26è

RENCONTRES
RECHERCHES
RUMINANTS

Les 7 et 8 décembre 2022

Session

Mixité dans les systèmes d'élevage, polyculture élevage, exploitation et territoire

INRAE

INSTITUT DE L'ELEVAGE idele

ELIANCE

Des éleveurs. Une ambition.

La fédération des entreprises de service et conseil en élevage

En R&D, Eliance c'est :

30 ingénieurs, techniciens et chercheurs

+ 2M d'€ de budget annuel

+ 50 publications scientifiques par an

De nombreux outils et partenariats : station de phénotypage de Nouzilly, UMT (Unité Mixte Technologique) eBis, LPA (Laboratoire Partenarial Associé) épigénétique, APIS-GENE, CIRBEEF...

L'expertise de notre réseau :

- Génétique
- Reproduction
- Nutrition
- Santé
- Bien-être animal
- Impacts environnementaux
- Qualité des produits
- Nouvelles technologies
- Efficience

RÉUSSIR
Nourrir votre performance

OPTIMISEZ LA GESTION QUOTIDIENNE
de votre **EXPLOITATION** grâce aux **REVUES RÉUSSIR**

11 N° PAR AN

11 N° PAR AN

Simplifiez-vous la vie
en vous abonnant directement sur :
boutique.reussir.fr

6 N° PAR AN

10 N° PAR AN

WWW.REUSSIR.FR

LE 1ER SITE PORTAIL
D'INFORMATIONS AGRICOLES ET ALIMENTAIRES

POUR PLUS D'INFORMATIONS : RÉUSSIR Abonnement
1, rue Léopold Sédar Senghor - CS 20022 - 14902 CAEN CEDEX 9
Tél. 02 31 35 87 28 - service.abonnement@reussir.fr

AVEC LES TITRES DU GROUPE **RÉUSSIR**,
PORTEZ UN REGARD NEUF SUR VOTRE MÉTIER

afrique agriculture SUR LE WEB

Toute l'actualité agricole de l'Afrique en ligne sur :

www.afrique-agriculture.org

Et pour nos abonnés, bénéficiez en plus :

- De votre magazine accessible en ligne
- Des contenus exclusifs réservés aux abonnés
- Des articles en illimité sur tous vos écrans

LE SITE DE RÉFÉRENCE DES DÉCIDEURS DE L'AGRICULTURE

UNE INFORMATION QUOTIDIENNE ADAPTÉE À VOTRE MÉTIER

Distribution • Environnement • Décryptages

DÉCOUVREZ L'INTÉGRALITÉ DU SITE ET TOUS SES AVANTAGES,
Newsletters thématiques, Podcasts, Mags en ligne exclusifs, Fiches RH & Management, l'accès à plus de + de 25 000 articles.

DÉCOUVREZ-LE MAINTENANT
WWW.REFERENCE-AGRO.FR

RÉFÉRENCE agro

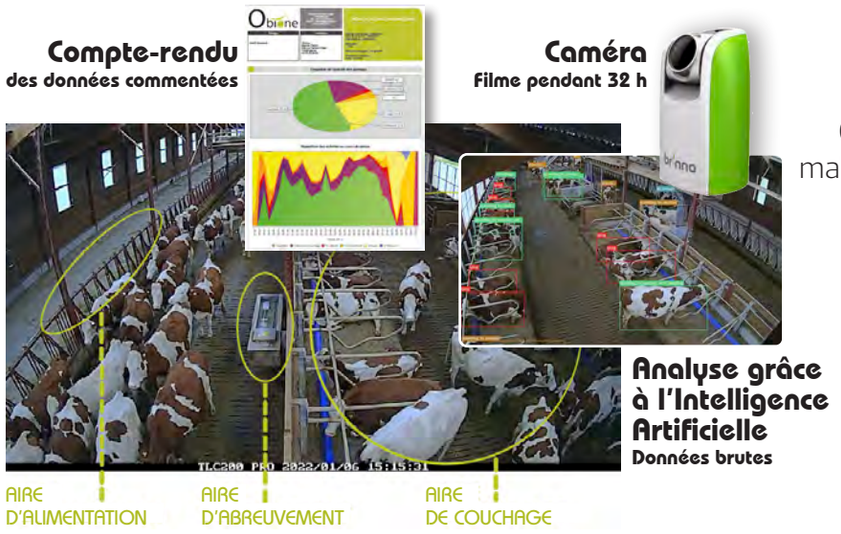
www.reference-agro.fr

Que font vos vaches quand vous n'êtes pas là ?

Pour savoir ce qu'il se passe vraiment dans l'élevage il faut le regarder en continu et analyser ce qui est observé. Nous vous proposons une solution pratique, automatisée et très riche en informations :

L'analyse par Intelligence Artificielle
et Application Spécifique du confort et de l'emploi du temps du troupeau.

Voir ce que vous ne voyez pas, compter ce que nous ne pouvons habituellement pas compter, mettre en évidence les leviers de productivité, s'assurer du confort des animaux, contrôler leur environnement, juste en installant 2 caméras (fournies) dans votre bâtiment.



C'est couchées que les vaches font le lait, mais il leur faut un accès à l'auge et à l'abreuvoir sans entrave, toute la journée.

➲ Alors observons et analysons !

Calcul des index de couchage, de confort, d'abreuvement...

dilepix & Obione

ont mis en commun leur expertise pour une solution d'analyse inédite et totalement personnalisée

www.dilepix.com **www.obione.fr**

LA REVUE DE L'alimentation animale

LE MENSUEL DES INDUSTRIES DE LA NUTRITION ANIMALE DEPUIS 1950

OFFRE DUO

*La carte de France des fabricants d'aliments (+ de 250 usines d'aliments) - valeur 20€

ABONNEMENT 1 AN
10 NUMÉROS

+

ANNUAIRE 2021/2022
DES FOURNISSEURS DE L'ALIMENTATION ANIMALE

BON DE COMMANDE

Oui, je m'abonne

❍ 1 an
10 numéros +
Annuaire des fournisseurs de l'alimentation animale 2021/2022
259 €TTC

❍ 2 ans
20 numéros +
Annuaire des fournisseurs de l'alimentation animale 2021/2022
341 €TTC

Société .....
Nom.....
Prénom.....
Adresse .....
..... Code postal.....
Ville..... Pays.....
Tél. ..... Facebook.....
E-mail (obligatoire).....

MON RÈGLEMENT

❍ Chèque bancaire ou postal à l'ordre des Éditions Fitamant

❍ Carte bancaire N° |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_|
Date de validité |_|_| |_|_|_|_| Cryptogramme |_|_|_| *(3 derniers chiffres au dos de votre carte)*

❍ Par virement
Banque : crédit agricole – Éditions Fitamant
IBAN : FR76 3004 7140 7000 0201 7410 106
BIC : AGRIFRPP829

❍ Je souhaite recevoir une facture acquittée

Date et signature (obligatoire)

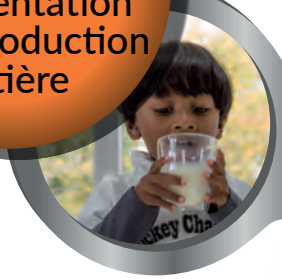
APAAA2021/2022

Conformément à la loi «Informatique et Libertés» du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant.

Éditions Fitamant - 2 rue Félix Le Dantec - CS 62020 - 29018 Quimper cedex
Tél. 00 33 (0)2 98 98 01 40 - abo@fitamant.fr - www.revue-alimentation-animale.fr

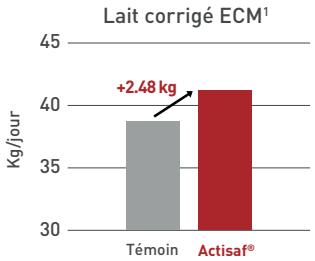
Les solutions Phileo pour une production laitière durable

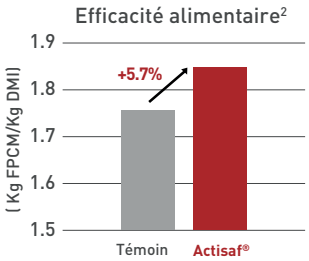
Population
Augmentation de la production laitière



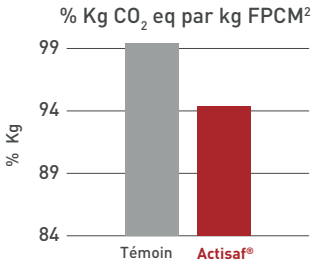
Profit
Amélioration de l'efficacité alimentaire

ActiSaf Sc 47





Planète
Réduction des émissions CO_2



La supplémentation en Actisaf® dans la ration des vaches laitières en lactation confrontées à des rations riches en énergie permet une augmentation de l'abondance relative des bactéries fibrolytiques et utilisatrices de lactate en réduisant le potentiel redox[(3)].

Au cours d'une méta-analyse incluant plus de 20 essais[(1)], il a été observé qu'une supplémentation de 5 g/v/j d'Actisaf® augmente la production laitière (1,74 kg/v/j) et le lait corrigé selon l'énergie (1,72 kg/v/j).

Phileo by Lesaffre

1 –Legendre, H. and Salah, N et al - Meta-analysis study of the effects of live yeast supplementation on milk production and energy corrected milk of lactating dairy cows – In submission

2 -Effect of Actisaf® supplementation on dairy cows carbon footprint, report of 3 trials in Europe - Blonk consultants 2022 -Please note this claim is based on an LCA that is not ISO 14040/14044 critically reviewed

3 -Marden et al., 2008. How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH. J Dairy Sci.:91: 3528-3535

DIGESCAN

Scannez ce code et découvrez notre nouveau service

- Outil de diagnostique de l'efficacité alimentaire en élevage, facile d'utilisation.
- Le service Digescan se compose d'un outil de tamisage de bouses et d'une application téléphonique d'enregistrement des données pour un suivi optimisé.

ABONNEZ-VOUS
ET RECEVEZ LES DERNIÈRES INFOS
“GRANDS TROUPEAUX / ÉLEVAGES CAPRINS”

JE M'ABONNE À :

GRANDS TROUPEAUX MAGAZINE et **HORS SÉRIE NUTRITION** (9+1 numéros/an) + **NEWSLETTERS**
☐ **1 AN : 90 €** TTC (75 € HT) ☐ **2 ANS : 156 €** TTC (130 € HT)

ÉLEVAGES CAPRINS MAGAZINE et **HORS SÉRIE NUTRITION** (4+1 numéros/an) + **NEWSLETTERS**
☐ **1 AN : 75 €** TTC (62,50 € HT) ☐ **2 ANS : 135 €** TTC (112,50 € HT)

GRANDS TROUPEAUX & **ÉLEVAGES CAPRINS** et **HORS SÉRIE NUTRITION** + **NEWSLETTERS**
☐ **1 AN : 150 €** TTC (125 € HT) ☐ **2 ANS : 276 €** TTC (230 € HT)

Nom : .....

Prénom : .....

Société : .....

Activité : .....

Adresse : .....

.....

Code postal : ..... Ville : .....

Tél : .....

Mail* : .....@.....

** adresse mail indispensable si vous désirez recevoir nos newsletter*

☐ Je paie par chèque à l'ordre de COMEDPRO ☐ Je souhaite recevoir une facture

BULLETIN D'ABONNEMENT À RETOURNER, ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÈGLEMENT À :

COMEDPRO – 35 avenue de la Grande Champagne – 72300 Parcé-sur-Sarthe – 06 40 36 29 93

www.grands-troupeaux-mag.fr / www.elevagescaprins.fr

Mixité dans les systèmes d'élevage, polyculture élevage, exploitation et territoire

Diversité de l'élevage et durabilité du territoire : représentations d'acteurs
Livestock farming diversity and territory sustainability: stakeholders' representations

BERNOU M. (1, 2, 3), COUVREUR S. (1), FARRUGGIA A. (2), MANOLI C. (1), PETIT T. (1), ROCHE B. (2), MARTEL G. (3)
(1) USC 1481 Système d'élevage, ESA-INRAE, 49000 Angers
(2) INRAE, DSLP, F-17450, Saint Laurent de la Prée, France
(3) UMR 0980 BAGAP, INRAE, Institut Agro, ESA, 49000 Angers.

INTRODUCTION

Actuellement la spécialisation de l'agriculture est remise en question par la société face à la mise en visibilité d'enjeux majeurs autour de la durabilité (Dumont et al., 2016). La simplification des paysages et le recours aux intrants de synthèse ou l'importation d'alimentation pour les animaux d'élevage sont pointés comme des causes de perte de biodiversité (Jeliazkov et al., 2016). Par ailleurs, les collectivités s'investissent de plus en plus dans la mise en place de plans alimentaires territoriaux qui prônent une diversité de productions (Bodiguel, 2018). Ainsi, même s'il semble que la diversité de l'élevage soit reconnue comme source de durabilité pour un territoire, la notion même de diversité semble cacher de nombreux sens et échelles d'application parmi les acteurs des territoires. Nous faisons l'hypothèse que la perception de la diversité des élevages du territoire est liée aux enjeux de durabilité du territoire et au métier de ces acteurs.

1. MATERIEL ET METHODE

Le travail s'est déroulé en deux phases : i) identifier ce que la littérature scientifique évoque comme critères de qualification de la diversité des systèmes d'élevage et ii) enquêter 24 acteurs répartis dans deux territoires aux contextes biophysiques et socio-économiques contrastés (marais littoral pour le marais de Rochefort, zone urbaine pour Rennes métropole). Les enquêtés ont été choisis pour représenter la diversité des acteurs du territoire en lien avec l'élevage : municipalité, conseil agricole, association… L'enquête semi-directive comporte trois parties : quelle perception des enjeux de durabilité du territoire par l'acteur, quelle conception de l'élevage présent dans le territoire et de sa diversité, et, en quoi ces formes d'élevage présentes contribuent à la durabilité du territoire. Les réponses ont été analysées à l'aide des critères de qualification de la diversité des systèmes d'élevage puis ont été comparées à l'aide d'analyses factorielles réalisées avec le logiciel R.

2. RESULTATS

A partir de la littérature, 63 critères de qualification de la diversité des élevages ont été identifiés à quatre échelles différentes : la parcelle (10 critères), le troupeau (14 critères), l'exploitation (33 critères) et le territoire (6 critères). Pour chacune de ces échelles nous avons quantifié le nombre de critères cités par chaque acteur enquêté et analysé la part de chaque échelle dans son discours.
La première partie de l'enquête confirme des enjeux de durabilité propre à chaque territoire. Sur le terrain du marais, les acteurs partagent un enjeu central - la préservation du marais et de ses fonctionnalités écologiques - et la diversité des modes de commercialisation est perçue comme un levier de maintien. Sur le terrain rennais, une diversité d'enjeux a été exprimée, depuis l'environnement jusqu'à la valorisation des productions. La suite de l'enquête révèle une variabilité importante du nombre de critères de diversité des élevages cités par chaque acteur. Les acteurs se distinguent sur l'échelle à laquelle ils perçoivent cette diversité ; certains perçoivent les critères à l'échelle du territoire jusqu'à l'exploitation, tandis que d'autres les perçoivent plus à l'échelle de la parcelle jusqu'à l'exploitation.

L'analyse croisée des deux terrains met en évidence que les acteurs qui citent des enjeux environnementaux sont souvent des acteurs qui perçoivent la diversité de l'élevage à l'échelle de la parcelle et du troupeau alors que les acteurs qui perçoivent des enjeux économiques pour mieux valoriser les différentes productions du territoire perçoivent plutôt la diversité à l'échelle du territoire. (Figure 1).

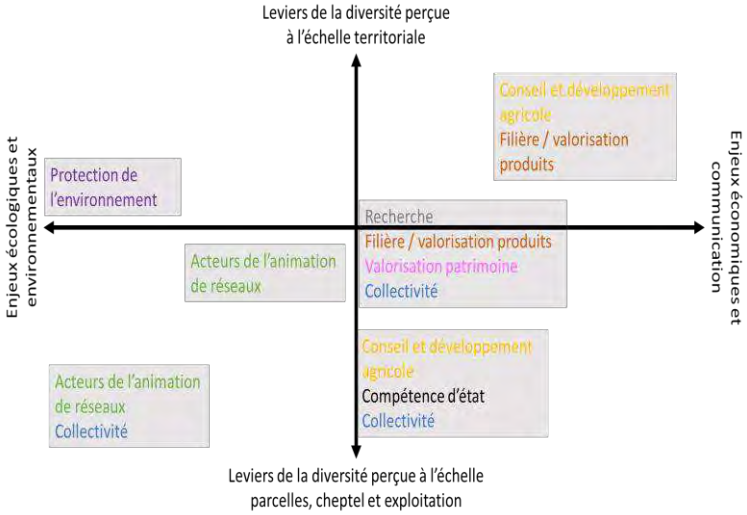


Figure 1. Position des différents acteurs enquêtés selon le type d'enjeu identifié et l'échelle de perception de la diversité de l'élevage.

3. DISCUSSION

La méthode développée permet d'initier une compréhension des points de vue sur la diversité de l'élevage et son rôle pour le territoire, mais nécessiterait une phase de validation collective. Duru et al. (2021) précisent que les acteurs d'un territoire doivent se coordonner pour mettre en place des transformations profondes. Mais pour cela il faut encore que les acteurs partagent une même compréhension de formes d'élevages sur le territoire. Nous montrons que ce n'est pas le cas, Tous les acteurs n'ayant pas la même échelle d'analyse et cette différence de vision est notamment liée aux types d'enjeux perçus ainsi qu'à l'appartenance professionnelle et au métier de l'acteur

CONCLUSION

En fonction des enjeux de durabilité qui sont identifiés, les acteurs n'imaginent pas le levier de la diversité sous le même angle. Ce point semble important à prendre en compte lors de concertations multipartites ou de projets de recherche participative autour de la durabilité des territoires

Bodiguel, L., 2018. XVe congrès mondial de l'Union Mondiale des Agraristes Universitaires, Poznań, Pologne, pp. 409–415..
Dumont, B., Dupraz, P., Aubin, J., Benot, M., Bouamra-Mechemache, Z., Chatellier, V., Delaby, L., Delfosse, C., Dourmad, D.Y., Duru, M., others, 2016. Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse du rapport d'expertise scientifique collective
Duru, M., Le Bras, C., Grillot, M., 2021. Cah. Agric. 30, 26.
Jeliazkov, A., Mimet, A., Chargé, R., Jiguet, F., Devictor, V., Chiron, F., 2016. Agric. Ecosyst. Environ. 216, 9–22.

Durabilité des exploitations d'élevage multi-espèces en France et en Europe : bénéfices observés, freins et leviers pour leur déploiement

DUMONT B. (1), BENOIT M. (1), CHAUVAT S. (2), COURNUT S. (3), MARTIN G. (4), MISCHLER P. (5), MAGNE M.-A. (4)

(1) INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMRH, 63122 Saint-Genès-Champanelle
(2) Institut de l'Elevage, SupAgro, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier cedex1
(3) Université Clermont Auvergne, AgroParis Tech, INRAE, VetAgro Sup, UMR Territoires, 63170 Aubière
(4) AGIR, Université de Toulouse, INRAE, ENSFEA, INPT, ENSAT, 31326 Castanet-Tolosan
(5) Institut de l'Elevage, 149 rue de Bercy, 75012 Paris

RESUME - L'agroécologie stipule que la gestion de la diversité animale et végétale au sein des exploitations d'élevage renforce leur durabilité. Pour aller au-delà de ce principe théorique, nous analysons ici le fonctionnement et les performances d'exploitations de polyélevage, c'est-à-dire de fermes dans lesquelles sont élevées au moins deux espèces animales. Dans les systèmes herbagers, la complémentarité des modes de pâturage des ovins, des bovins et des chevaux permet de réduire le recours aux aliments concentrés, en particulier pour les ovins. La dilution des parasites digestifs en pâturage mixte profite aux petits ruminants et aux chevaux, et permet d'envisager de réduire la fréquence des traitements anthelminthiques. Un atelier monogastrique de petite taille permet de valoriser les co-produits (petit lait...) ; la transformation laitière, créatrice de valeur ajoutée, et les faibles volumes de viande commercialisés sont bien adaptés à la vente en circuits courts. L'organisation du travail entre toujours en ligne de compte dans la manière d'articuler différentes espèces au sein d'une même exploitation. Plutôt que de vouloir maximiser coûte que coûte la diversité au sein du système, il s'agit avant tout de rechercher une cohérence d'ensemble que les éleveurs puissent gérer. Nous discutons enfin des freins au déploiement des fermes de polyélevage, liés à un système socioéconomique construit pour bénéficier des économies d'échelle offertes par la spécialisation. Pour dépasser ces freins, nous proposons des leviers en amont (innover pour des équipements et infrastructures polyvalentes), à l'aval (réorganiser la logique de collecte), et autour des exploitations d'élevage (revisiter la formation et le conseil) qui doivent être pensés de manière couplée.

