l'exploitation elle-même.

Force est de constater qu'entre les deux recensements agricoles les exploitations de polyculture élevage ont subi une érosion en termes de nombre.

Les politiques publiques souvent axées sur un atelier plus que sur la globalité de l'exploitation ne favorisent pas forcément ce type d'entreprise alors même que la demande sociétale la sollicite.

Depuis quelques années, certaines politiques publiques ont essayé d'y remédier (MAEC mesures agro- environnementales et climatiques, PSE paiements pour services environnementaux). Une illustration de ces dernières vous est proposée.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Il s'agira de faire un premier bilan des MAEC polyculture élevage proposées dans le cadre de la nouvelle Politique Agricole Commune (PAC) en Occitanie, de présenter quelques dispositifs PSE qui visent à accompagner les transitions et les valoriser notamment dans l'alimentation (ex : Terres de source, département 79, PSE Adour Garonne).

Les travaux présentés seront issus des données issues des Commissions régionales MAEC, de la bibliographie réalisée lors des travaux du RMT RED-SPYCE et actualisée.

## 2. RESULTATS & DISCUSSION

Au niveau local les collectivités ont des leviers pour privilégier les productions locales que ce soit via la loi EGALIM ou via les marchés publics. Les démarches Terres de Sources (Rennes) et du département des Deux-Sèvres peuvent être citées comme des démarches ayant prouvé leur efficacité.

Au niveau des zonages supra, les paiements pour services environnementaux (publics ou privés) sont aussi un moyen de soutenir les exploitations de polyculture-élevage et la démarche initiée par l'agence de l'eau Adour Garonne dès 2019 en est l'illustration « grandeur nature ».

Enfin, les mesures agro-environnementales peuvent aussi être sollicitées pour soutenir ces profils d'exploitations.

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

La polyculture -élevage est mentionnée dans les politiques publiques comme étant une voie pour les transitions agroécologiques mais cela ne se traduit pas directement dans les faits.

Force est de constater que ces différentes politiques ne sont pas spécifiques à la polyculture-élevage (sauf MAEC système) mais permettent à ces exploitations d'être actrices dans ces démarches de part leur profil.

Certaines politiques publiques, assurance récolte par exemple, ne prennent toujours pas en compte l'exploitation de polyculture élevage à part entière mais comme une somme d'ateliers en silos.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Publications RED SPYCE : politiques publiques et polyculture élevage (4p et 10p) : état des lieux en France et à international.

Site @ terres de sources : <https://terresdesources.fr/>

Site @ department 79 : <https://www.deux-sevres.fr/services-en-ligne/aides-et-subventions/guide-des-aides/aide-lapprovisionnement-local>

Site Agence de l'eau Adour Garonne : <https://eau-grandsudouest.fr/usages-enjeux-eau/activites-economiques-amenagements/agriculture-eau/paiement-pour-services-environnementaux>

Site DRAAF Occitanie : MAEC <https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/commission-regionale-agro-environnementale-et-climatique-craec-du-12-decembre-a8812>