Sustainability of multi-species livestock farms in France and Europe: benefits, obstacles and levers for their scaling-out

DUMONT B. (1), BENOIT M. (1), CHAUVAT S. (2), COURNUT S. (3), MARTIN G. (4), MISCHLER P. (5), MAGNE M.-A. (4)

(1) INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMRH, 63122 Saint-Genès-Champanelle

ABSTRACT - One of the principles of agroecology is that the management of animal and plant diversity within livestock farms can enhance their sustainability. To go beyond this theoretical principle, we analyze the farm operation and performance of multi-species livestock farms, i.e. farms where at least two animal species are raised. In grassland-based systems, the complementarity of sheep, cattle and horse grazing behaviour reduces the use of feed concentrates, especially for sheep. Parasite dilution in mixed grazing systems benefits small ruminants and horses, and makes it possible to reduce the number of anthelmintic treatments. Adding a small monogastric enterprise to a beef or dairy system makes it possible to value farm co-products (whey...); milk processing is often associated with on-farm processing and opens up the possibility of short-distribution channels of diversified food baskets, which enhance farm viability. Work organization plays a key role in the way different species are integrated on the same farm. Rather than focusing on the maximization of within-farm diversity only, what matters is to reach an overall consistency of the system that the farmer is able to manage. Finally, we discuss the obstacles to the scaling-out of multi-species livestock farms, linked to a socioeconomic system built to benefit from the economies of scale offered by specialisation. To overcome these obstacles, we propose levers upstream (innovating for multipurpose equipment and infrastructures), downstream (reorganizing the collect chain) and around these farms (revisiting training and advice) that must be thought out in a coupled manner.

INTRODUCTION

La diversification des systèmes d'élevage est avancée comme un des leviers permettant de répondre aux enjeux de durabilité auxquels ils sont confrontés (Dumont *et al*., 2013, 2020b ; Magne *et al*., 2019 ; Martin *et al*., 2020 ; Aare *et al*., 2021). Les exploitations diversifiées et très liées au sol, parmi lesquelles la plupart des exploitations de polyélevage, s'éloignent du modèle d'élevage intensif qui vise à fortement augmenter les volumes produits, notamment en augmentant les densités animales et en s'affranchissant du milieu grâce au confinement des animaux et aux importations d'aliments. Ce modèle productiviste a certes permis d'augmenter les productions et les exportations françaises et européennes, mais est fortement remis en cause pour ses atteintes à l'environnement et au bien-être animal.

Aujourd'hui, malgré une spécialisation des territoires et une concentration des productions animales marquée en France (Aigrain *et al*., 2016) et en Europe (Roguet *et al*., 2015),

certains territoires, à l'instar de la région Auvergne-Rhône-Alpes, conservent de nombreuses exploitations associant plusieurs ateliers d'élevage, et une diversité d'élevages au sein des bassins de production (Rapey *et al*., 2018). Ces exploitations d'élevage diversifiées constituent un modèle digne d'intérêt pour repenser l'élevage, comme le propose d'ailleurs l'agroécologie (Gliessman, 1997 ; Dumont *et al*., 2013 ; Duru et Thérond, 2014). Toutefois, nous manquons encore de connaissances sur l'organisation et le fonctionnement des systèmes d'élevage diversifiés, leur durabilité et leur insertion dans les circuits de commercialisation. Pour dépasser ce constat différents travaux ont été conduits depuis 2015 sur les systèmes de polyélevage en France et en Europe. L'analyse de leurs résultats est au cœur de cette synthèse qui ambitionne de faire un état des lieux des connaissances sur le fonctionnement, la multi-performance et les conditions permettant un plus large déploiement des fermes de polyélevage.

Nous définissons les exploitations de polyélevage comme étant celles dans lesquelles sont élevées au moins deux espèces animales. Nous illustrons ici notre propos à partir d'exploitations où des bovins laitiers ou allaitants sont élevés avec des ovins, des chevaux ou des espèces monogastriques, porc ou volailles. La diversification « produits » est inhérente à ces exploitations de polyélevage qui offrent une gamme de produits par essence plus large que les élevages monospécifiques. Enfin, les exemples que nous prenons concernent aussi bien des systèmes bio que des systèmes conventionnels, des systèmes herbagers que des systèmes de polyculture-élevage.

Plusieurs synthèses récentes ont proposé des cadres d'analyse permettant d'appréhender l'organisation, la conduite, la durabilité et la résilience des exploitations de polyélevage (Magne *et al*., 2019 ; Dumont *et al*., 2020b ; Martin *et al*., 2020). Ici, nous prolongeons cet état de l'art en rappelant les processus (interactions, relations biotiques…) qui opèrent au sein de ces exploitations et sous-tendent les bénéfices escomptés (partie 1). Nous discutons ensuite de comment c'est la cohérence d'ensemble de ces exploitations qui permet d'accroitre le revenu des éleveurs (partie 2). Au-delà du revenu, nous analysons comment, la conduite d'au moins deux ateliers animaux sur une même exploitation, modifie l'organisation du travail (partie 3). Enfin, nous identifions des freins pouvant expliquer le faible déploiement du polyélevage et proposons des pistes pour les lever (partie 4).

1. PROCESSUS, BENEFICES ATTENDUS ET LIMITES DES SYSTEMES DE POLY ELEVAGE

1.1. UNE COMPLEMENTARITE DES PRELEVEMENTS ENTRE ESPECES QUI PERMET DE MIEUX VALORISER L'HERBE ET GENERE DES BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX

Au pâturage, la mixité d'espèces permet de mieux valoriser l'herbe en raison des différences de choix alimentaires entre les bovins, les ovins et les équins (Figure 1). Dans ces conditions, il devient possible d'accroître le chargement des prairies sans avoir recours à une fertilisation minérale additionnelle. Les modes de conduite du pâturage sont très variés dans les systèmes mixtes ; ils vont de l'allocation de chaque parcelle à une espèce, jusqu'au pâturage alterné voire au co-pâturage. Ainsi, dans 11 exploitations associant des bovins allaitants et des chevaux de selle au nord du Massif central, les animaux des deux espèces étaient conduits simultanément ou de manière alternée sur les mêmes parcelles sur 61 % des surfaces (Forteau, 2019 ; Dumont *et al*., 2020a). En revanche, dans 17 exploitations mixtes du Cantal, les ovins et les vaches laitières pâturaient la plupart du temps des parcelles ou des estives distinctes (Mugnier *et al*., 2021). Lorsque les deux espèces pâturent ensemble, on observe un phénomène de « facilitation » puisque le pâturage bovin ou équin crée de grandes placettes d'herbe rase, stables dans le temps (Dumont *et al*., 2012), où l'herbe reste au stade végétatif. Les coûts liés à la recherche de ces placettes sont alors réduits, ce qui facilite la sélection d'un régime de haute valeur nutritive par les ovins (Joly *et al*., 2022).

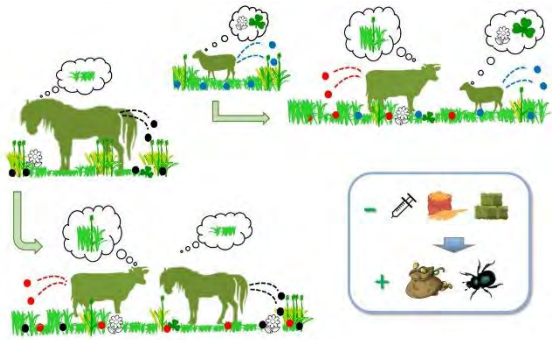


Figure 1 : Représentation synthétique des atouts d'un pâturage mixte bovins-ovins ou bovins-équins (cadre en bas à droite), liés à la complémentarité des préférences alimentaires des différentes espèces (schématisées par les items alimentaires dans les « bulles ») et à la spécificité de leurs parasites digestifs (schématisés par des fèces de différentes couleurs).

Ainsi, 84 % des 37 éleveurs bovins laitiers ou allaitants possédant une troupe ovine enquêtés par Mugnier *et al.* (2021) dans le Massif central ont-ils cité la meilleure valorisation de l'herbe parmi les critères les ayant conduits à adopter un système mixte. Dans les exploitations associant bovins allaitants et chevaux de selle (avec un ratio moyen de 1,28 entre les UGB équines/bovines), nous avons observé une augmentation du chargement des parcelles pâturées de l'ordre de 15 % par rapport aux systèmes équins spécialisés, associée à une nette réduction des fourrages achetés et à un moindre recours au gyrobroyage pour gérer les refus (Forteau, 2019 ; Dumont *et al*., 2020a). A ce jour, seule une expérimentation, réalisée au Danemark, a mis en évidence les possibles bénéfices d'un pâturage mixte associant des bovins laitiers à des truies (Sehested *et al*., 2004). Les truies étaient alors équipées d'un anneau nasal pour limiter les dégradations des prairies, ce qui n'est pas sans interroger sur le bien-être animal. En pâturage mixte, la valorisation de l'herbe était en moyenne 27 % supérieure à celle observée avec un pâturage bovin monospécifique (Sehested *et al*., 2004).

Des simulations réalisées avec un modèle bioéconomique (Mosnier *et al*., 2017) ont permis de quantifier que la meilleure valorisation de l'herbe en pâturage mixte bovins viande-ovins viande réduirait de 15 à 30 % (selon les hypothèses de modélisation) la consommation d'aliments concentrés par rapport aux deux systèmes spécialisés (Dumont *et al*., 2020a ; Mosnier *et al*., 2021) ; ceci s'explique notamment par la meilleure valorisation de l'herbe par les ovins en pâturage mixte. Les ovins présentent aussi de bonnes aptitudes au pâturage hivernal ou en intersaison, et ont donc des besoins en fourrages conservés moindres que les bovins. Conséquence de ces effets directs et indirects, l'empreinte carbone par kilo de viande produite serait réduite de 2 à 4 % dans les exploitations mixtes bovins viande-ovins viande par rapport aux deux systèmes spécialisés (Dumont *et al*., 2020a ; Mosnier *et al*., 2021).

Ce dernier résultat a été confirmé par une expérimentation système comparant à même chargement un système mixte ovins-bovins à deux systèmes spécialisés ovins ou bovins dans le Massif central (Veysset *et al*., 2016). Par rapport au système ovins spécialisé, la production de viande d'agneaux

en système mixte requiert 15,7 % moins d'énergie et émet 10,9 % moins de gaz à effet de serre par kilo de carcasse (Benoit, Vazeille, Prache, comm. pers.). Ceci s'explique par un moindre recours aux aliments concentrés (Figure 1) et une croissance des agneaux plus rapide dans le système mixte.

Le pâturage mixte ovins-bovins peut aussi augmenter la diversité spécifique et fonctionnelle des prairies (insectes prédateurs, microfaune du sol...) et les services écosystémiques qui lui sont associés (Wang *et al*., 2019). Ce n'était en revanche pas le cas dans un exemple en Amérique Latine où le pâturage mixte ovins-bovins s'est traduit par une augmentation du chargement qui fragilisait les performances du système (Modernel *et al*., 2019). Plus généralement, l'exploitation plus complète des couverts en pâturage mixte est susceptible de nuire à leur biodiversité, du fait des relations positives qui lient l'hétérogénéité des couverts prairiaux, l'abondance des plantes à fleurs et la diversité spécifiques des orthoptères et des insectes pollinisateurs (Dumont *et al*., 2022). Toutefois, ce n'est pas ce qui est généralement observé lorsque des bovins et des chevaux pâturent les mêmes parcelles (Loucougaray *et al*., 2004). Le pâturage et le piétinement des chevaux ouvrent alors le milieu, ce qui facilite l'accès à leurs ressources préférées par les bovins et les ovins, et bénéficie à la biodiversité des couverts (Fleurance *et al*., 2011).

1.2. UNE DILUTION DES PARASITES DIGESTIFS EN PATURAGE MIXTE QUI BENEFICIE AUX PETITS RUMINANTS ET AUX CHEVAUX MAIS UN RISQUE DE TRANSMISSION ACCRU D'AUTRES MALADIES

Au-delà de la meilleure valorisation de l'herbe en pâturage mixte, celui-ci dilue aussi la charge parasitaire des animaux en raison de la spécificité de la plupart des strongles digestifs à leur hôte (Figure 1). Plusieurs études rapportent un bénéfice pour la croissance des petits ruminants (Mahieu, 2013 ; d'Alexis *et al*., 2014 ; Dumont *et al*., 2020b ; Joly *et al*., 2022) mais peu (Jerrentrup *et al*., 2020) ou pas de bénéfice pour les bovins. Conséquence de cela, la production de viande ovine par hectare est plus élevée en pâturage mixte qu'en pâturage ovins spécialisé (d'Alexis *et al*., 2014). L'effet de dilution parasitaire et les performances du système semblent peu sensibles au ratio bovins-ovins (d'Alexis *et al*., 2014 ; Joly *et al*., 2022). Il ne serait donc pas nécessaire de piloter finement ce ratio pour bénéficier des effets escomptés (Joly *et al*., 2021). A contrario de ses atouts pour réduire la charge parasitaire des animaux, la mixité d'espèces favorise la transmission de maladies bactériennes et virales (Martin *et al*., 2020). Ainsi, un des éleveurs enquêtés par Mugnier *et al*. (2021) sépare-t-il les ovins des bovins durant l'hiver depuis que sa troupe ovine a transmis la fièvre catarrhale aux bovins (voir aussi Stachurski et Gourreau, 1988 ; Headley *et al*., 2020). D'autres exemples de transmission entre ovins et bovins ont été rapportés pour le piétin (Rogdo *et al*., 2012) et la para tuberculose ovine (Moloney et Whittington, 2008).

En pâturage mixte bovins-équins, le niveau d'excrétion d'œufs de strongles par de jeunes chevaux était réduit de moitié dans les exploitations mixtes par rapport aux exploitations équines spécialisées (Forteau *et al*., 2020). Cet effet de dilution parasitaire permet d'envisager de réduire la fréquence des traitements anthelmintiques (Figure 1). Il reste toutefois peu connu des éleveurs, y compris de ceux qui pratiquent la mixité, chez qui les traitements restaient systématiques (Forteau *et al*., 2020). Par ailleurs, une gestion fine de la conduite des chevaux et des bovins peut s'avérer nécessaire pour bénéficier des effets escomptés. Fleurance *et al*. (2022) ont ainsi observé que lorsque des génisses Limousines et des chevaux pâturaient ensemble des parcelles en rotation, les animaux des deux espèces consommaient en priorité les repousses d'herbe végétative, de bonne valeur nutritive, à chaque entrée de parcelle. Ce faisant, les génisses exploitaient peu les zones de refus des chevaux. La majorité des larves infestantes de strongles étant présentes dans ces zones où sont aussi concentrés les crottins des chevaux, le pâturage mixte n'a ici pas dilué la charge parasitaire des équins. Cet exemple illustre que la gestion du pâturage mixte nécessite d'observer les animaux et de comprendre leurs interactions avec les couverts pâturés, plutôt que de chercher à appliquer des solutions « clé en main ».

1.3. UNE TAILLE DES ATELIERS A RAISONNER POUR OPTIMISER LE BOUCLAGE DU CYCLE DES NUTRIMENTS EN MONOGASTRIQUES

Peu de travaux se sont jusqu'ici intéressés aux exploitations de polyélevage comprenant des monogastriques. Ce type d'exploitations a été étudié récemment au sein d'un réseau d'une centaine d'exploitations de polyélevage conduites en agriculture biologique dans sept pays européens (Ulukan *et al*., 2021). Dans 17 fermes françaises de ce réseau, Steinmetz *et al*. (2021) ont utilisé la méthode des réseaux écologiques pour caractériser finement les interactions entre les ateliers animaux, les prairies et les cultures, et quantifier les flux d'azote et de biomasse entre ces compartiments du système (Figure 2).

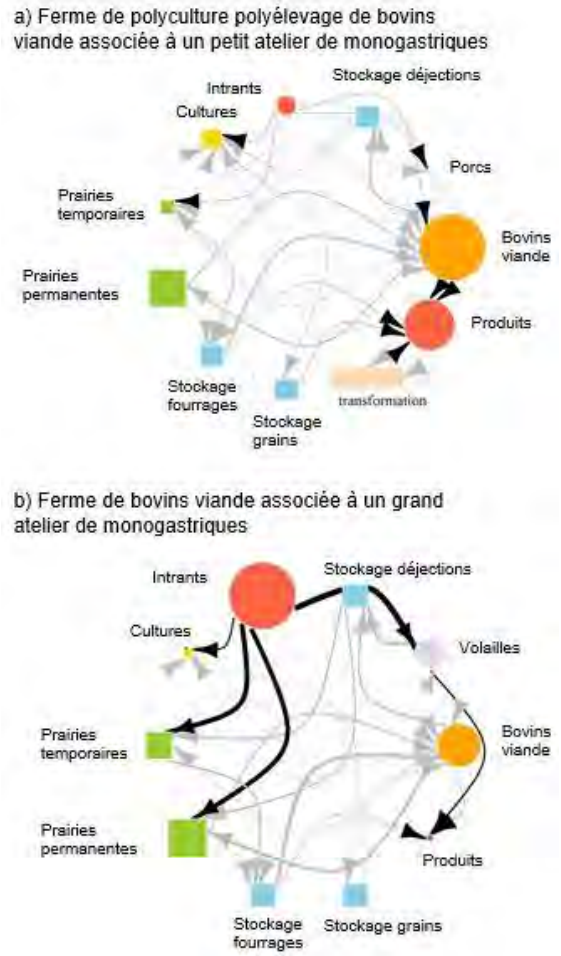


Figure 2 : Représentation des flux au sein de deux exploitations de polyélevage caractérisées par une taille contrastée de l'atelier de monogastriques (le rond rose rapporté à la taille de l'atelier bovin : rond orange). La largeur des flèches traduit la quantité de biomasse échangée entre les deux compartiments, exprimée en flux d'azote (adapté de Steinmetz et al., 2021).

Des indicateurs permettent ensuite de calculer la complexité d'organisation du réseau (Rufino *et al*., 2009). Celle-ci permet de juger, entre autres, du degré d'intégration entre cultures et élevage, et de ses conséquences sur les performances du système. L'exemple de ces deux fermes

(Figure 2) illustre que l'organisation d'un système de polyélevage associant des monogastriques aux bovins dépend non seulement de la combinaison des espèces élevées, mais aussi de la taille respective des ateliers.
Dans les systèmes de polyculture-polyélevage, les céréales produites sur l'exploitation permettent d'alimenter les monogastriques, mais aussi les ruminants. Ceci peut conduire les éleveurs à accorder moins d'importance à la valorisation des prairies, et à terme les laisser se dégrader. Les pailles de céréales servent aux litières. Dans certaines fermes, le bouclage des flux est également optimisé via l'utilisation par l'atelier porcin du lactosérum, issu de la transformation fromagère. Les exploitations comportant de grands ateliers de monogastriques ont en revanche un réseau de flux très déséquilibré (Figure 2b) ; leur dépendance aux intrants pénalise leurs performances économiques et environnementales (Steinmetz *et al*., 2021).
Partant d'un échantillon de fermes bien plus large (2077 exploitations françaises en agriculture biologique issues de la base de données Inosys-réseaux d'élevage), Mischler (2019) a calculé le bilan azoté d'exploitations bovines spécialisées, mixtes bovins-ovins et mixtes bovins-monogastriques. Ces dernières étaient les plus excédentaires en azote (+35 à 45 kgN/ha) comparées aux autres systèmes (-4 à +4 kgN/ha), ce qui suggère une faible intégration entre l'atelier bovins et l'atelier monogastriques. L'achat de grosses quantités d'aliments concentrés pour les porcs ou les volailles augmente encore ces excédents. A l'inverse, on peut faire l'hypothèse qu'un réseau d'interactions plus équilibré au sein d'un système diversifié (Figure 2a) permettrait de mieux boucler les cycles, et d'accroitre la résilience du système grâce à la redondance fonctionnelle de certains de ses composants (Mori *et al*., 2013). Ceci reste à démontrer par enquête, modélisation et/ou expérimentation.

2. UNE COHERENCE D'ENSEMBLE A RECHERCHER POUR MAXIMISER LE REVENU DES ELEVEURS

2.1. DES ECONOMIES DE GAMME SUR LES EQUIPEMENTS POSSIBLES MAIS PAS SYSTEMATIQUES EN POLYELEVAGE HERBAGER

La diversification des systèmes peut générer des coûts d'équipement réduits en système herbager dès lors que les ateliers de ruminants ont un certain nombre d'équipements en commun, notamment pour la récolte des fourrages. Les simulations réalisées avec un modèle d'optimisation (Mosnier *et al*., 2017) confirment que conduire conjointement plusieurs ateliers de ruminants dans une même exploitation peut diluer les coûts d'équipement de récolte des fourrages, et générer des économies de gamme sur les charges fixes allant jusqu'à 25 % (Dumont *et al*., 2020a). Toutefois, 22 % des éleveurs bovins-ovins enquêtés par Mugnier *et al*. (2021) dans le Massif central ont rapporté des besoins en matériels et en bâtiments spécifiques qui augmentent leurs investissements et représentent un frein au développement de la mixité bovins-ovins. C'est d'ailleurs ce qui a été observé dans l'expérimentation système comparant un système mixte ovins-bovins aux deux systèmes spécialisés (Veysset *et al*., 2016). Le coût des clôtures par Unité Gros Bétail (UGB) était sensiblement augmenté en système mixte (24,1 €/UGB *vs* 10,5 €/UGB en bovins spécialisé et 21,1 €/UGB en ovins spécialisé ; Benoit, Vazeille, Prache, comm. pers.), afin de donner la possibilité aux deux espèces de pâturer l'entièreté du parcellaire et ainsi tirer parti de leur complémentarité. De même, se diversifier en développant un atelier de monogastriques requiert d'importants investissements initiaux pour pouvoir alimenter les animaux, les loger et épandre leurs lisiers.

2.2. UNE SECURISATION DU REVENU DANS LES EXPLOITATIONS DE POLYELEVAGE

Les simulations réalisées avec un modèle d'optimisation (Mosnier *et al*., 2017) indiquent que, grâce aux économies de gamme, l'intégration de deux ateliers de production de viande bovine et ovine au sein d'une même exploitation augmenterait le revenu global de l'exploitation de 11 %, à taille d'exploitation constante (Mosnier *et al*., 2021). Ceci ne se retrouve toutefois pas dans l'analyse de la base de données Inosys-réseaux d'élevage. Le revenu par hectare des éleveurs mixtes bovins-ovins allaitants en agriculture biologique y est identique à celui des éleveurs bovins allaitants bio spécialisés (357 vs 364€/ha ; Mischler, 2019).
Les simulations réalisées par Mosnier *et al*. (2021) indiquent par ailleurs que l'intégration de deux ateliers de production de viande de ruminants sur une même exploitation réduirait de 12 % la variabilité du revenu annuel. Le résultat de cette simulation est cohérent avec la perception qu'avaient les éleveurs bovins-ovins enquêtés par Mugnier *et al*. (2021) : 86 % d'entre eux ont en effet cité la sécurisation du revenu comme l'une des principales raisons les ayant conduits à adopter un système mixte.
Par ailleurs, associer un atelier de monogastriques à des bovins permet d'avoir des rentrées d'argent plus régulières au cours de l'année (Dumont *et al*., 2020b), et de proposer des paniers de biens diversifiés. Vollet et Said (2018) ont montré que ceux-ci étaient prisés des consommateurs locaux. Parmi les 17 exploitations de polyélevage caractérisées par la méthode des réseaux écologiques, les deux exploitations les plus efficientes au niveau économique (celles avec le ratio valeur ajoutée sur produit brut le plus élevé) associaient des bovins allaitants et des monogastriques, et avaient un atelier de transformation (Steinmetz *et al*., 2021).
La présence d'un atelier bovin laitier offre elle aussi l'opportunité d'une forte création de valeur ajoutée par la transformation et la commercialisation en circuit court. Benoit *et al*. (2021) ont analysé que celle-ci pouvait être favorisée par la vente d'autres produits de la ferme, voire par l'offre de services (28 % des fermes bio enquêtées avaient une activité d'agrotourisme). Par ailleurs, les « petites fermes » bio diversifiées, limitées par l'accès au foncier, misaient davantage sur la création de valeur ajoutée et l'offre de services pour sécuriser leur revenu, que sur la maximisation des performances techniques.

2.3. QUEL NIVEAU DE DIVERSIFICATION VISER EN POLYELEVAGE ?

Les résultats précédents laissent entrevoir qu'au-delà des facteurs de production, la création de valeur sur les exploitations de polyélevage dépend de la possibilité de transformer les produits, et de les commercialiser en vente directe. Ceci fait écho au cadre d'analyse de la diversification des exploitations d'élevage proposé par López-í-Gelats *et al*. (2011) à partir d'observations réalisées dans les Pyrénées espagnoles. Cette diversification doit toutefois être raisonnée et ne pas dépasser les capacités qu'a l'éleveur à gérer son système (Biggs *et al*., 2012). Ainsi, parmi la centaine d'exploitations européennes conduites en agriculture biologique (Ulukan *et al*., 2021), les cinq éleveurs qui atteignaient les meilleures performances de durabilité (productivité, dépendance aux intrants, satisfaction vis-à-vis du revenu) ne cherchaient pas à maximiser la diversité de leur système, mais plutôt à la raisonner en créant de la valeur ajoutée (Ulukan *et al*., 2022). Ces cinq exploitations associaient des bovins à des porcs ou des ovins. Aucun de ces éleveurs ne faisait de pâturage alterné (pour s'affranchir du problème de clôtures déjà évoqué), ni d'agrotourisme. Certains de ces éleveurs faisaient de la transformation et une partie de leurs produits étaient vendus sur l'exploitation.

En résumé, ils valorisaient un niveau de diversité adaptée aux ressources disponibles et aux potentialités du milieu.

3. LE TRAVAIL, UN ELEMENT A PART ENTIERE DU SYSTEME A AJUSTER EN FONCTION DES ESPECES ELEVEES

3.1. DANS LES SYSTEMES MIXTES BOVINS-OVINS, LE TRAVAIL PROCURE A LA FOIS SATISFACTIONS ET CONTRAINTES

Le polyélevage comme les autres systèmes introduisant de la diversité dans les exploitations agricoles, modifie le type de tâches et nécessite une réorganisation du travail (Darnhofer *et al*., 2010). Il est souvent associé à un travail jugé plus complexe et à une charge mentale plus élevée. De récentes études contribuent à nuancer cette image et précisent les liens entre polyélevage et travail.
Dans l'étude de Mugnier *et al*. (2021), le travail est la première contrainte citée par 82 % des éleveurs mixtes ovins-bovins enquêtés, en raison de la charge de travail jugée importante pour la surveillance des deux troupeaux, et pour poser et entretenir deux types de clôtures. Ainsi, en système mixte bovins-ovins allaitants, certains éleveurs disent avoir réduit leur troupe ovine au profit des bovins lorsque la charge de travail s'avérait trop élevée.
La nécessité de maîtriser techniquement deux espèces au lieu d'une seule constituait aussi un frein au développement de systèmes mixtes aux yeux de 62 % de ces éleveurs. Elever deux espèces sur une même exploitation permet toutefois de mieux gérer la charge de travail au cours de la campagne, en jouant sur la date des périodes d'agnelages et de vêlages. Le fait que les cycles de production des bovins et des petits ruminants n'aient pas la même durée offre de la souplesse d'organisation aux éleveurs. Pour certains, la diversification de leur activité est aussi une source de satisfaction (Duval *et al*., 2021).

3.2. COMPOSITION ET ORGANISATION DU COLLECTIF DE TRAVAIL

La composition et l'organisation du collectif de travail diffèrent selon les dimensions du système et les productions combinées, selon leurs caractéristiques propres et leur degré de dissemblance (supérieure entre ruminants et monogastriques qu'entre bovins et ovins). Dans les systèmes associant des ovins viande et des bovins laitiers, la spécialisation d'un des exploitants sur l'atelier laitier est fréquente, même si le remplacement pour un week-end reste possible (Mugnier *et al*., 2021). En revanche, dans les systèmes bovins-ovins allaitants, la polyvalence est souvent de mise du fait de la similitude des compétences techniques nécessaires à la conduite des deux espèces.
L'articulation des processus de production des deux espèces prend en compte la temporalité des ressources disponibles (fourragères et de main-d'œuvre). Pour les systèmes bovins-ovins, Mugnier *et al*. (2021) ont identifié trois types d'organisation qui correspondent à différentes manières d'articuler les agnelages et les vêlages. Une première forme d'organisation des activités vise à limiter le chevauchement des périodes de forte activité : les vêlages sont groupés en fin d'automne début d'hiver, suivis des agnelages en fin d'hiver début de printemps, puis les récoltes. Dans la deuxième forme d'organisation, la recherche de valorisation optimale de l'herbe conduit à un important chevauchement des vêlages et des agnelages en début du printemps, et nécessite le recours à une main-d'œuvre temporaire, souvent bénévole. Enfin, dans la troisième forme d'organisation, spécifique aux systèmes en production laitière, vêlages et agnelages sont répartis toute l'année afin de garantir une production régulière et d'étaler le travail.
Ajouter un atelier de production de monogastriques à une exploitation bovine nécessite en général un collectif de travail plus important. Dans le réseau de fermes biologiques issues de la base de données Inosys-réseaux d'élevage, il y a ainsi en moyenne 3,7 UTH pour 100 ha lorsqu'on associe des monogastriques aux bovins laitiers *vs* 2,7 UTH/100 ha en système laitier spécialisé (Mischler, 2019). Il y a en moyenne 2,2 UTH/100 ha lorsqu'on associe des monogastriques aux bovins allaitants vs 1,7 UTH/100 ha en système allaitant spécialisé.
En système mixte bovins-équins, la passion pour le cheval régit une grande partie des activités équines et a des répercussions sur l'organisation du travail (Bigot *et al*., 2018). On constate un important recours aux bénévoles, aux stagiaires et aux apprentis et, d'autre part, une répartition du travail qui permet aux éleveurs de conserver pour eux l'activité de « travail des chevaux », activité plaisir bien que très chronophage (Forteau, 2019). Dans ces systèmes, la conduite des bovins est souvent raisonnée pour laisser du temps à l'atelier équin.
La manière d'articuler deux espèces (et donc de mettre en œuvre leurs complémentarités) dépend donc très largement de considérations liées au travail. Dans le réseau de fermes européennes conduites en agriculture biologique, celles qui obtenaient les meilleurs compromis entre performances de durabilité semblent avoir fait le deuil des pratiques d'intégration du pâturage (alterné ou simultané), au profit de gains escomptés sur la recherche de valeur ajoutée et l'organisation du travail (Ulukan *et al*., 2022). Mais d'autres configurations existent où l'intégration au pâturage est plus importante, y compris dans des systèmes mixtes vaches laitières-ovins : la priorité est alors de simplifier l'organisation du travail et de valoriser le lien entre l'utilisation de ressources fourragères locales et la qualité des produits (Magne *et al*., 2019). Enfin, le « non travail », c'est-à-dire la place réservée par les agriculteurs à leur vie privée, guide aussi les choix de conduite et par voie de conséquence les pratiques d'intégration entre espèces.

3.3. L'EFFICIENCE DU TRAVAIL

L'efficience du travail (i.e., le temps de travail par UGB) et la productivité apparente du travail (UGB/UTH avec UTH = Unité de Travailleur Humain soit l'équivalent d'un temps plein pour 1 UTH) dépendent de la combinaison des espèces élevées, mais aussi des choix de conduite et d'équipement. En systèmes bovins-ovins (Mugnier *et al*., 2021), la comparaison des valeurs observées avec les références issues de systèmes spécialisés comparables en termes de conditions d'élevage (Cournut et Chauvat, 2012), montre que l'efficience du travail d'astreinte (le travail quotidien non différable ni concentrable, comme par exemple les soins aux animaux) est intermédiaire dans les systèmes mixtes, entre les deux valeurs de référence des systèmes spécialisés.
Les références sur la productivité apparente du travail dans les systèmes de polyélevage sont rares. Celle-ci doit rester compatible avec une bonne maîtrise du système afin de préserver son efficience technique (Biggs *et al*., 2012). Au sein du sous-échantillon de fermes européennes (Ulukan *et al*., 2021) qui pratiquent la transformation et commercialisent prioritairement en circuits courts, Benoit *et al*. (2021) ont identifié deux groupes contrastés affichant chacun une bonne efficience technique en termes de produits animaux rapportés aux quantités de concentré utilisées. Le nombre de travailleurs variait du simple au double (2,15 et 4,30 UTH) entre ces deux groupes de fermes, avec au final une productivité apparente du travail identique (respectivement 21,7 et 22, 7 UGB par UTH) pour un même nombre d'ateliers animaux (3,4 en moyenne). Combiner une bonne gestion technique d'une ferme très diversifiée en polyélevage avec une forte valorisation des produits ne nécessite donc pas nécessairement un collectif de travail important. Toutefois,

le nombre de travailleurs semble très déterminé par les effectifs animaux, avec en moyenne 22 UGB par équivalent temps plein.

4. LES FREINS AU DEVELOPPEMENT DU POLYELEVAGE ET DES PROPOSITIONS DE LEVIERS

En dépit des bénéfices potentiels que nous venons de décrire, les exploitations de polyélevage restent minoritaires en France et en Europe et peinent à se développer. A notre connaissance, aucune étude n'a traité spécifiquement des freins et leviers au déploiement des exploitations de polyélevage, comme cela a été fait dans les cas de la diversification des systèmes de grandes cultures (Meynard *et al*., 2018) et de l'utilisation du croisement entre races en système laitier spécialisé (Magne et Quénon, 2021). Le verrouillage sociotechnique lié à l'hyperspécialisation des systèmes agricoles que révèlent ces travaux semble pour partie transposable au cas du polyélévage. Selon la définition de Geels (2002), le verrouillage sociotechnique est une situation dans laquelle la diffusion d'une « innovation » (par exemple une pratique d'élevage, une technologie, un mode de production) avantageuse pour de nombreux éleveurs est freinée par les stratégies économiques et techniques déjà mises en place par l'ensemble des acteurs de l'élevage et des secteurs amont et aval. En nous inspirant de ces travaux et en remobilisant d'autres relatifs aux exploitations de polyélevage en France (Dumont *et al*., 2020a) et en Europe (Ulukan *et al*., 2021), nous caractérisons des freins sociotechniques à leur déploiement (Figure 3a) et proposons quelques leviers pour les dépasser (Figure 3b).

4.1 UN SYSTEME D'AGROFOURNITURE EFFICIENT MAIS CONÇU POUR LES ELEVAGES MONOSPECIFIQUES

En amont des exploitations d'élevage, un premier frein concerne le matériel et les infrastructures qui sont pensés par type de productions animales plus que pour leur association. C'est en particulier le cas pour les bâtiments d'élevage et les systèmes de clôtures au pâturage (Mugnier *et al*., 2021). Dès lors, sans disposer de matériels et d'infrastructures polyvalentes (par exemple des cornadis et des râteliers modulables, des clôtures utilisables pour des bovins et des petits ruminants), les éleveurs en polyélevage doivent réaliser des investissements supplémentaires à ceux des éleveurs spécialisés.

Un deuxième frein concerne l'approvisionnement en alimentation animale. Les éleveurs en polyélevage achètent des aliments adaptés aux besoins des différents types d'animaux qu'ils élèvent mais en plus petites quantités pour chaque espèce que les éleveurs spécialisés. Dès lors, ils ne peuvent pas bénéficier d'économies d'échelles (conditionnement des intrants, remises éventuelles) auxquelles prétendent des élevages spécialisés. Enfin, l'investissement dans plusieurs petites unités de stockage a un coût plus élevé et est plus long à amortir que celui des grandes unités des systèmes spécialisés.

Un troisième frein, bien que non spécifique du polyélevage, concerne la sélection animale et la recherche d'un animal « optimal » aux performances et aux produits calibrés pour des environnements d'élevage spécialisés, standardisés et contrôlés. Le fonctionnement et les environnements, souvent fluctuants et non optimaux, dans lesquels évoluent très souvent les systèmes de polyélevage amènent à repenser les schémas de sélection des animaux. On pourrait chercher à privilégier des caractères d'intérêt impliqués dans les interactions entre les différentes espèces animales, et dans l'élaboration de leurs performances dans des environnements sub-optimaux (Yin *et al*., 2012 ; Ducos *et al*., 2021). Par exemple, on pourrait inclure dans les schémas de sélection des porcs leur aptitude à valoriser des coproduits issus d'autres ateliers animaux comme le lactosérum ; sélectionner les animaux sur leur résistance à certains pathogènes qu'ils ont en commun, ou au contraire donner moins de poids à la résistance à un agent pathogène dont on sait qu'il sera dilué en pâturage mixte. Cela peut aussi amener à intégrer des caractères liés à la capacité de certaines espèces à vivre en interaction avec d'autres, dont leurs traits comportementaux. Chez les ruminants, dès lors que les animaux des élevages de sélection seront en "polyélevage", les traits relatifs à la complémentarité des animaux pourront être intégrés dans les schémas de sélection. Pour l'heure, les organismes de sélection sont mono spécifiques et ne se préoccupent pas forcément de cette complémentarité.

4.2. UNE LOGISTIQUE AVAL FONDEE SUR DES ECONOMIES D'ECHELLES ET DES PRODUITS STANDARDISES

A l'aval des exploitations d'élevage, le frein principal concerne les entreprises de collecte et de négoce, dont la logistique actuelle est basée sur une logique de centralisation et d'économie d'échelle. L'enjeu pour ces dernières est en effet de collecter un type de matière première standardisée, en grand volume plutôt que de collecter de petites quantités de différentes matières premières. Ce faisant, ce système, hérité du mouvement de spécialisation initié dans les années 50 et qui présente des avantages, exerce une pression sur les éleveurs, les pousse à la spécialisation et les empêche de diversifier leurs ateliers de productions animales, quand bien même cette diversification présente des avantages dans une perspective de durabilité. En effet, en multipliant les types de produits, en plus faibles volumes, le polyélevage se traduit pour les entreprises de collecte par des coûts logistiques accrus et de faibles bénéfices économiques. Le développement du polyélevage suppose donc une réorganisation de la logistique de collecte vers un système plus polycentrique et territorialisé facilitant la collecte de faibles volumes.

Par ailleurs, les transformateurs demandent aujourd'hui une homogénéité la plus forte possible dans les produits qui leur sont livrés ainsi qu'une conformation des carcasses à des standards. Ces standards ont été établis à partir de produits issus des filières conventionnelles où l'homogénéité est le maître mot. En situation de polyélevage, les éleveurs visent souvent à mettre en place des systèmes de production autonomes et économes en intrants, en valorisant les ressources locales.

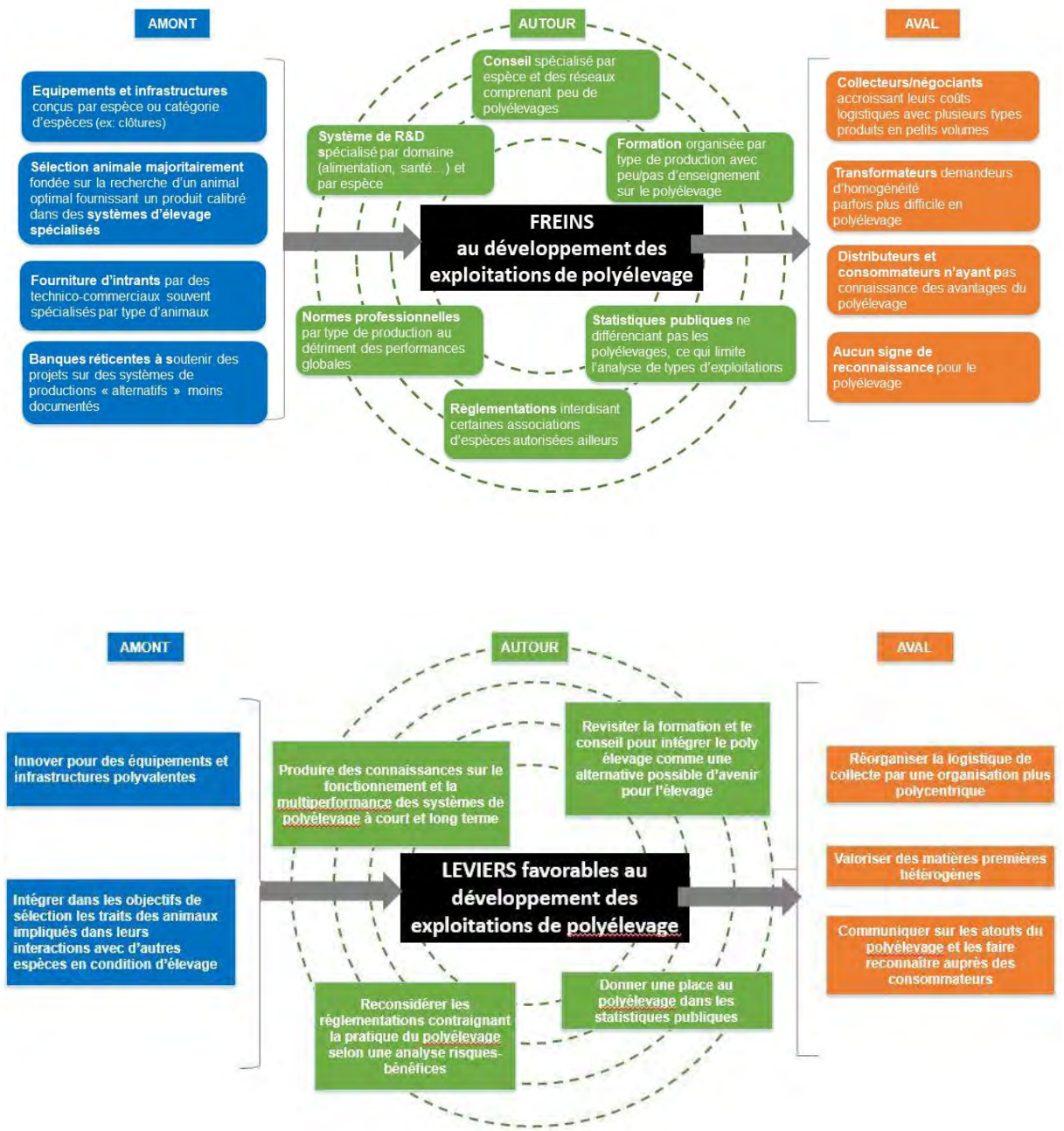


Figure 3. Synthèse des freins au développement des exploitations de polyélevage (partie haute de la figure), et des leviers susceptibles de favoriser leur développement (partie basse).

Cela peut se faire au détriment de cette homogénéité et standardisation des produits livrés (Magne et Quénon, 2021), et entraîner une déconnection entre les performances du système et les attentes des filières (Benoit *et al*., 2019). Un levier propice au développement du polyélevage résidera donc dans la capacité des transformateurs à reconsidérer leurs standards et à accepter une plus grande diversité des produits livrés. Celle-ci pourrait à terme être valorisée sur des marchés différenciés. Mais au-delà des produits standardisés et des économies d'échelle, les filières recherchent aussi à sécuriser et régulariser leur approvisionnement, ce qui peut les amener à considérer le développement du polyélevage comme une opportunité plutôt qu'une contrainte. A titre d'exemple, des enquêtes récentes réalisées en ligne auprès de 105 éleveurs ovins allaitants spécialisés ou mixtes du nord du Massif central ont permis d'identifier des profils contrastés de répartition des ventes d'agneaux au cours de l'année. Un profil spécifique aux exploitations mixtes ovins-bovins fournit des agneaux en été à une période où les exploitations spécialisées en fournissent moins, contribuant ainsi à l'étalement de l'approvisionnement en agneaux des coopératives (Cournut *et al*., 2022).

Pour certains éleveurs en polyélevage, la commercialisation des produits en filières longues, particulièrement en agriculture conventionnelle, ne permet pas de dégager de profits compte tenu des plus petits volumes vendus et des surcoûts opérationnels (par exemple l'alimentation des animaux) ou structurels (les clôtures). Ceci peut expliquer qu'un certain nombre d'entre eux optent pour des stratégies de valorisation des produits *via* des cahiers des charges, tels que l'agriculture biologique ou des AOP, et/ou *via* la vente directe (Vollet et Said, 2018 ; Ulukan *et al*., 2022). A titre d'exemple, sur la centaine d'exploitations européennes en

polyélevage conduites en agriculture biologique (Ulukan *et al*., 2021), 90% faisaient de la vente directe (les circuit-courts représentaient plus de la moitié du produit des ventes pour 60% d'entre elles), et la moitié de la transformation à la ferme (Benoit *et al*., 2021). Ces voies de valorisation constituent donc un levier privilégié pour le polyélevage (Ulukan *et al*. 2022). Elles sont aussi un moyen de sensibiliser les distributeurs et les consommateurs aux atouts des exploitations de polyélevage pour les territoires. Ces modes de commercialisation révèlent également que les systèmes de polyélevage restent pour l'heure un marché de niche. Pour aller au-delà, un frein à lever sera le consentement des consommateurs à payer plus cher pour les produits issus de ces élevages. A notre connaissance, aucune étude n'a jusqu'ici abordé cette question. La tendance au déclassement des prix des produits issus des élevages biologiques ou en AOP, observée en France depuis mi 2022, témoigne de son aspect critique et de la nécessité de l'explorer.

4.3. DES FREINS POLITIQUES ET REGLEMENTAIRES

D'autres types de freins sont d'ordre politique et règlementaires. Pour des raisons de prévention des risques sanitaires, la réglementation française interdit les interactions directes/de contacts entre les volailles et les autres espèces animales au sein d'un élevage pour éviter les risques de contaminations croisées à la salmonelle (JORF n°0034 du 10 février 2016). Même si ces risques sanitaires existent, il conviendrait de les analyser au regard des bénéfices escomptés, par exemple une diminution du risque de prédation sur les volailles lorsqu'elles exploitent les mêmes parcours que des ruminants. Dans certains pays européens, comme l'Allemagne (Schanz *et al*., 2022), ces interactions directes sont autorisées.
Un autre frein institutionnel est lié à la prise en compte du polyélevage dans la statistique publique. Le recensement agricole en France se fonde sur les données d'orientations technico-économiques des exploitations (OTEX) qui restent globales. De plus, la catégorie « polyélevage » n'est pas clairement définie puisque le seul OTEX qui y renvoie s'intitule « Polyculture, polyélevage, autre ». Dès lors, il est impossible d'identifier et de suivre l'évolution des exploitations de polyélevage en France, ce qui ajoute au faible nombre d'analyses et de références sur leur organisation, leur fonctionnement pluriannuel et leur insertion dans les circuits de commercialisation. L'utilisation de la typologie d'exploitations Inosys réalisée par les chambres d'agriculture en 2012 à partir des données du recensement agricole de 2010 permet de mieux identifier ces systèmes (Rapey *et al*., 2018). La création d'une OTEX polyélevage distincte de l'OTEX polyculture-élevage permettrait de suivre de manière plus systématique l'évolution des caractéristiques et des performances de ces systèmes.

4.4. UN RESEAU DE RECHERCHE CONSEIL FORMATION MAJORITAIREMENT CENTRE SUR DES SYSTEMES D'ELEVAGE SPECIALISES

Une dernière catégorie de freins concerne le système de recherche-conseil-formation. Celui-ci repose encore sur la spécialisation des individus/acteurs dans un domaine particulier (par exemple l'alimentation, la santé…) et/ou une production (les bovins laitiers, les porcs…). Cette organisation « d'experts spécialistes de » rend difficile une approche multi-domaines et interspécifique des élevages, pourtant requise pour comprendre le fonctionnement et évaluer les performances des exploitations de polyélevage. Par ailleurs, comme cela a été observé dans le cas du croisement laitier (Magne et Quénon, 2021), le fait que les exploitations de polyélevage ne représentent qu'une faible part de la population d'éleveurs peut être un argument évoqué pour justifier le faible investissement de la recherche sur ces systèmes jusqu'à très récemment.
Par voie de conséquence, les conseillers et les enseignants ne disposent pas de suffisamment de références sur les performances de ces systèmes pour soutenir les éleveurs mixtes en activités, et informer ceux qui envisagent de se lancer. Le réseau de recherche-conseil-formation s'appuie encore beaucoup sur des normes socioprofessionnelles basées sur la spécialisation et les économies d'échelle, qu'il contribue ainsi à renforcer. Il convient donc d'inciter le système de R&D-formation-conseil à produire des connaissances sur les systèmes de polyélevage et à les intégrer comme des alternatives potentiellement prometteuses pour développer des systèmes d'élevage durables.
Cependant il faut souligner que le soutien financier apporté depuis 2014 à des projets de recherche sur la transition agroécologique des systèmes d'élevage, et l'intérêt de leur diversification constitue un levier important pour dépasser ce frein. Les résultats issus de ces travaux de recherche commencent à irriguer le système de conseil et de formation comme en témoignent certains outils et références produits dans le cadre des projets supports de cette synthèse, par exemple les pages consacrées aux systèmes d'élevage diversifiés[1] et à la mallette pédagogique sur les systèmes de polyélevage biologique[2].

CONCLUSION

Plusieurs des références rapportées dans cette synthèse démontrent les atouts du polyélevage pour réduire les intrants nécessaires à la production de viande et de lait, et accroitre la résilience des exploitations face à des aléas économiques ou liés au collectif de travail. A l'instar de l'agroécologie, il ne s'agit pas de disposer de solutions « clés en main » pour gérer des systèmes de polyélevage, mais plutôt de comprendre les mécanismes sous-jacents à leur fonctionnement, et de chercher une cohérence d'ensemble que l'éleveur arrive à gérer. Les performances des exploitations de polyélevage résultent en effet de choix combinés entre les modes de conduite des troupeaux et des parcelles, les modes de transformation et de commercialisation des produits, et les modes d'organisation du travail sur l'exploitation. Plutôt que de vouloir maximiser coûte que coûte la diversité au sein du système, la recherche des meilleurs compromis de durabilité peut conduire à renoncer aux bénéfices de certaines pratiques d'intégration au pâturage, au profit de gains escomptés sur les performances économiques et l'organisation du travail (Ulukan *et al*., 2022). Ceci conforte les prédictions du modèle théorique proposé par Biggs *et al*. (2012) qui postule qu'il existerait un niveau optimal de diversité des systèmes qui maximise leur multi performance et la résilience des services écosystémiques qu'ils délivrent. En deçà de cet optimum, le système est trop simple pour tirer parti de la diversité des prairies, des cultures et des animaux élevés sur l'exploitation, et des interactions entre ateliers. Au-delà de l'optimum de diversité, le système possède certes ces capacités d'adaptation, mais il devient trop complexe à gérer de manière suffisamment précise pour que l'éleveur tire parti de l'ensemble de son potentiel.
Par ailleurs, le polyélevage aura besoin d'une reconnaissance et d'un fort soutien des décideurs publics pour qu'il se déploie à large échelle. A l'heure actuelle, les soutiens issus des politiques agricoles semblent insuffisants

[1] https://www.encyclopediapratensis.eu/product-category/newdeal/

[2] https://idele.fr/detail-article/mallette-pedagogique-sur-les-systemes-biologiques-en-polyelevage

et peu adaptés à ce type de systèmes. Il ne faut *a priori* pas attendre de soutien des grands acteurs économiques agricoles (filières) qui n'ont pas intérêt à pousser à la diversification des exploitations. Les paiements pour services environnementaux sont quant à eux très critiqués pour leur manque d'ambition tant en volume, que vis-à-vis des résultats escomptés (Pe'er *et al*., 2022). Or multiplier les ateliers au sein d'une ferme complexifie de façon notable sa gestion administrative, déjà importante vis-à-vis du montage des dossiers de soutien public. A l'avenir, faire reposer ces soutiens sur une obligation de résultats plutôt que sur les seuls moyens mis en œuvre devrait toutefois bénéficier aux exploitations de polyélevage qui peuvent générer des bénéfices environnementaux directs et indirects, et sont créatrices d'emploi.

Les travaux présentés dans cette synthèse ont été financés par le projet H2020 ERA net/CORE Organic MixEnable (Contract No. 727495), le projet PSDR4-Auvergne 2015-2020 new-DEAL, l'expérimentation système SALAMIX conduite sur le site INRAE de l'Herbipôle (Laqueuille, 63), le projet MEMIPAT conduit sur le même site et financé par le département INRAE Phase et le projet new-DEAL, et le projet Strep du méta-programme INRAE GISA.

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 experience of Danish biodynamic farmers. Agroecol. Sustain. Food Syst., 45, 390-416.

Aigrain P., Agostini D., Lerbourg J., 2016. Les exploitations agricoles comme combinaisons d'ateliers. AGRESTE, Les Dossiers n°32, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Paris, France, 35 pp.

Benoit M., Sabatier R., Lasseur J., Creighton P., Dumont B., 2019. Optimising economic and environmental performances of sheep-meat farms does not fully fit with the meat industry demands. Agron. Sustain. Dev., 39, 40.

Benoit M., Martin G., Bernes G., Blanc M., Brock C., Destruel M., Dumont B., Grillot M., Ulukan D., Lang E., Magne M.A., Meischner T., Moerman M., Oehen B., Parsons D., Primi R., Schanz L., Steinmetz L., Veysset P., Winckler C., 2021. A typology of European organic multi-species livestock farms. In: Pre-Conference on Animal Husbandry 6-7 September 2021 linked to the 20th Organic World Congress in Rennes, France on 8-10 September 2021 Organized by IFOAM Animal Husbandry Alliance (IAHA) https://orgprints.org/id/eprint/40164/

Biggs R., Schlüter M., Biggs D., Bohensky E.L., Burn Silver S., Cundill G., Dakos V., Daw T.M., Evans L.S., Kotschy K., Leitch A.M., Meek C., Quinlan A., Raudsepp-Hearne C., Robards M.D., Schoon M.L., Schultz L., West P.C., 2012. Towards principles for enhancing the resilience of ecosystem services. Annu. Rev. Environ. Resour. 37, 421-448.

Bigot G., Vial C., Fleurance G., Heydemann P., Palazon, R., 2018. Productions et activités équines en France : quelles contributions à la durabilité de l'agriculture ? INRA Prod. Anim., 31, 37-50.

Cournut S., Chauvat S., 2012. L'organisation du travail en exploitation d'élevage : analyse de 630 Bilans Travail réalisés dans huit filières animales. In : Numéro spécial, Travail en élevage. Hostiou N., Dedieu B., Baumont R. (Eds). INRA Prod. Anim., 25, 101-112.

Cournut S., Mugnier S., Husson C., 2022. La mixité d'espèces contribue à sécuriser et régulariser l'approvisionnement des filières. Renc. Rech. Rumin., 26 (ce volume).

d'Alexis S., Sauvant D., Boval M., 2014. Mixed grazing systems of sheep and cattle to improve liveweight gain: a quantitative review. J. Agric. Sci. (Camb.), 152, 655-666.

Darnhofer I., Bellon S., Dedieu B., Milestad R., 2010. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. Agron. Sustain. Dev., 30, 545-555.

Ducos, A., Douhard, F., Savietto, D., Sautier, S., Fillon, V., Gunia, M., Rupp, R., Moreno-Romieux, C., Mignon-Grasteau, S., Gilbert, H., Fortun-Lamothe, L., 2021. Contributions de la génétique animale à la transition agroécologique des systèmes d'élevage. INRAE Prod. Anim., 34, 79-96.

Dumont B., Rossignol N., Loucougaray G., Carrère P., Chadoeuf J., Fleurance G., Bonis A., Farruggia A., Gaucherand S., Ginane C., Louault F., Marion B., Mesléard F., Yavercovski N., 2012. When does grazing generate stable vegetation patterns in temperate pastures? Agric. Ecosyst. Environ., 153, 50-56.

Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. Animal, 7, 1028-1043.

Dumont B., Cournut S., Mosnier C., Mugnier S., Fleurance G., Bigot G., Forteau L., Veysset P., Rapey H., 2020a. Comprendre les atouts de la diversification des systèmes d'élevage herbivores du nord du Massif central. INRAE Prod. Anim., 33, 173-188.

Dumont B., Puillet L., Martin G., Savietto D., Aubin J., Ingrand S., Niderkorn V., Steinmetz L., Thomas M., 2020b. Incorporating diversity into animal production systems can increase their performance and strengthen their resilience. Front. Sustain. Food Syst., 4, 109.

Dumont B., Rossignol N., Huguenin-Elie O., Jeanneret P., Jerrentrup J.S., Lüscher G., Taugourdeau S., Villerd J., Plantureux S., 2022. Simple assessment of temperate grassland suitability as habitat for three insect taxa. Front. Sustain. Food Syst. 6, 881410.

Duru M., Therond O., 2014. Livestock system sustainability and resilience in intensive production zones: which form of ecological modernization? Reg. Environ. Change, 15, 1651-1665.

Duval J., Cournut S., Hostiou N., 2021. Livestock farmers' working conditions in agroecological farming systems. A review. Agron. Sustain. Dev., 41, 22.

Fleurance G., Duncan P., Farruggia A., Dumont B., Lecomte T., 2011. Impact du pâturage équin sur la diversité floristique et faunistique des milieux pâturés. Fourrages, 207, 189-200.

Fleurance G., Sallé G., Lansade L., Wimel L., Dumont B., 2022. Comparing the effects of horse grazing alone or with cattle on horse parasitism and vegetation use in a mesophile pasture. Grass For. Sci., 77, 175-188.

Forteau L., 2019. Accroître les performances des systèmes d'élevages de chevaux de selle par la mixité avec des bovins allaitants en zones herbagères. Thèse Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, 191 p + annexes.

Forteau L., Dumont B., Sallé G., Bigot G., Fleurance G., 2020. Horses grazing with cattle have reduced strongyle egg count due to the dilution effect and increased resiliance on macrocyclic lactones in mixed farms. Animal, 14, 1076-1082.

Geels F.W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case-study. Res. Policy, 31, 1257-1274.

Gliessman S.R., 1997. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Headley S.A., de Oliveira T.E.S., Cunha C.W., 2020. A review of the epidemiological, clinical, and pathological aspects of malignant catarrhal fever in Brazil. Braz. J. Microbiol., 51, 1405-1432.

Jerrentrup S.J., Komainda M., Seither M., Cuchillo-Hilario M., Wrage-Mönnig N., Isselstein J., 2020. Diverse swards and mixed grazing of cattle and sheep for improved productivity. Front. Sustain. Food Syst., 3, 125.

Joly F., Benoit M., Martin R., Dumont B., 2021. Biological operability, a new concept based on ergonomics to assess the pertinence of ecosystem services optimization practices. Ecosyst. Services, 50, 101320.

Joly F., Note P., Barbet M., Jacquiet P., Faure S., Benoit M., Dumont B., 2022. Parasite dilution improves lamb growth more than does the complementarity of forage niches in a mesic pasture grazed by sheep and cattle. Front. Anim. Sci., 3, 997815.

Lȯpez-í-Gelats F., Milán M.J., Bartolomé J., 2011. Is farming enough in mountain areas? Farm diversification in the Pyrenees. Land Use Pol., 28, 783-791.

Loucougaray G., Bonis A., Bouzillé J.B., 2004. Effects of grazing by horses and/or cattle on the diversity of coastal grasslands in western France. Biol. Conserv., 116, 59-71.

Magne M.A., Nozières-Petit M.O., Cournut S., Ollion E., Puillet L., Renaudeau D., Fortun-Lamothe L., 2019. Gérer la diversité animale dans les systèmes d'élevage : laquelle, comment et pour quels bénéfices ? INRA Prod. Anim., 32, 263-280.

Magne M.A., Quénon J., 2021. Dairy crossbreeding challenges the French dairy cattle sociotechnical regime. Agron. Sustain. Dev., 41, 25.

Mahieu M., 2013. Effects of stocking rates on gastrointestinal nematode infection levels in a goat/cattle rotational grazing system. Vet. Parasitol., 198, 136-144.

Martin G., Barth K., Benoit M., Brock C., Destruel M., Dumont B., Grillot M., Hübner S., Magne M.A., Moerman M., Mosnier C., Parsons D., Ronchi B., Schanz L., Steinmetz L., Werne S., Winckler C., Primi R., 2020. Potential of multi-species livestock farming to improve the sustainability of livestock farms: A review. Agric. Syst., 181, 102821.

Meynard J.M., Charrier F., Fares M., Le Bail M., Magrini M.B., Charlier A., Messéan A., 2018. Socio-technical lock-in hinders crop diversification in France. Agron. Sustain. Dev., 38, 54.

Mischler P., 2019. Effects of livestock species diversity on the economic performance of commercial farms compared to specialized ruminant farms. IDELE, https://orgprints.org/id/eprint/36705/

Modernel P., Picasso V., Do Carmo M., Rossing W.A.H., Corbeels M., Soca P., Dogliotti S., Tittonell P., 2019. Grazing management for more resilient mixed livestock farming systems on native grasslands of southern South America. Grass For. Sci., 74, 636-649.

Moloney B.J., Whittington R.J., 2008. Cross species transmission of ovine Johne's disease from sheep to cattle: an estimate of prevalence in exposed susceptible cattle. Aust. Vet. J., 86, 117-123.

Mori A.S., Furukawa T., Sasaki T., 2013. Response diversity determines the resilience of ecosystems to environmental change. Biol. Rev., 88, 349-364.

Mosnier C., Duclos A., Agabriel J., Gac A., 2017. Orfee: A bio-economic model to simulate integrated and intensive management of mixed crop-livestock farms and their greenhouse gas emissions. Agric. Syst., 157, 202-215.

Mosnier C., Benoit M., Minviel J.J., Veysset P., 2021. Does mixing livestock farming enterprises improve farm and product sustainability? Int. J. Agric. Sustain., 20, 312-326.

Mugnier S., Husson C., Cournut S., 2021. Why and how farmers manage mixed cattle-sheep farming systems and cope with economic, climatic and workforce-related hazards. Renew. Agric. Food Syst., 36, 344-352.

Pe'er G., Finn J.A., Díaz M., Birkenstock M., Lakner S., Röder N., Kazakova Y., Šumrada T., Bezák P., Concepción E.D., Dänhardt J., Morales M.B., Rac I., ŠpulerováJ., Schindler S., Stavrinides M., Targetti S., Viaggi D., Vogiatzakis I.N., Guyomard H., 2022. How can the European Common Policy help halt biodiversity loss? Recommendations by over 300 experts. Conserv. Lett., e12901.

Rapey H., Gendron P.J., Healy S., Hiriart-Durruty M., Veny N., Miquel M., Bonestebe M., Dumont B., 2018. La diversité de l'élevage de ruminants au sein des territoires. L'exemple de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Econ. Rur., 365, 89-102.

Rogdo T., Hektoen L., Slettemeås J.S., Jørgensen H.J., Østerås O., Fjeldaas T., 2012. Possible cross-infection of *Dichelobacter nodosus* between co-grazing sheep and cattle. Acta Vet. Scand., 54, 19.

Roguet C., Gaigné C., Chatellier V., Cariou S., Carlier M., Chenut R., Daniel K., Perrot C., 2015. Spécialisation territoriale et concentration des productions animales européennes : état des lieux et facteurs explicatifs. INRA Prod. Anim., 28, 5-22.

Rufino M.C., Hengsdijk H., Verhagen J.M.F., 2009. Analysing interaction and diversity in agro-ecosystems by using indicators of network analysis. Nutr. Cycl. Agroecosyst., 84, 229-247.

Schanz L., Hintze S., Hübner S., Barth K., Winckler C., 2022. Single- and multi-species groups: A descriptive study of cattle and broiler behaviour on pasture. Appl. Anim. Behav. Sci., 257, 105779.

Sehested J., Søegaard K., Danielsen V., Roepstorff A., Monrad J., 2004. Grazing with heifers and sows alone or mixed: herbage quality, sward structure and animal weight gain. Livest. Prod. Sci., 88, 223-238.

Stachurski F., Gourreau J.M., 1988. La fièvre catarrhale maligne des bovins (Coryza gangreneux). Le Point Vétérinaire, 20, 55-73.

Steinmetz L., Veysset P., Benoit M., Dumont B., 2021. Ecological network analysis to link interactions between system components and performances in multispecies livestock farms. Agron. Sustain. Dev., 41, 42.

Ulukan D., Steinmetz L., Moerman M., Bernes G., Blanc M., Brock C., Destruel M., Dumont B., Lang E., Meischner T., Moraine M., Oehen B., Parsons D., Primi R., Ronchi B., Schanz L., Vanwindekens F., Veysset P., Winckler C., Martin G., Benoit M., 2021. Survey Data on European Organic Multi-Species Livestock Farms. Front. Sustain. Food Syst., 5, 685778.

Ulukan D., Grillot M., Benoit M., Bernes G., Dumont B., Magne M.A., Monteiro L., Parsons D., Veysset P., Ryschawy J., Steinmetz L., Martin G., 2022. Positive deviant strategies implemented by organic multi-species livestock farms in Europe. Agric. Syst., 201, 103453.

Veysset P., Prache S., Vazeille K., D'hour P., 2016. Grassland production systems: combining animal species and crossbreeding to strengthen sustainability? In: Book of Abstract of the 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Belfast, 29 August – 2 September 2016, p. 386.

Vollet D., Said S., 2018. Vers l'identification de paniers de biens et de services liés à la demande locale dans les territoires d'élevage : illustration à partir de la Planèze de Saint Flour et du bocage bourbonnais. Géocarrefour, 92/3I2018

Wang L., Delgado-Baquerizo M., Wang D., Isbell F., Liu J., Feng C., Liu J., Zhong Z., Zhu H., Yuan X., Chang Q., Liu C., 2019. Diversifying livestock promotes multidiversity and multifunctionality in managed grasslands. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 116, 6187-6192.

Yin T., Bapst B., Borstel U.U.v., Simianer H., König S., 2012. Genetic parameters for Gaussian and categorical traits in organic and low input dairy cattle herds based on random regression methodology. Livest. Sci., 147, 159-169.

La diversité intra-troupeau : un levier de robustesse pour les troupeaux bovins laitiers

BLANC F. (1), CHASSAING C. (1)
(1) Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, INRAE, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle,

RESUME

La transition agroécologique des systèmes d'élevage s'accompagne généralement d'une plus forte exposition des animaux aux aléas. Par conséquent, l'aptitude des troupeaux à faire face et résister aux perturbations (robustesse) joue un rôle clé dans cette transition. La diversité est présentée comme un levier de robustesse mais son intérêt en élevage mérite d'être objectivé en raison d'un nombre de résultats encore trop limité sur ce sujet. Notre étude a porté sur des troupeaux bovins laitiers et a eu deux objectifs principaux : 1/ tester la relation entre la diversité intra-troupeau et la robustesse des performances du troupeau sur le long terme et 2/ préciser les critères sur lesquels les éleveurs caractérisent la diversité au sein d'un troupeau et les intérêts qu'ils lui attribuent. L'étude a été menée à partir de données issues du contrôle de performances et d'enquêtes. Elles concernent 92 troupeaux bovins laitiers situés dans les départements de l'Allier (n=31) et du Cantal (n=61) et couvrent 17 années (2000-2016). La diversité intra-troupeau a été caractérisée par trois index de diversité élémentaires rendant compte de la diversité génétique, des stades physiologiques et des rangs de lactation ainsi que par un index synthétique de diversité intra-troupeau (somme des trois index élémentaires). Les robustesses de la production laitière et des intervalles vêlage-vêlage (IVV) moyens du troupeau ont été estimées au travers de la stabilité de ces deux variables sur la période 2000-2016. Des classes de diversité-robustesse ont été établies en réalisant une ACP et une CAH sur les trois index de diversité élémentaires et les deux variables de robustesse. Des entretiens ont été conduits auprès de 40 éleveurs pour analyser leur perception de la diversité intra-troupeau et les intérêts qu'ils lui attribuent. La robustesse de la production laitière moyenne du troupeau sur la période 2000-2016 et la robustesse des IVV moyens augmentent avec l'index synthétique de diversité intra-troupeau. Pour les éleveurs, la diversité intra-troupeau se qualifie d'abord par des différences de couleur et de morphologie puis de tempérament, de race et de production laitière. Trente-deux pourcent des éleveurs considèrent que la diversité génétique a un intérêt pour la performance économique, 17 % pour la conduite des vaches, 12,5 % pour la santé du troupeau et 10% pour le plaisir. La diversité des stades physiologiques est perçue comme un levier d'adaptation aux contraintes structurelles de l'exploitation pour 77,5 % des éleveurs et comme un support de performance économique pour 65 % d'entre eux. Ces résultats montrent que la diversité intra-troupeau est associée à une plus grande stabilité des performances sur le long terme et qu'elle est perçue par les éleveurs comme un levier d'adaptation aux spécificités de leur système.

Intra-herd diversity: a lever of robustness for dairy cows herds

BLANC F. (1), CHASSAING C. (1)
(1) Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, INRAE, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

SUMMARY

The agroecological transition of livestock systems is generally accompanied by a greater exposure to hazards. Consequently, the ability of herds to face and resist disturbances (robustness) plays a key role in this transition. Diversity is often highlighted as a lever to face to perturbations but its role in livestock still needs to be objectively assessed due to the lack of studies available. Our study focused on dairy herds and had two main objectives: 1/ to test the relationship between intra-herd diversity and robustness of performances over the long term and 2/ to specify the criteria on which farmers characterize herd diversity and the interests they find in it. The study was carried out using data from milk control and surveys. It concerns 92 dairy herds and covers 17 years (2000-2016). Intra-herd diversity was characterized by three elementary diversity indexes that respectively account for genetic diversity, diversity of physiological stages and diversity of lactation ranks, as well as by a synthetic index of intra-herd diversity (sum of the three elementary indexes). The robustness of the herd was estimated through the stability of milk production and of calving to calving interval (CCI) over the period 2000-2016. Classes of diversity-robustness were established by performing a PCA and AHC on the three elementary diversity indexes, milk yield robustness and CCI robustness. Surveys were conducted with 40 farmers to analyse how they define herd diversity and what interests they find in it. Robustness of the average milk production of the herd over the period 2000-2016 and robustness of the average CCI increase with the synthetic index of intra-herd diversity. For breeders, intra-herd diversity is primarily qualified by differences in color and morphology, temperament, breed and milk production. Thirty-two percent of the farmers consider that genetic diversity has an interest for economic performance, 17 % for the management of cows, 12.5 % for herd health and 10% associate it to an emotional dimension. The diversity of physiological stages is perceived as a lever to adapt to structural constraints for 77.5% of the farmers and to support economic performance for 65%. These results show that intra-herd diversity is associated with a greater stability of herd performances and is perceived by the farmers as a lever to adapt to the specificities of their system.

INTRODUCTION

Le modèle d'élevage dominant a longtemps cherché à réduire la variabilité intra-troupeau pour répondre à des objectifs d'homogénéisation des performances et des modes de conduite, de simplification du travail et d'accroissement des effectifs. Parallèlement, dans ces systèmes, les pratiques et milieux de vie des animaux ont été définis de manière à réduire au maximum les sources de variabilité environnementale afin de placer les animaux dans des conditions stables et optimales permettant l'expression de leur potentiel génétique (ten Napel *et al*. 2006). Aujourd'hui, face au défi du changement climatique et aux nouvelles attentes sociétales, ces modèles d'élevage sont remis en question. L'élevage de demain doit s'inscrire dans la transition agroécologique et réduire son recours aux intrants (énergie, engrais chimiques, médicaments, aliments concentrés…) (Dumont *et al.*, 2013),

ce qui le rend potentiellement plus vulnérable vis-à-vis des perturbations extérieures. Dans ce contexte, la robustesse ou aptitude des systèmes à "tamponner" les effets de perturbations et à maintenir leurs performances dans des environnements variables (Darnhofer, 2014), apparait comme une propriété fondamentale pour garantir leur pérennité (Urruty *et al*., 2015). Identifier les leviers de robustesse au sein des systèmes d'élevage est donc un enjeu pour accompagner leur transition agroécologique. Parmi les leviers de la robustesse, la diversité est considérée comme pouvant jouer un rôle clé (Altieri *et al*., 2015, Dumont *et al*., 2020). Cette hypothèse repose sur l'idée qu'une plus grande diversité au sein d'un système génère plus d'hétérogénéité fonctionnelle et lui confère ainsi une plus grande aptitude à faire face aux perturbations (Biggs *et al*., 2012). Plusieurs travaux relativement récents ont été menés sur les systèmes d'élevage de ruminants afin de mettre à l'épreuve cette hypothèse. Les études disponibles reposent sur des démarches de modélisation ou des observations empiriques (Dumont *et al*., 2020), et se sont principalement intéressées aux contributions de la diversité des espèces ou des races (Nozières *et al*., 2011 ; Mugnier *et al*., 2021), des interactions entre composantes du système (Sneessens *et al*., 2019) ou encore des conduites d'élevage (Benoit *et al*., 2020) sur la productivité des systèmes d'élevage et leur capacité à s'adapter aux fluctuations (économiques, climatiques, sanitaires) de l'environnement. En revanche peu de travaux ont cherché à objectiver la contribution de la diversité intra-troupeau à la robustesse du système. Les investigations menées à cette échelle reposent principalement sur des approches de simulation (Blanc *et al*., 2013) mais les démonstrations issues d'approches expérimentales ou d'observations empiriques restent rares. Notre étude se positionne dans cette perspective. Elle a été menée sur des troupeaux bovins laitiers inscrits au contrôle de performances et avait deux objectifs principaux : 1/ tester l'existence d'une relation entre la diversité intra-troupeau et la stabilité des performances sur le long terme (indicateur de robustesse), et 2/ préciser les critères sur lesquels les éleveurs caractérisent la diversité au sein d'un troupeau et identifier quels intérêts ils lui attribuent.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANALYSE DU LIEN ENTRE DIVERSITE INTRA-TROUPEAU ET STABILITE DES PERFORMANCES

L'analyse a porté sur les données issues du contrôle de performances laitières de 92 troupeaux bovins laitiers situés dans le Bocage Bourbonnais (BB, zone de plaine, n=31) et sur la communauté de communes de Saint Flour (SF, zone de montagne, n=61). Les données ont été analysées sur la période 2000-2016. La durée moyenne de suivi des troupeaux a été de 16,3 ± 1,6 années consécutives (min=10 ans, max=17 ans). Au total, le jeu de données concerne 68 081 lactations individuelles de plus de 250 jours, ayant une production annuelle supérieure à 1000 kg de lait.

1.1.1 Caractérisation de la diversité intra-troupeau

Dans cette étude, la diversité intra-troupeau a été décrite sur la base de trois composantes : la diversité génétique et les diversités de stades et de rangs de lactation. Pour chacun des 92 troupeaux, l'index de diversité de Shannon (Stirling, 2007, Eq 1) a été utilisé pour quantifier chacune de ces composantes.

Eq 1 : $Div = -\sum_{i=1}^{n} p_i ln p_i$, avec n : nombre total de catégories (n=17 races et croisements pour la diversité génétique, n=12 mois de vêlage pour la diversité des stades physiologiques, n=15 rangs pour la diversité des rangs de lactation), p_i proportion d'individus dans la catégorie i.

Les index de diversité de Shannon ont été calculés par troupeau et par an sur la période 2000-2016. La médiane de ces index élémentaires a ensuite été calculée pour chaque troupeau sur l'ensemble de la période pour obtenir trois index de diversité médians : $Div_gen_{2000\text{-}2016}$, $Div_stad_{2000\text{-}2016}$ et $Div_rang_{2000\text{-}2016}$. Un index synthétique de diversité ($Div_synth_{2000\text{-}2016}$) a ensuite été défini pour chaque troupeau comme la somme des index élémentaires médians.

Des classes de diversité intra-troupeau ont été obtenues à partir d'une analyse en composantes principales suivie d'une classification ascendante hiérarchique (ACP1-CAH1) réalisées sur les variables $Div_gen_{2000\text{-}2016}$, $Div_stad_{2000\text{-}2016}$ et $Div_rang_{2000\text{-}2016}$. Le nombre de classes a été déterminé au regard du saut d'inertie.

1.1.2 Caractérisation de la robustesse du troupeau

La robustesse de chaque troupeau a été définie comme la " *capacité à maintenir un niveau souhaité de performance malgré l'occurrence de perturbations* " (Urruty *et al*., 2015). Un troupeau présentant une faible variabilité de ses performances au cours du temps pourra ainsi être qualifié de robuste. Nous avons donc cherché à quantifier la variabilité de la production laitière moyenne (PLmoy) et de l'intervalle vêlage-vêlage moyen (IVVmoy) de chaque troupeau au cours de la période 2000-2016. Celle-ci peut se décomposer en une tendance moyenne et une variabilité résiduelle (RSE) qui rend compte des fluctuations de la performance autour de la tendance moyenne (figure 1). Plus RSE est faible, plus le troupeau peut être considéré comme robuste. Un indice de robustesse (Eq 2) a ainsi été calculé pour la production laitière moyenne ($R_PLmoy_{2000\text{-}2016}$) et l'intervalle vêlage-vêlage moyen ($R_IVVmoy_{2000\text{-}2016}$) de chaque troupeau sur la période 2000-2016.

Eq 2 : $R = 1/RSE$, où RSE est l'erreur résiduelle du modèle de régression linéaire $Y = f(temps)$ ajusté sur la période 2000-2016, avec Y=PLmoy ou IVVmoy.

1.1.3 Caractérisation de la relation entre diversité intra-troupeau et robustesse

La corrélation entre $Div_synth_{2000\text{-}2016}$ et les deux variables de robustesse $R_PLmoy_{2000\text{-}2016}$ et $R_IVVmoy_{2000\text{-}2016}$ a été testée. Les effets de $Div_gen_{2000\text{-}2016}$, $Div_stad_{2000\text{-}2016}$, $Div_rang_{2000\text{-}2016}$ et de $PLmoy_{2000\text{-}2016}$ (valeur médiane des PLmoy sur la période 2000-2016) sur la robustesse des productions laitières moyennes et des intervalles vêlage-vêlage moyens ont été analysés à l'aide d'un modèle linéaire. Une analyse en composantes principales suivie d'une classification ascendante hiérarchique (ACP2-CAH2) a été réalisée sur les variables, $Div_gen_{2000\text{-}2016}$, $Div_stad_{2000\text{-}2016}$, $Div_rang_{2000\text{-}2016}$, $R_PLmoy_{2000\text{-}2016}$ et $R_IVVmoy_{2000\text{-}2016}$ afin

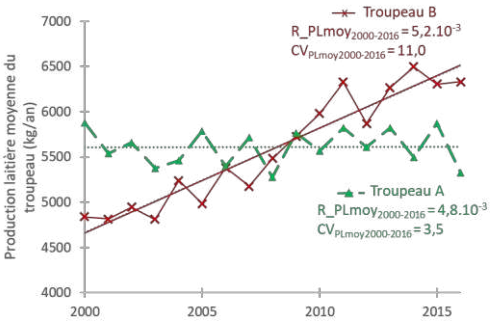


Figure 1 : Evolution sur la période 2000-2016 de la PLmoy de deux troupeaux ayant des indices de robustesse ($R_PLmoy_{2000\text{-}2016}$) semblables mais des évolutions moyennes de PLmoy contrastées.

Cette figure illustre l'intérêt de l'indicateur de robustesse retenu pour rendre compte de la variabilité de la performance autour de la tendance moyenne comparativement au coefficient de variation (CV).

d'identifier des groupes de troupeaux présentant des profils de diversité intra-troupeau et de robustesse des performances distincts. Le nombre de classes a été déterminé au regard du saut d'inertie.

1.2. ENTRETIENS AUPRES DES ELEVEURS

Des entretiens semi-directifs ont été menés auprès d'un échantillon de 40 éleveurs laitiers (BB, n=15 ; SF, n=25), dont les troupeaux étaient répartis dans les classes de diversité intra-troupeau issus de l'analyse ACP1-CAH1. L'objectif était de recueillir les critères sur lesquels les éleveurs perçoivent de la diversité au sein d'un troupeau de vaches laitières et de les interroger sur les intérêts qu'ils associent à la diversité génétique et à la diversité des stades et des rangs de lactation au sein du troupeau. Tous les entretiens ont été transcrits intégralement. Leur contenu a été découpé, réparti et codé dans une grille de dépouillement. Une analyse thématique a été conduite pour décrire d'une part les différentes formes de diversité intra-troupeau perçues par les éleveurs et d'autre part les intérêts associés à chacune des trois formes de diversité pré identifiées dans notre approche (types génétiques, stades physiologiques et rangs de lactation). Les réponses ont été analysées par modalité et la fréquence de citation de chacune de ces modalités a été calculée (plusieurs modalités possibles pour un même éleveur). Des citations des éleveurs enquêtés ont permis d'illustrer et de préciser cette analyse. Nous avons également étudié si les réponses des éleveurs différaient selon la classe de diversité-robustesse de leur troupeau.

2. RESULTATS

2.1. CARACTERISATION DE LA DIVERSITE INTRA-TROUPEAU

En moyenne, sur les 92 troupeaux laitiers étudiés, l'index synthétique de diversité ($Div_synth_{2000-2016}$) s'élève à 3,96 ± 0,47. Il est négativement corrélé avec $PLmoy_{2000-2016}$ (Figure 2, r=-0,63, p<0,0001).

Trois profils de diversité intra-troupeau sont observés dans la population. Le premier (Div-, n=29) présente une faible diversité génétique et des diversités de rangs et de stades de lactation significativement plus faibles que dans les deux autres profils (tableau 1). Les troupeaux Div+ (n=43) se caractérisent par une faible diversité génétique mais une forte diversité de rangs et de stades de lactation. Les troupeaux Div++ (n=20) ont les valeurs de diversité les plus élevées pour les trois composantes analysées (tableau 1).

2.2 LIEN ENTRE DIVERSITE INTRA-TROUPEAU ET ROBUSTESSE DES PERFORMANCES

Les robustesses de la production laitière moyenne du troupeau et des IVV moyens sont positivement corrélées avec l'index synthétique de diversité intra-troupeau (r = 0,46, p<0,001 et r = 0,23, p=0,02, respectivement). Sur les quatre variables testées ($Div_gen_{2000-2016}$, $Div_stad_{2000-2016}$, $Div_rang_{2000-2016}$ et $PLmoy_{2000-2016}$) seules $PLmoy_{2000-2016}$ et $Div_stad_{2000-2016}$, ont un effet significatif sur $R_PLmoy_{2000-2016}$ et seules $PLmoy_{2000-2016}$ et $Div_rang_{2000-2016}$ ont un effet significatif sur $R_IVVmoy_{2000-2016}$. La robustesse de la production laitière moyenne diminue avec $PLmoy_{2000-2016}$ (p<0,001) et augmente avec $Div_stad_{2000-2016}$ (p<0,05). La robustesse des IVV moyens augmente avec $PLmoy_{2000-2016}$ (p<0.05) et $Div_rang_{2000-2016}$ (p<0 ,001).

Les troupeaux BB ont une diversité intra-troupeau inférieure à celle des troupeaux SF (3,60 ± 0,33 *vs* 4,14 ± 0,42, p<0,01) et une moindre robustesse de leurs production laitière moyenne ($2,1.10^{-3} \pm 0,9.10^{-3}$ *vs* $2,7.10^{-3} \pm 0,8.10^{-3}$, p<0,001) et de leurs IVV (0,05 ± 0,02 *vs* 0,07 ± 0,03, p<0,01). Sur l'ensemble des 92 troupeaux étudiés nous observons trois classes ayant des profils de diversité-robustesse distincts. Les troupeaux de la classe 1 (Div-/R-, n=44) sont les moins diversifiés globalement et présentent les index de diversité

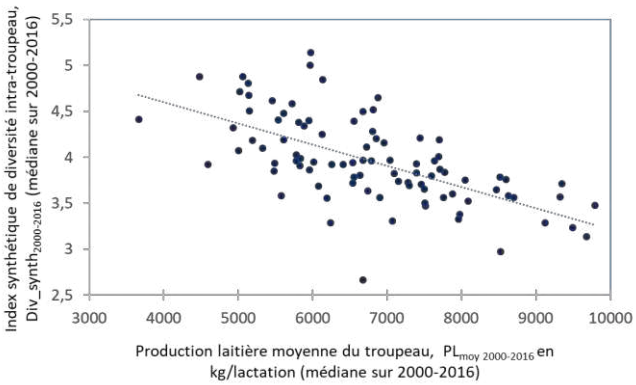


Figure 2 : Relation entre l'index synthétique de diversité intra-troupeau et la médiane de la production laitière moyenne du troupeau sur la période 2000-2016 (n=92).

	Div-	Div+	Div++
Effectif	29	43	20
$Div_synth_{2000-2016}$	3,5 ± 0,29 a[1]	3,95 ± 0,21 b	4,63 ± 0,24 c
$Div_gen_{2000-2016}$	0,09 ± 0,16 a	0,08 ± 0,10 a	0,69 ± 0,22 b
$Div_stad_{2000-2016}$	1,89 ± 0,19 a	2,21 ± 0,08 b	2,17 ± 0,07 b[2]
$Div_rang_{2000-2016}$	1,53 ± 0,11 a	1,66 ± 0,15 b	1,77 ± 0,14 c

Tableau 1 : Caractérisation des trois classes de diversité obtenues à partir de l'ACP1-CAH1 réalisée sur les différents index de diversité (moyennes ± écart type). [1] Les valeurs ayant des lettres différentes sur une même ligne diffèrent au seuil de p<0,05 (test de Kruskall-Wallis). [2] p=0,06 avec Div+.

élémentaires les plus faibles (tableau 2). Ce sont majoritairement des troupeaux du BB (59 %) qui présentent la production laitière moyenne la plus élevée sur la période 2000-2016 et les IVV moyens les plus importants. Ils comportent en moyenne 1,5 (± 0,6) types génétiques, ont des vêlages étalés sur 9,3 ± 1,3 mois et leur rang moyen de lactation est le plus faible (2,5 ± 0,3). Les troupeaux de cette classe ont les plus faibles robustesses de la production laitière et des IVV. Les troupeaux des classes 2 (Div+/Div_{stad}+/R+, n=31) et 3 (Div+/Div_{gen}+/R+, n=17) sont majoritairement des troupeaux SF (87 % et 94 % respectivement). Ceux de la classe 2 ont une diversité de stades physiologiques plus élevée que ceux de la classe 3. Ces derniers ont la plus forte diversité intra-troupeau et sont les moins productifs. Ils se distinguent des troupeaux de la classe 2 par une diversité génétique 5,5 fois plus importante. Les troupeaux des classes 2 et 3 ont des IVV moyens semblables et inférieurs à ceux des troupeaux de la classe 1. Ils ont les mêmes niveaux de robustesse pour la production laitière et pour les IVV (tableau 2).

2.3. INTERETS DE LA DIVERSITE POUR LES ELEVEURS

Parmi les 40 éleveurs enquêtés, 17 sont dans la classe 1 (Div-/R-, 15 dans la classe 2 (Div+/Div_{stad}+/R+) et 8 dans la classe 3 (Div+/Div_{gen}+/R+). A la question " *Qu'est-ce qui vous fait dire qu'un troupeau est diversifié ?* ", les éleveurs enquêtés évoquent d'abord des différences phénotypiques (couleur, morphologie) (45 %, n=18), puis de tempérament (40 %, n=16), la diversité génétique (38 %, n=15), des différences de production laitière (25 %, n=10) ou de santé (10 %, n=4). Les diversités de rangs de lactation et de stades physiologiques ne sont spontanément citées que par 2 et 1 éleveurs, respectivement. Ces perceptions de types de diversité ne diffèrent pas entre les 3 classes de diversité- robustesse, excepté pour la diversité génétique (test de khi², p<0,05) qui est citée par 88% des éleveurs de la classe

1

	Population	Classe 1 : Div-/R-	Classe 2 : Div+/Div_{stad}+/R+	Classe 3 : Div+/Div_{gen}+/R+
Effectif	92	44	31	17
Troupeaux en zone BB (%)	34	59	13	6
$Div_synth_{2000-2016}$	3,96 ± 0,47	3,62 ± 0,31 a[1]	4,07 ± 0,20 b	4,64 ± 0,29 c
$Div_gen_{2000-2016}$	0,22 ± 0,29	0,09 ± 0,17 a	0,13 ± 0,13 a	0,72 ± 0,22 b
$Div_stad_{2000-2016}$	2,10 ± 0,19	1,99 ± 0,20 a	2,23 ± 0,07 b	2,14 ± 0,11 c
$Div_rang_{2000-2016}$	1,64 ± 0,16	1,54 ± 0,10 a	1,71 ± 0,13 b	1,78 ± 0,14 b
$R_PLmoy_{2000-2016}$	$2,5.10^{-3} \pm 0,9.10^{-3}$	$2,0.10^{-3} \pm 0,5.10^{-3}$ a	$2,9.10^{-3} \pm 0,6.10^{-3}$ b	$3,3.10^{-3} \pm 1,1.10^{-3}$ b
$R_IVVmoy_{2000-2016}$	0,060 ± 0,029	0,046 ± 0,018 a	0,078 ± 0,035 b	0,062 ± 0,021 b
$PLmoy_{2000-2016}$ (kg/vache/an)	6771 ± 1278	7461 ± 1162 a	6498 ± 991 b	5484 ± 781 c
$IVVmoy_{2000-2016}$ (jours)	406 ± 20	417 ± 20 a	397 ± 17 b	397 ± 17 b
Nombre moyen de types génétiques	1,9 ± 0,8	1,5 ± 0,6 a	1,7 ± 0,5 b	3,1 ± 0,6 c
Nombre moyen de mois de vêlage	10,0 ± 1,2	9,3 ± 1,3 a	10,9 ± 0,5 b	10,3 ± 0,8 c
Rang de lactation moyen	2,7 ± 0,4	2,5 ± 0,3 a	2,9 ± 0,3 b	3,1 ± 0,5 b

Tableau 2 : Caractérisation des trois classes de diversité-robustesse (ACP2-CAH2) sur l'ensemble des variables étudiées (moyenne ± écart type). [1] Les valeurs ayant des lettres différentes sur une même ligne diffèrent au seuil de p<0,05 (test de Kruskall-Wallis).

Div+/Div_{gen}+/R+ alors qu'elle n'est évoquée que par 19 % et 33 % des éleveurs des classes Div-/R- et Div+/Div_{stad}+/R+, respectivement.

Trente-deux pourcent (n=13) des 40 éleveurs enquêtés considèrent que la diversité génétique (différentes races ou croisements) au sein du troupeau est un levier de performance économique (*" Cette diversité de race m'apporte des taux quasiment réguliers sur l'année, donc une meilleure paye de lait que si j'avais tout en Noires. " ; " Les Brunes des Alpes c'est pour maintenir les taux et donc le prix du lait, les Montbéliardes c'est une meilleure plus-value sur les réformes et les vente de veaux. "),* 17 % (n=7) lui attribuent un intérêt pour la conduite des vaches (*" Les Noires vous en faites ce que vous voulez, mais les Montbéliardes, quand ça veut pas, ça veut pas, c'est pour ça que je mets pas tout mon troupeau en Montbéliardes."*), 12,5 % (n=5) pour la santé du troupeau (" *Les Holstein…, elles apportent du lait mais au niveau de la solidité, des pattes, elle vieillit moins bien, elle a plus de soucis que la Brune*. ") et 10 % (n=4) lui associent une dimension émotionnelle (*" Ces races me vont bien et puis ça fait partie du plaisir de l'éleveur d'avoir des vaches qu'il aime. "*). Seul un éleveur a mis en avant l'intérêt de la diversité génétique comme levier d'adaptation aux aléas (*" Une Holstein qui tombe malade, elle baisse le lait mais en 4 jours elle est revenue au sommet alors qu'une Montbéliarde ou une Abondance non, c'est pour ça c'est qu'on s'est mis à l'aimer un peu et en mettre dans notre troupeau. "*). Dans un objectif d'amélioration de la performance, le choix de la diversité des races n'est pas partagé par tous les éleveurs. Certains préfèrent miser sur le croisement : " *Avec les croisées, on a tout sur la même vache, c'est les meilleures du troupeau.* " ; *" Mes croisées, elles ont presque le lait d'une Holstein et la matière grasse de la Normande. ".*

L'intérêt que les éleveurs portent à la diversité génétique ne diffère pas selon les trois classes de diversité-robustesse, excepté pour l'intérêt économique (p<0,001) qui est cité par 88 % des éleveurs de la classe Div+/Div_{gen}+/R+ alors qu'il n'est cité que par 18 % et 20 % des éleveurs des classes Div-/R- et Div+/Div_{stad}+/R+, respectivement. La diversité des stades physiologiques est perçue comme un levier d'adaptation aux contraintes structurelles de l'exploitation (disponibilité de la main d'œuvre, taille du bâtiment, volume du tank) pour 77,5 % (n=31) des éleveurs (*" Le troupeau s'est agrandi. Avec un volume de lait comme on a, dire " on va tout vêler à l'automne ", j'ai du mal à imaginer. ")* et comme un support de performance économique pour 65 % d'entre eux (*" Du point de vue de la coopérative déjà, si on fait du lait étalé sur toute l'année, on a une incitation financière. "* ; *" Si vous faites vos vêlages tous en même temps, vous avez beaucoup de veaux qui se ramènent dans le commerce. Après, les prix ça chute. "* ; *" On ne peut pas se permettre un mois à zéro litre de lait, on n'y arriverait pas. Tous les mois, il y a quelque chose à payer. " ; " Il faut quand même faire du lait un peu tout le temps, car si tu attends les 6 derniers mois pour faire ta référence et que tu la fais pas, le contrat il n'est pas fait. ")*. Elle est considérée comme un moyen de limiter les risques sanitaires sur les veaux pour 15 % (n=6) des éleveurs. Seuls deux éleveurs considèrent que la diversité des stades physiologiques peut être un levier d'adaptation aux aléas climatiques *(" Au niveau du troupeau…, on essaye d'avoir tous les stades parce qu'après c'est plus régulier au niveau des taux et puis on est moins tributaire du facteur année… Parce que vous pouvez manquer votre printemps, votre été…, donc, on ne met pas nos œufs dans le même panier. ")*. L'intérêt que les éleveurs portent à la diversité des stades de lactation ne diffère pas selon les classes de diversité-robustesse, à l'exception de l'intérêt pour la santé des veaux qui n'est pas cité par les éleveurs de la classe Div-/R- alors qu'il est cité par 27 % et 25 % des éleveurs des classes Div+/Div_{stad}+/R+ et Div+/Div_{gen}+/R+, respectivement (p=0,07).La diversité des rangs de lactation résulte des décisions de réforme, qu'elles soient subies *(" Avoir un troupeau jeune, c'est subi car il y a beaucoup de réformes involontaires "),* ou pilotées (*" Comme il y a des génisses derrière, je ne garde pas. "*). Seuls 25 % des éleveurs voient un intérêt à faire vieillir les vaches car cela permet de diminuer le coût du renouvellement et dans une moindre mesure, d'avoir un troupeau plus calme et plus facile à conduire.

3. DISCUSSION

Dans cette étude, la diversité intra-troupeau a été qualifiée au travers d'index qui rendent compte de la composition (types génétiques) et de la structure du troupeau (stades et rangs de lactation). Ces index permettent d'apprécier indirectement la diversité fonctionnelle présente dans le troupeau (Magne *et al.*, 2019) dans la mesure où le fonctionnement biologique des vaches et notamment la façon dont elles priorisent leurs fonctions de vie en situation de contrainte (Friggens *et al.*, 2017) diffère selon les races et le statut physiologique des animaux (Blanc *et al.*, 2013). Cette diversité fonctionnelle, plus que la diversité génétique *sensu stricto*, est celle qui détermine l'aptitude des systèmes à répondre aux perturbations et à être résilients (Mori *et al.*, 2013). Parmi les troupeaux étudiés, les profils de diversité sont assez contrastés. Quarante-sept

pourcent sont peu diversifiés et majoritairement localisés en zone de plaine (Div-/R-), tandis que les autres (Div+/Div_{stad}+/R+ et Div+/Div_{gen}+/R+) se situent majoritairement en zone de montagne et se caractérisent par une plus forte hétérogénéité de stades physiologiques et de rangs de lactation, à laquelle peut s'ajouter une forte diversité génétique. Lorsqu'elle est présente de manière significative, cette diversité génétique se caractérise par un nombre moyen de races par troupeau important (3,1 ± 0,6 pour la classe Div+/Div_{gen}+/R+, tableau 2). Pourtant elle ne permet pas d'améliorer la robustesse de la production laitière et des IVV, ce qui est assez inattendu dans la mesure où de précédents travaux ont montré que la capacité des vaches à faire face à des environnements contraignants diffèrent selon les races (Dillon *et al*., 2003). Pour ce qui concerne la production laitière, c'est l'asynchronie des états physiologiques au sein du troupeau qui joue le rôle d'effet tampon et confère de la robustesse au troupeau. Ce résultat va dans le sens de l'hypothèse énoncée par Blanc *et al.* (2013) selon laquelle l'hétérogénéité des stades au sein d'un troupeau permet de diluer et donc d'amortir les effets de la perturbation. Un tel effet de dilution a également été montré par Benoit *et al.* (2020) sur les systèmes ovins allaitants : les troupeaux avec plusieurs périodes d'agnelage par an sont plus robustes que ceux n'ayant qu'une seule période d'agnelage vis-à-vis de perturbations affectant la productivité des brebis. Nos résultats montrent que la robustesse des IVV est positivement corrélée à la diversité des rangs de lactation, ce qui signifie que les IVV sont plus stables dans les troupeaux où le rang moyen de lactation, et donc la longévité productive des vaches, est élevé. Ces troupeaux (Div+/Div_{stad}+/R+ et Div+/Div_{gen}+/R+) sont aussi ceux pour lesquels les IVV sont les plus courts. Dans ces troupeaux, les vaches semblent donc avoir de meilleures performances de reproduction que dans la classe Div-/R-, ce qui explique en partie leur longévité supérieure (rang moyen de lactation supérieur à 2,9, tableau 2). Ainsi, la robustesse des IVV est plus importante dans les troupeaux présentant de meilleures performances de reproduction (corrélation entre $R_IVVmoy_{2000\text{-}2016}$ et IVVmoy, r=-0,57, p<0,001). L'effet positif de la diversité des rangs de lactation sur la robustesse des IVV serait la conséquence indirecte de meilleures performances de reproduction. Nos résultats révèlent un trade-off entre la robustesse de la production laitière et la quantité de lait produite mais montrent que ce trade-off peut être atténué par une plus grande diversité des stades physiologiques au sein du troupeau. Par cette composante de la diversité, le niveau troupeau apparait comme pouvant contribuer au pouvoir tampon du système et être complémentaire des autres leviers de robustesse présents dans les systèmes d'élevage : capacités adaptatives des animaux, combinaison de plusieurs espèces, interactions entre les éléments du système, pilotage adaptatif de l'éleveur (Blanc *et al.*, 2006 ; Nozières *et al*., 2011 ; Dumont *et al*., 2020, Mugnier *et al*., 2021). Excepté la diversité génétique, les critères que nous avons utilisés pour définir la diversité intra-troupeau diffèrent de ceux que citent spontanément les éleveurs et qui renvoient plus à de la diversité phénotypique (physionomie, comportement, performances) que structurelle. Contrairement à ce que rapportent Magne *et al.* (2019), la diversité des races n'a pas été perçue comme un levier d'adaptation aux aléas. Le principal bénéfice que les éleveurs associent à cette diversité est l'amélioration des performances économiques du troupeau grâce à la complémentarité des types génétiques qui permet une meilleure valorisation des produits animaux. Ce résultat a également été rapporté par Magne *et al.* (2019).

Parmi les trois composantes de la diversité que nous avons abordées avec les éleveurs, la diversité des stades physiologiques est clairement celle qui présente le plus d'intérêt adaptatif : ajustement aux contraintes structurelles présentes sur l'exploitation, moindre sensibilité à la variabilité des prix de vente des produits animaux, étalement de la trésorerie, effet tampon en cas d'aléa. En plus d'être un levier de robustesse, la diversité des stades physiologiques est identifiée par les éleveurs comme un levier d'adaptation aux limites des facteurs de production, mais induit en contrepartie, une charge de travail importante toute l'année : *" il faut toujours tout faire et c'est plus fatiguant ".*

CONCLUSION

Notre étude a permis de mettre en évidence le rôle de la diversité intra-troupeau et plus particulièrement de l'asynchronie des stades physiologiques sur la capacité du troupeau à maintenir des performances stables sur le long terme. Elle a également révélé une moindre stabilité de la production laitière dans les troupeaux les plus productifs. Pour les éleveurs, la diversité intra-troupeau est avant tout un levier de performance économique et d'adaptation aux contraintes structurelles de l'exploitation. Ces résultats montrent que les adaptations stratégiques qui génèrent de la diversité intra-troupeau (sélection et croisements pour la diversité génétique, règles de renouvellement-réforme pour la diversité des rangs, conduite de la reproduction pour la diversité des stades) sont à prendre en compte dans les réflexions sur l'amélioration de la résilience des systèmes d'élevage, en complément des adaptations tactiques que les éleveurs mobilisent en cas d'aléas (achat d'aliments, ventes d'animaux, modifications des horaires de pâturage…). Des recherches permettant de mieux apprécier la contribution respective des adaptations stratégiques *vs* tactiques à la robustesse des troupeaux mériteraient d'être développées.

Les auteurs remercient G. Combelles - Contrôle laitier 15, J.P. Garnier Chambre Agriculture 03, pour leur appui dans la sélection des élevages et les 40 éleveurs pour le temps consacré aux entretiens conduits par E. Steiner et S. Chamarier, stagiaires ISARA. Cette étude a bénéficié des financements INRAE et de la région Auvergne (Programme PSDR Auvergne 2015-2019 NewDeal).

Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., Lana, M., 2015. Agron. Sustain. Dev. 35, 869–890.

Benoit, M., Joly, F., Blanc, F., Dumont, B., Sabatier, R., Mosnier, C., 2020. Agron. Sustain. Dev. **40,** 34.

Biggs, R., Schlüter, M., Biggs, D., Bohensky, E.L., BurnSilver, S., Cundill, G., Dakos, V., Daw, T.M., Evans, L.S., Kotschy, K., Leitch, A.M., Meek, C., Quinlan, A., Raudsepp-Hearne, C., Robards, M.D., Schoon, M.L., Schultz, L., West, P.C.,2012. Rev. Environ. Resour., 37, 421-448.

Blanc, F., Bocquier, F., Agabriel, J., D'Hour, P., Chilliard, Y., 2006. Animal Research, 55, 489–510.

Blanc, F., Ollion, E., Puillet, L., Delaby, L., Ingrand, S., Tichit, M., Friggens, N.C., 2013. Renc. Rech. Rumin. 20, 265–272.

Darnhofer, I. 2014. European Review of Agricultural Economics, 41 (3), 461–48.

Dillon, P., Snijders, S., Buckley, F., Harris, B., O'Connor, P., Mee, J.F., 2003. Livestock Production Science 83, 21–33.

Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M., Tichit, M., 2013. Animal, 7, 1028–1043.

Dumont, B., Puillet, L., Martin, G., Savietto, D., Aubin, J., Ingrand, S., Niderkorn, V., Steinmetz, L., Thomas, M. 2020. Front. Sustain. Food Syst. 4, 109.

Friggens, N.C., Blanc, F., Berry, D.P., Puillet, L., 2017. Animal, 11, 2237–2251.

Magne, M.C., Nozières-Petit, M.O., Cournut, S., Ollion, E., Puillet L., Renaudeau, D., Fortun-Lamothe, L., 2019. INRA Prod. Anim. 32(2), 263-280.

Mori, A.S., Furukawa, T., Sasaki, T.,2013. Biol. Rev., **88**, 349–364.

Mugnier, S., Husson, C., Cournut, S., 2021. Renewable Agriculture and Food Systems 36, 344–352.

Nozières, M.O, Moulin, C. H., Dedieu, B., 2011. Animal, 5:9, 1442–1457.

Sneessens, I., Sauvée, L., Randrianasolo-Rakotobe, H., Ingrand, S. 2019. Agric. Syst. 176, 102658.

Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D., Huyghe, C., 2016. Agron. Sustain. Dev., 36 ,15.

Croisement bovin laitier trois voies en agriculture biologique : bilan après 7 ans de mise en place sur la station expérimentale de Trévarez

TROU G. (1), BROCARD V. (2), DOMINIQUE S. (2), CLOET E. (1)
(1) Chambre d'agriculture de Bretagne - rue Maurice Le Lannou - CS 74223 - 35042 Rennes cdx, France
(2) Institut de l'Elevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cdx 12, France.

RESUME
En 2020, 43% des élevages laitiers ont réalisé au moins une insémination en croisement laitier (Dominique S., 2020). Le croisement permet de profiter de la complémentarité des différentes races laitières et/ou de pallier les faiblesses sur les caractères fonctionnels de la race Prim'Hostein, la plus représentée en France. Depuis 2015, la station expérimentale de Trévarez (29) a mis en place un croisement 3 voies sur ses 60 vaches conduites en agriculture biologique : la Prim'Holstein a été croisée avec la Normande et la Jersiaise. Les conditions de vêlages ont été peu modifiées. Les femelles croisées semblent plus fertiles, produisent moins de lait, mais avec des taux plus élevés que les Prim'Holstein, ce qui amène une quantité de matière utile produite et un produit lait supérieurs (+ 24 kg de matière utile produite sur 305 premiers jours de la 1ère lactation). Les veaux croisés sont moins bien valorisés alors que les réformes ont un produit viande similaire, mais très variable selon le type génétique. Les mesures réalisées permettent de fournir des références de poids et de tour de poitrine pour les génisses.

Three-breed rotational crossbreeding in organic dairy cattle herd: results after 7 years of implementation at the Trévarez experimental station

TROU G. (1), BROCARD V. (2), DOMINIQUE S. (2), CLOET E. (1)
(1) Chambre d'agriculture de Bretagne - rue Maurice Le Lannou - CS 74223 - 35042 Rennes cdx, France
.

SUMMARY
In 2020, 43 % of the French dairy farms made at least one insemination in dairy crossbreeding (Dominique S., 2020). Crossbreeding provides the opportunity to benefit from the complementarity between breeds and/or compensate the weaknesses of the Holstein breed (most used dairy breed in France) on functional traits. Since 2015, Trévarez experimental french farm has implemented a 3 breeds rotational crossbreeding on 60 organic dairy cows. Holstein cows were crossed with Normande and Jersey breeds. No impact was noted on calving ease, but fertility seems higher with the crossbreds. The latter produce less milk but with more fats and proteins compared to Holstein cows: this led to a higher milk solids production (+ 24 kg on the 305 first days of the first lactation) and a higher milk profit. In average, crossbred calves were sold with a lower price than Holstein calves contrary to culled cows sold at a similar price, but with a high variability according to the type of crossing. Thanks to the measurements done, recommendations on weight and heart girth for crossbred heifers are now available.

INTRODUCTION

Bien que la race Prim'Holstein (P) représente 64% des lactations en France en 2021, le nombre d'élevages laitiers ayant réalisé au moins une insémination en croisement laitier est passé de 33% en 2010 à 43% en 2020 (Dominique S. 2020). Avec 5% des lactations au contrôle laitier, les croisées sont la 4ème « race » (Idele, 2021). Le croisement permet de profiter de la complémentarité des races laitières et/ou de pallier les faiblesses de la P sur les caractères fonctionnels (Swan et Kinghorn, 1992 ; Verrier et al., 2010). Le croisement « 3 voies », c'est-à-dire rotatif avec 3 races laitières est la modalité qui permet d'optimiser l'effet d'hétérosis (Freyer et al., 2008). Les publications concernent en majorité le croisement P x Montbéliarde x Rouge scandinave, parfois avec de la Normande (N) ou de la Jersiaise (J) sur une génération, dans des troupeaux conduits dans des systèmes intensifs (Heins et al., 2006, Hazel et al., 2014). Or en France, le croisement est davantage présent en agriculture biologique (AB), avec des races très variées (Bougouin et al., 2010 ; projet GenAB, 2017 ; Pailler et al., 2017). Enfin, les approches économiques publiées concernent soit les systèmes américains, soit des systèmes français en agriculture conventionnelle (Dezetter et al., 2020).
Depuis 2015, la station expérimentale de Trévarez (29) a mis en place un croisement 3 voies : les P ont été croisées avec la N et la J. L'objectif est de décrire la mise en place du croisement en vue de proposer un mode d'emploi aux éleveurs, d'étudier son impact sur les performances techniques et économiques de la naissance à la réforme et de définir les adaptations de conduite nécessaires.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1 SYSTEME LAITIER
Le troupeau de Trévarez est converti à l'AB depuis 2015. Les vaches vêlent sur 2 périodes de 3 mois, à l'automne et au printemps, et sont traites avec un robot. Les animaux sont conduits dans un système maxi-pâturage (60 % d'herbe pâturée dans la ration annuelle), recherchant l'autonomie (600 kg de concentré/vache et 550 kg/génisse), et un objectif de 1er vêlage à 24 mois. Les veaux non utilisés pour le renouvellement (mâles de races laitières et veaux croisés viande) sont vendus à 3 semaines.

1.2 MISE EN PLACE DU CROISEMENT ET CONDUITE DE LA REPRODUCTION
L'objectif est de rechercher une vache adaptée au système : des taux supérieurs à ceux de la P, des vaches flexibles face aux fluctuations alimentaires tout en conservant un meilleur état d'engraissement (surtout en hiver, sur des régimes déficitaires en azote), adaptées au robot (santé et conformation de la mamelle, tempérament docile mais dynamique), fertiles (vêlages groupés et précoces), et adaptées au pâturage (bonnes pattes, gabarit limité). L'objectif était également de travailler avec des races françaises, si possible de l'Ouest de la France. La N a été choisie pour sa production, ses taux, sa bonne reproduction et sa mixité, avec un point de vigilance sur la qualité de ses aplombs. La J a été choisie pour ses taux, la qualité de ses pattes et de la mamelle, sa précocité, et sa réputation de rusticité et d'adaptation au pâturage. Cette vache de petit gabarit risque toutefois d'apporter une hétérogénéité dans le

troupeau et de compromettre la valorisation des mâles et des réformes. La P permet de limiter la baisse de production.
Afin d'obtenir rapidement un troupeau croisé 3 voies, le taux de renouvellement est volontairement élevé jusqu'en 2023 (43 % de primipares de 2018 à 2022), année où le rythme de croisière sera atteint, les P puis les F1 étant réformées prématurément.
Toutes les femelles P du troupeau initial ont été génotypées en 2015. La moitié a été inséminée en N (femelles avec des index lait les moins élevés et taux les plus élevés) et l'autre moitié en J (index lait les plus élevés et taux les plus faibles). La femelle et ses filles conservent le même sens de croisement pour toute leur carrière.
Les taureaux ont été choisis dans les catalogues du centre de sélection partenaire, Evolution. Pour chaque race, 4 à 5 taureaux ont été retenus à chaque plan d'accouplement bisannuel. Ils étaient choisis parmi ceux ayant des index lait les plus élevés, des index taux et fonctionnels positifs, un index facilité de naissance supérieur à 90, et un index qualité des aplombs élevé. La femelle est ensuite accouplée avec le taureau qui semble le plus adapté à son génotypage si c'est une P, ou en fonction de ses performances ou de celles de sa mère et des index du père, pour les croisées.
L'usage de semences sexées a permis d'obtenir rapidement un troupeau croisé 3 voies, tout en minimisant le nombre de naissances de veaux mâles croisés de type laitier difficilement valorisables. Les génisses sont inséminées en races laitières avec des semences sexées femelles en 1ère insémination artificielle (IA1) et en IA2, puis en semences conventionnelles. De 2015 à 2019, les vaches laitières (VL) considérées comme fertiles ont été inséminées en sexé en IA1 puis en conventionnel à partir de l'IA2, les autres étant inséminées en conventionnel lait dès l'IA1. A partir de l'hiver 19/20 (troupeau 3 voies conçu), les quelques VL à inséminer en race laitière pour compléter le renouvellement sont inséminées avec des semences sexées en IA1 puis en semence conventionnelle de taureau viande. Les autres vaches sont inséminées en croisement viande dès l'IA1. Les taureaux viande (Blanc Bleu Belge, INRA95, Limousin, Charolais ou Parthenais) ont été choisis avec la même rigueur que les taureaux laitiers (facilité de vêlage en croisement, couleur de robe des veaux nés, conformation des veaux…) et utilisés sur tous les types génétiques. Le nombre de femelles à inséminer est défini en fonction des performances de reproduction des saisons précédentes (objectif de 26 vêlages par saison, avec une hypothèse de 25 à 30 % de réforme). Les réformes « obligatoires » sont les vaches à problème de santé ou de mamelle, ou vides.
Les résultats de reproduction sont analysés pour les femelles mises à la reproduction entre l'automne 2015 et l'été 2022 : taux de réussite en première IA (TRIA1), nombre d'IA et pourcentage de gestantes par femelle inséminée, part de femelles sans IA.

1.3 MESURES ET REPRODUCTION DES GENISSES

Les génisses sont pesées à la naissance, au sevrage, tous les mois en hiver, une fois en cours de saison de pâturage, à la rentrée en étable, et au vêlage s'il a lieu en bâtiment. Les données de croissance et reproduction de 130 génisses croisées ont été analysées. Les 65 F1 issues du croisement P x J (PJ) ou P x N (PN), sont nées entre septembre 2016 et juin 2019, les 62 G2 issues des F1 inséminées avec la 3ème race (PNJ pour celles issues des mères PN ou PJN si la mère est PJ) sont nées entre aout 2018 et mars 2022. Les croissances entre 2 pesées permettent d'interpoler des poids à âge type (PAT) à 6, 12 et 15 mois, et comparer ceux-ci au poids objectif défini par la moyenne du poids objectif des 2 parents : moyenne des poids objectifs des 2 races pures (Sicot et al., 2013 ; Jersiaise France, 2013) pour les F1, moyenne des objectifs des F1 et de la race pure du père pour les G2. Les génisses sont inséminées lorsque leur poids atteint l'objectif de poids à 15 mois (pour un vêlage à 24 mois). Les génisses n'atteignant pas cet objectif sont décalées à la période suivante ou réformées.
Depuis octobre 2019, la mesure du tour de poitrine (TdP) des génisses est réalisée en même temps que les pesées à l'aide d'un ruban barymétrique, du sevrage à 15 mois. 579 mesures ont ainsi été réalisées sur 74 génisses F1 et G2, soit en moyenne 8 mesures par génisse, jusqu'en mai 2022. Une relation a été établie entre le TdP et l'âge pour donner des repères pour des croisées comme en P (Porhiel JY, 2005).

1.4 MESURES SUR VACHES LAITIERES ET ECONOMIE

Actuellement, 48 F1 (PN et PJ) sont entrées en lactation depuis 2018 et 39 G2 (PNJ et PJN) depuis 2020. Ce sont 97 lactations terminées de F1 et 26 de G2 qui ont pu être valorisées (durée supérieure à 200 jours). La production laitière a été mesurée à chaque traite et la composition du lait analysée toutes les semaines (TB et TP). Les résultats sur les 305 premiers jours de lactation sont comparés aux moyennes des performances des P ayant vêlé de fin 2015 à début 2020 en système AB. Les vaches sont pesées 1 à 2 fois par mois d'octobre à avril. La matière utile (MU), qui correspond à la somme de la matière grasse et protéique produite par l'animal a été calculée. Afin de s'affranchir du contexte de prix du lait, le produit lait a été calculé par saison de vêlage, à partir de la date de vêlage moyenne et le prix du lait mensuel moyen sur la période 2016-21. Les plus-values taux ont été calculées à partir du prix de valorisation actuel : 6,6 € par g de TP supérieur à 32 g/l et 5 € par g de TB supérieur à 38 g/l.
Le produit viande correspond à la valorisation réelle des animaux, le contexte de prix ayant peu évolué sur la période étudiée (2017 à 2021). L'année 2017 correspond au début de la valorisation de la viande en AB. La note EUROP qui évalue la conformation de l'animal et la note d'engraissement qui évalue la couverture en gras proviennent des notations de l'abattoir. Le produit veau est comparé à celui du troupeau P conventionnel de Trévarez sur les mêmes périodes.

2. RESULTATS

2.1 CONDITIONS DE VELAGES PRESERVEES

Sur 309 vêlages, la part de vêlages sans aide est en moyenne équivalente à celle d'avant croisement (76%) malgré davantage de vêlages de primipares, de veaux issus de taureaux viande mais toutefois plus de veaux femelles. Quelques variations sont constatées selon le type génétique des parents (tableau 1). Le sang J semble apporter des facilités de vêlage, a contrario du sang N.

% sans aide	mère					
père	P	PJ	PJN	PN	PNJ	n
J	86%			92%		93
N	72%	77%				104
P	85%		63%		94%	45
Viande	31%	89%	64%	68%	63%	67
n	154	53	22	55	25	309
% de primipares	30%	49%	82%	42%	84%	
% viande	10%	34%	27%	35%	32%	
% femelles	60%	82%	71%	75%	63%	

Tableau 1 Part de vêlages sans aide en fonction de la race du père et du type génétique de la mère

2.2. DES REPERES DE POIDS ET DE TOUR DE POITRINE POUR UN PREMIER VELAGE A 25 MOIS

Après 7 ans, le bilan sanitaire des veaux et génisses croisés est similaire à celui des P avec un taux de mortalité inférieur à 10%. Grâce aux pesées régulières pour réajuster l'alimentation, les femelles croisées ont pu vêler à 25 mois, réduisant ainsi l'âge au vêlage de 2 mois. Les poids à 15 mois sont proches des poids attendus. L'hétérogénéité selon les types génétiques des poids des génisses F1, de la naissance au vêlage (tableau 2), semble s'atténuer en G2.
La corrélation entre le poids et le TdP est forte (R^2=0,97). L'écart type reste cependant important : +/- 9,7 kg entre 95 et 130 cm ; +/- 18 kg entre 130 et 170 cm et +/- 29 kg entre 170

et 200. La répétition des mesures de TdP pour un même animal a permis d'établir une relation entre le TdP et l'âge pour les différentes générations, selon l'équation : TdP = x A²+y A+z, la valeur des coefficients x, y et z étant propre à chaque génération et type génétique (tableau 3).

Age type (mois)	PN	PJ	**PNJ**	**PJN**
3	99	110	**105**	**106**
6	120	127	**124**	**124**
12	157	156	**155**	**155**
15	173	167	**167**	**169**
R² (%)	97	90	95	95
Nb de mesures	28	18	237	296
Nb d'animaux	6	4	34	30
Coefficient X	-0,0788	-0,1038	-0,0997	-0,0827
Coefficient Y	7,5818	6,5818	6,9557	6,6873
Constante z	77,327	91,578	85,458	87,035

Tableau 3 Tour de poitrine des génisses vêlant à 25 mois

2.3. PERFORMANCES DE REPRODUCTION AMELIOREES

Le TRIA1 des croisées est de 56% pour les génisses et 55% pour les vaches avec une part de semences sexées élevée (75% sur génisses et 23% sur vaches). Il est supérieur à celui des vaches P pour la Bretagne (Reproscope 2018/19) et à celui des P de Trévarez au début du croisement (tableau 4). La part de vaches sans IA (non vues en chaleur) est passée de 27% entre 2016 et le printemps 2019, sur un troupeau P majoritaire, à 6% entre l'automne 2019 et 2021, avec 100% croisées. Le sens du croisement ne semble pas entrainer de différences (tableau 4). Le nombre plus faible d'IA peut être lié au groupage des vêlages.

2.4 PERFORMANCES DES VACHES LAITIERES

Le croisement entraîne en moyenne une baisse de production laitière (PL) en F1 et G2 sur les 305 premiers jours de lactation (tableau 5). Mais la moyenne par génération cache des disparités : les primipares PN ont une production similaire aux primipares P, alors que les PJ sont en deçà. Les TB et TP sont plus élevés, avec un avantage pour les PJ par rapport aux PN. Ces taux compensent la baisse de lait et permettent une quantité de matière utile (MU) produite supérieure ou égale aux P sur les 2 premières lactations, les PN étant supérieures aux PJ. Ces tendances semblent similaires avec les G2, mais restent à confirmer avec plus d'effectifs. La variabilité est moindre au sein des croisées que chez les P. Les croisées ont en moyenne des poids inférieurs aux P, mais avec les PJ très en deçà des P, et des PN avec des poids supérieurs et égaux aux P.

2.5. IMPACT SUR LES PRODUITS LAIT ET VIANDE

Le produit lait des F1 est supérieur à celui des P de 117 € sur 305 jours de lactation en 1ère lactation puis similaire en 2ème et semble inférieur en 3ème lactation. La moindre PL est compensée par une plus-value taux importante : + 70 € en moyenne pour les F1 en 1ère lactation par rapport à + 19 € pour les P (72 € contre 12 € en 2ème lactation et 82 € contre 16 € en 3ème lactation). Les taux plus élevés des PJ permettent une plus-value plus importante que pour les PN, Les PN compensent cependant par une PL plus élevée entraînant un meilleur produit lait.

Comparativement au troupeau P conventionnel de la ferme, sur la même période et le même marchand de veaux, les veaux croisés lait vendus à 3 semaines sont en moyenne moins bien valorisés que des veaux P (64 € contre 91 €). De même pour les croisés viande : 106 € pour ceux issus des croisées lait contre 230 € pour ceux issus de P (tableau 6). En moyenne, les réformes F1 ont un produit viande similaire aux P vendues en AB malgré un âge à l'abattage plus jeune du fait de leur réforme forcée pour intégrer les G2 dans le troupeau (tableau 7). On observe une grande disparité entre types génétiques, avec un prix de valorisation allant pour les extrêmes de 439 € (pour une PJ) à 1 756 € (pour une PN), notamment par une meilleure conformation des PN (certains animaux valorisés en R ou O) et un meilleur engraissement.

Veaux vendus à 3 semaines de 2016 à 2021	Troupeau AB (croisés lait)		Troupeau conventionnel (P)	
	n	€/veau	n	€/veau
Toutes races	124	91	376	126
dont père race lait	52	64	271	91
dont père race viande	45	106	96	230

Tableau 6 Prix moyen des veaux vendus à Trévarez

Type racial	P	PJ	PN
Effectifs	49	10	11
Age (années)	5,0	3,6	4,0
Poids carcasse (kg)	300	229	341
Prix au kg (€)	3,2	3,1	3,5
Prix animal (€)	984	723	1.211
% EUROP = P	98	100	82
Etat d'engraissement	2,3	2,6	2,9

Tableau 7 Valorisation des vaches de réformes

3. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les 7 premières années de mise en œuvre du croisement 3 voies sur le troupeau de Trévarez ont permis de préciser certains éléments à destination des éleveurs : la conception du plan d'accouplement nécessite d'intégrer la difficulté de gestion des stocks d'IA croisées quand les taureaux choisis sont issus de doses commandées (report à utiliser). La plupart des taureaux utilisés étant issus de sélection génomique, il est préférable d'en choisir plusieurs dans chaque race. Il n'est pas toujours possible d'utiliser le même taureau en sexé et en conventionnel par manque de disponibilité des semences. Quand plusieurs sens de croisement sont utilisés, il convient de garder la trace de la race des parents sur 3 générations.

En termes de résultats, le croisement avec une race plus tardive comme la N ne remet pas en cause le vêlage précoce. En revanche, l'hétérogénéité des animaux implique un système de mesure pour inséminer au bon moment sans perdre de temps ou réajuster l'alimentation. Utiliser la moyenne des races parentales pour définir le poids objectif à l'IA pour un vêlage précoce semble un bon repère. Cette étude complète les références de poids de génisses croisées avec d'autres races, la variabilité des poids de chaque génération étant conforme à celle observée par Duval et al. (2020). Les mesures de TdP permettent d'apporter des premières références pour des génisses croisées et compléter ainsi les références existant déjà en races pures (Porhiel et al., 2005 ; Houssin et al., 2012 ; Brunschwig et al. 2013). Ces données méritent cependant d'être confirmées sur d'autres élevages avec des effectifs plus importants. La conversion des TdP en poids reste hasardeuse, les écart-types de poids en fonction du TdP étant du même ordre de grandeur pour les croisées que ceux trouvés pour la race N (Houssin et al., 2012). Les poids moyens de la 3ème lactation et plus permettront de valider que les objectifs de poids à l'IA correspondent à 60 % du poids adulte, comme recommandé par Troccon et al. (1993). Heins et al. (2006) concluaient à une amélioration des conditions de vêlage et de la mortinatalité sur un croisement PN avec la rouge scandinave, ce qui n'a pas été observé ici. Les performances de reproduction des croisées semblent améliorées par rapport aux P du troupeau. L'amélioration de 10 points du taux de réussite en IA1 est conforme à d'autres études sur d'autres types de croisement (Hazel et al., 2020 et Heins et al., 2006) mais restent proches des performances moyennes de P de la région, sans doute à cause de l'utilisation de semences sexées pour limiter le nombre de veaux sans débouchés, et à une alimentation hivernale non optimisée.

Le faible nombre de lactations de F1 adultes et de lactations de G2 terminées, et la confusion avec l'effet année, ne permettent pas de conclure. La baisse de lait et l'augmentation des taux est conforme aux conclusions de Hazel et al. (2020), avec une amplitude qui dépend du choix des races utilisées. Les effets vont dans le même sens que

les simulations de Dezetter et al. (2020), mais avec un effet qui semble moins négatif sur le lait et plus fort sur les taux.
L'expérimentation à Trévarez semble montrer un effet de la saison, avec au pâturage des croisées qui présentent une production similaire aux P (Cloet, 2022), alors qu'en hiver, avec une conduite alimentaire maximisant l'autonomie, la production des croisées semble plus faible. Aussi, un avantage semble se dessiner pour les PN par rapport aux PJ, au niveau des performances laitières, ainsi que pour le produit viande, ce qui pourrait leur permettre un meilleur produit atelier que les P. Ce qui rejoint les conclusions de Dezetter et al. (2020) qui trouvait un impact positif pour les PN et négatif pour les PJ dans le système extensif, par rapport aux P. Ces tendances restent à confirmer sur les prochaines lactations et les G2, afin de conclure sur le sens du croisement à privilégier ou pas.
Enfin, l'augmentation forte des taux quand les F1 entrent en production nécessite d'adapter le plan lacté pour les veaux (diminution des quantités de lait).
Cette étude sera poursuivie sur les générations suivantes afin d'étudier l'impact sur la longévité des animaux. L'impact économique pourra alors être approfondi.

Nous remercions l'équipe de Trévarez pour la qualité du travail réalisé, ainsi qu'Evolution pour sa participation.

Bougouin M., Le Mezec P., 2010. Renc. Rech. Ruminants, 17, 464.
Brunschwig P., Ogereau J., Gaudilliere N., Bart P-Y., 2013. Renc. Rech. Ruminants, 20, 119.
Cloet E., 2022, Terra, 14 janvier 2022, 25
Dezetter C., Person S., Philippe M., Boittin J.C., Bareille N., 2020. Renc. Rech. Ruminants, 25, 432-436
Dominique S., 2020, Le croisement laitier 2020, 16 p, Idele.
Duval M., Le Cozler Y., Chergelegue F., Novak S., 2020. Renc. Rech. Ruminants, 25, 583
Freyer G., Konig S., Fischer B., Bergfeld U., Cassell B.G., 2008.
J. Dairy Sci., 91, 3725-3743.
GenAB, 2017. Disponible sur https://www.produire-bio.fr
Heins B.J., Hansen L.B., Seykora A.J., 2006. J. Dairy Sci., 89, 2805-2810, 4944-4951 et 2799-2804
Hazel A.R., Heins B.J., Seykora A.J., Hansen L.B., 2014. J.Dairy Sci.97, 2512-2525
Hazel A.R., Heins B.J., Hansen L.B.2020. J.Dairy Sci.103, 8683-8697,et 10917-10939
Houssin B., Hardy A., Quesnel C., 2012. Renc. Rech. Ruminants, 19, 300
Idele, 2021. Résultats de contrôle laitier France 2021
Pailler I., Jégat P., Trou G., Briend A., Pape C., 2017. Terra, 10 novembre 2017, 23-29
La Jersiaise, 2013. Disponible sur http://www.lajersiaise.fr
Le Mezec P., 2012. Le croisement laitier en France. 2p., Doc, satellite 3R Genesys, Idele-INRAE-FCEL. Disponible sur https://idele.fr
Porhiel JY., Brunschwig P., Jegou V., 2005. Renc. Rech. Ruminants, 12, 346
Reproscope 2018/2019. Disponible sur http:www.reproscope.fr
Sicot et al., 2013. Réussir l'élevage des génisses laitières, de la naissance au vêlage, guide pratique, 75 p., Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire
Swan AA. & Kinghorn BP., 1992. J. Dairy Sci 75:624-639
Troccon J.L., Daburon E., Gallard Y., Muller A., 1993. INRA Productions Animales.,6,345-356
Verrier E., Le Mezec, P., Boichard, D., Mattalia, S., 2010. Bulletin de l'Académie vétérinaire de France, 163, 73-81.

En kg	PN (n=35)		P J (n=30)		PN J (n=33)		PJ N (n=29)	
Age (mois)	Poids vifs	Objectif	Poids vifs	Objectif	Poids vifs	Objectif	Poids vifs	Objectif
0	41 (+/-5)	45	34 (+/-9)	33	34 (+/-6)	35	35 (+/-9)	41
3,4 (sevrage)	118 (+/-19)		98 (+/-16)		101 (+/-15)		103 (+/-14)	
6	192 (+/-43)	210	155 (+/-32)	163	162 (+/-20)	167	167 (+/-19)	190
12	312 (+/-46)		273 (+/-38)		285 (+/-35)		292 (+/-32)	
15 (obj de poids min à l'IA)	364 (+/-41)	400 (>380)	318 (+/-47)	333 (>305)	349 (+/-33)	342 (>305)	371 (+/-24)	374 (>345)
Croissance moyenne (g/j)	710	780	626	659	692	751	738	731
Age au vêlage (mois)	25,3		25,3		23,9		24,4	

Tableau 2 Croissance moyenne (+/- écart type) des génisses de 0 à 15 mois, selon le sens de croisement et la génération

	PN	PJ	PJN	PNJ	**Moy croisées**	BZH croisées	**Moy P**	BZH P
Nb de génisses inséminées	35	31	29	29	**124**		**23**	
TRIA1 génisses	51	55	55	62	**56**	64	**43**	59
Nb IA / GL inséminées.	1,5	1,4	1,5	1.4	**1,5**	1,6	**2,3**	1,7
% gestantes / inséminées	77	94	90	97	**89**		**87**	
Nb de vaches inséminées	46	41	20	21	**128**		**91**	
TRIA1 vaches	57	56	45	62	**55**	53	**33**	45
Nb IA / VL inséminées	1,3	1.5	1.4	1.3	**1,4**	1,9	**1,6**	2,2
% gestantes / inséminées	89	83	75	81	84		**73**	

Tableau 4 Résultats de reproduction par type génétique & référence Reproscope 2018/2019 pour la Bretagne (BZH)

Sur 305 jours		Effectifs	PL (kg)		TB (g/kg)		TP (g/kg)		MU (kg)		Produit lait (€)		Poids (kg)
			Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy
1ère lactation	P	57	4 122	765	40,7	3,0	30,3	1,8	294	56	1 911	362	554
	F1	48	3 974	662	46,8	3,7	33,0	1,6	318	49	2 028	317	510
	Dont PJ	26	3 813	573	48,4	3,7	32,9	1,6	311	50	1 975	312	457
	PN	22	4 165	721	45,0	3,0	33,1	1,6	326	49	2 090	322	574
	G2	26	3 464	594	47.7	3,3	33,5	1,7	282	48	1 794	256	457
2ème lactation	P	54	5 894	940	39,3	2,7	30,2	1,7	411	68	2 685	442	616
	F1	35	5 248	638	46,3	4,7	33,4	1,7	418	44	2 673	273	553
	Dont PJ	17	4 961	638	49,2	4,1	34,0	1,8	396	54	2 624	342	493
	PN	18	5 519	521	43,5	3,3	32,9	1,5	424	32	2 718	207	614
3ème lactation et +	P	38	6 143	1 024	40,0	2,7	30,2	1,5	434	77	2 817	491	640
	F1	14	5 283	1 246	47,8	5,7	33,7	1,7	427	87	2 716	525	600

Tableau 5 Performances des vaches laitières moyennes (moy) et écart type (ET)

Evaluation du fonctionnement, des performances et de l'efficience alimentaire de deux systèmes de polyculture-élevage : premiers enseignements de la diversification en systèmes autonomes

PUECH T. (1), STARK F. (2)
(1) ASTER, INRAE, 88500 Mirecourt, France.
(2) SELMET, Institut Agro Montpellier, Université Montpellier, INRAE, CIRAD, 34060 Montpellier, France

RESUME
Les systèmes de polyculture-élevage sont des pistes à explorer dans le cadre de la transition agroécologique depart les processus écologiques qu'ils mobilisent (autonomie, diversité, intégration). L'objectif de ce travail est d'évaluer le métabolisme azoté et les performances de production de deux systèmes de polyculture-élevage, issus d'une expérimentation système autonome en agriculture biologique depuis plus de quinze ans. La première expérimentation visait la conduite de systèmes à dominance « bovin lait », alors que la seconde est fortement diversifiée et vise un usage direct des sols pour l'alimentation humaine pour limiter les concurrences feed/food. Nos résultats montrent (i) que dans les deux cas, l'efficience « système » est supérieure à l'efficience de chaque composante de production et (ii) que du point de vue de la production de denrées alimentaires, si le système diversifié est moins productif que le système à dominance laitière, il est toutefois plus efficient dans la valorisation des ressources.

Assessment of the functioning, performances and food efficiency of two mixed crop-livestock systems: first results of diversification into self-sufficient systems

PUECH T. (1), STARK F. (2)
(1) ASTER, INRAE, 88500 Mirecourt, France.

SUMMARY
Mixed farming systems are of interest in the search of sustainability because of their ecological process (self-sufficiency, diversity, crop-livestock integration). The issue of their paper is to assess nitrogen metabolism and biotechnical performances of two crop-livestock systems from a whole-farm experimentation. This system are conducted in a self-sufficient logic and in organic farming for about fifteen years. The two configurations differed both in their type of production (dairy system versus diversified system) and in their strategies (striving for self-sufficiency versus maximizing food crop outputs). Our results show that in both cases, efficiency at farm system scale is higher than efficiency of each production component. We show also that the configuration geared to maximizing food production is the less productive of the two but is the more efficient in the use of resources.

INTRODUCTION

Durant la seconde moitié du XXème siècle, la spécialisation des systèmes agricoles européens a entrainé une progressive déconnexion entre (i) productions végétales et animales et (ii) systèmes agricoles et systèmes alimentaires. Cette spécialisation a entrainé une dépendance accrue des agrosystèmes aux intrants (fertilisants minéraux, produits phytosanitaires, alimentation animale). Ces développements ont eu des conséquences sur l'environnement (pollution de l'eau, érosion de la biodiversité) et sur les systèmes agricoles (Therond et al., 2017). Les systèmes basés sur les principes de l'agro-écologie (diversité biologique, intégration cultures-élevage, régulations biologiques…) font ainsi partie des pistes à explorer pour améliorer leur durabilité (Gliessman, 2004). Dans cet article, nous nous appuyons sur l'hypothèse que les systèmes mixtes cultures-élevages présentent des propriétés d'intérêt (autonomie, productivité, efficience…) par les processus biologiques qu'ils mobilisent (Bonaudo et al., 2014). Pour autant, la capacité de ces systèmes à produire des denrées alimentaires n'a été que peu traitée dans la littérature et mérite d'être approfondie. En effet, la question de l'intégration cultures-élevages et du recyclage des nutriments questionne l'allocation qui est faite des ressources (alimentation humaine / animale) et par conséquent de « l'équilibre » notamment du point de vue de la finalité des ressources intermédiaires à destination de l'alimentation animale (Mottet *et al.*, 2017).
D'un point de vue méthodologique, l'analyse des systèmes agricoles a fait l'objet de nombreux développements, en particulier du point de vue de leur durabilité, mais ces approches rendent généralement peu intelligibles le fonctionnement et la complexité des agrosystèmes. L'objectif de cet article est de rendre compte du métabolisme (i.e. l'organisation et l'intensité des flux de matière y circulant) et des performances biotechniques et alimentaires (au sens alimentation humaine) de deux agrosystèmes conduits à l'échelle ferme entière, le premier caractérisé par un système de polyculture-élevage autonome orienté « bovin-lait », alors que le second, très diversifié, visant un usage direct des terres pour l'alimentation humaine.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DEUX EXPERIMENTATIONS « SYSTEME »

Ce travail s'appuie sur une expérimentation système conduite sur l'Installation Expérimentale (IE) INRAE ASTER à Mirecourt, France. Cette ferme expérimentale est composée de 135 ha de prairies permanentes et 106 ha de terres labourables sur des sols à dominance argileuse avec un climat de type semi-continental. Les expérimentations dites « système » visent à concevoir et mettre en œuvre des systèmes cohérents, selon une démarche « pas à pas » permettant une amélioration continue basée sur l'expérience acquise en cours d'expérimentation. Deux configurations de système, mises en œuvre au cours de ces quinze dernières années, ont servi de support à ce travail. Ces deux configurations ont intégralement été conduites selon le cahier des charges de l'agriculture biologique.
La première configuration correspond à un système orienté vers la production bovin lait (qualifié par la suite de « système laitier »).

Cette configuration a été conduite entre 2006 et 2015, est dominée par la production de lait (env. 100 vaches laitières et leur suite) bien qu'une partie des céréales produites sont destinées à l'alimentation humaine (blé meunier et seigle ; les autres céréales et méteils sont autoconsommés par les bovins). Ce système correspond au regroupement des deux systèmes décrits par Coquil *et al.*, 2009. Ce système est conduit dans l'objectif de recherche d'autonomie : pas d'achat d'animaux, ni de fourrages ou de matières organiques fertilisantes sur la période d'étude (les effectifs animaux sont adaptés aux fourrages disponibles).

La configuration « diversifiée » est conçue depuis 2016 sur la même ferme (Coquil *et al.*, 2019). Elle s'appuie sur un unique système fondé sur des logiques d'autonomie et de diversification des productions animales et végétales. Ce système privilégie un usage direct des terres pour l'alimentation humaine : toutes les cultures annuelles sont strictement destinées à l'alimentation humaine avec une vingtaine d'espèces annuelles cultivées. Les conduites d'élevage des bovins ont évolué (vêlage de printemps, monotraite, croisement de races, élevage des génisses sous vaches nourrices) pour lever certaines difficultés vécues sur les troupeaux précédents, libérer de la surface et du temps de travail à destination de la diversification. Une troupe d'environ 120 brebis allaitantes a été introduite à l'automne 2017 en complément du troupeau laitier (pâturage simultané vaches laitières – brebis suitées au printemps, croisement de races, herbivorie stricte, plein air intégral). De la même façon, une troupe de porcs à l'engraissement en plein air intégral sur une parcelle de luzerne-graminées a été introduit en 2017 pour valoriser l'ensemble des productions non commercialisables en alimentation humaine produites sur le système (issues de tri des cultures annuelles, lait non commercialisable…).

1.2. MODELISATION DU METABOLISME DES SYSTEMES

Dans le cadre de ce travail, nous mobilisons la notion de métabolisme appliqué à des systèmes agricoles (Madelrieux *et al.*, 2017) et qui consiste à quantifier la nature et l'intensité des flux de nutriments entre les différentes composantes des systèmes sur un pas de temps annuel (par exemple : les flux de matières liés au pâturage des bovins sur les prairies permanentes). Les deux systèmes sont représentés sur la base d'un même formalisme, basé sur le système le plus diversifié de manière à pouvoir comparer certains indicateurs (voir 1.3). De ce fait, les systèmes sont représentés selon 5 composantes productives (bovins laitiers, ovins allaitants, porcs, prairies permanentes et terres labourables), complétées par 3 composantes de stockage (fourrages grossiers, effluents d'élevage, concentrés fermiers).

Dans ce cadre, nous étudions le métabolisme azoté des systèmes compte tenu que l'azote est couramment utilisé pour étudier le métabolisme des systèmes agricoles et alimentaires (Garnier et al., 2016 ; Billen et al., 2021), qu'il permet de représenter conjointement le métabolisme des systèmes de cultures et d'élevage et qu'il représente un proxy d'intérêt en matière d'alimentation humaine (protéines), au cœur de débats sur l'origine des protéines alimentaires en particulier du point de vue des concurrences d'usage des sols agricoles pour l'alimentation humaine versus animale (Solagro, 2016 ; Gliessman, 2006) et un des principaux facteurs limitants en système biologique (Barbieri *et al.*, 2021).

Le métabolisme des systèmes est caractérisé à partir du système d'information rattaché au dispositif expérimental (Trommenschlager and Gaujour, 2010). Compte tenu des informations disponibles, il est caractérisé sur les années 2011-2015 pour le système laitier et des années 2018-2020 sur le système diversifié (les années 2016 et 2017 ont été retirées en l'absence du troupeau ovin). Les flux de matière sont exprimés en azote et calculés (i) par le traçage systématique dans les systèmes d'information des flux physiques (épandages organiques, effectifs pâturants, produits vendus) et les analyses associées (par ex. analyses d'effluents d'élevage, teneur en matières utiles du lait) et (ii) par une estimation de la fixation symbiotique (Anglade *et al.*, 2015), des pertes par lixiviation (Anglade, 2015) ou volatilisation (Peyraud *et al.*, 2012).
Les données utilisées dans cet article sont disponibles (Puech, 2021).

1.3. PERFORMANTES AGRO-ECOLOGIQUES ET ALIMENTAIRES

Nous mobilisons le cadre conceptuel de l'Ecological Network Analysis (ENA – Latham, 2006). L'ENA a été initialement développée en écologie pour étudier le fonctionnement d'écosystèmes et les propriétés associées à des configurations plus ou moins complexes (Ulanowicz *et al.*, 2009). Ces approches ont récemment été remobilisées en agronomie-zootechnie système pour étudier le fonctionnement et les performances d'agrosystèmes diversifiés (Rufino *et al.*, 2009a, Stark *et al.*, 2016; Steinmetz *et al.*, 2021). Ce cadre conceptuel permet d'évaluer :

- L'activité du système définie comme l'ensemble des flux circulants dans le système (Total System Throuhflows - TST),
- L'intensité des flux internes (Total internal Throughflows - TT), correspondant aux flux circulants au sein du système,
- L'organisation du réseau de flux (Realized Uncertainty = AMI/Hr) à partir de sa configuration et de la distribution du réseau (voir Rufino *et al.*, 2009b pour des applications simples).

D'un point de vue agronomique, nous proposons de compléter ces descripteurs avec trois indicateurs permettant de caractériser les propriétés des systèmes pour produire des denrées alimentaires i.e. valorisables en alimentation humaine :

- La productivité P à l'échelle système défini par la production totale de denrées alimentaires par unité de surface agricole utile.
- Le Nitrogen Use Efficiency est classiquement utilisé en agronomie (NUE - Godinot *et al.*, 2014) pour évaluer l'efficience d'un système, nous proposons de l'adapter pour rendre compte de l'efficience du système pour produire des denrées pour l'alimentation humaine en définissant l'efficience de conversion alimentaire (Food Conversion Efficiency - FCE) défini par la part alimentaire de la NUE (calculé à l'échelle système et de chaque composante, soit l'ensemble des productions valorisables en alimentation humaine rapporté aux intrants mobilisées).
- Un second indicateur d'efficience qualifié d'efficience de production alimentaire (Food Production Efficiency - FPE), calculé à l'échelle système, il est défini par l'ensemble des productions alimentaires ramené à la production primaire consommée durant le processus de production.

En effet, si le FCE permet de rendre compte de la capacité d'un système à convertir des ressources en denrées alimentaires, il ne permet pas d'intégrer le contexte dans lequel évolue le système. Or nous faisons l'hypothèse (i) que le potentiel agronomique d'un milieu est dynamique : il dépend des conditions climatiques pour son processus de production (particulièrement dans des systèmes herbagers autonomes ayant peu recours à des intrants exogènes type fertilisants ou irrigation) et (ii) que la production primaire (issu de la photosynthèse des prairies et des cultures annuelles) est un proxy permettant de rendre compte des dynamiques interannuelles de ces conditions de milieu (Dardonville *et al.*, 2020). Cet indicateur permet en particulier de comparer des configurations conduites de manière asynchrones ayant bénéficié de conditions météorologiques différentes pour leur processus de production et la construction de leurs performances alimentaires.

2. RESULTATS

2.1. METABOLISME DES CONFIGURATIONS ETUDIEES

Du fait d'une priorisation de l'usage des terres labourables exclusivement à destination de l'alimentation humaine dans le système diversifié, les surfaces fourragères ont été réduites de 19 % (213 ha dans le système laitier, 173 ha dans le système diversifié). Avec un chargement animal identique entre les deux systèmes (0.8 UGB/ha fourragers), les effectifs animaux sont inférieurs dans le système diversifié (123 UGB bovins, 9 UGB ovins, 3 UGB porcs) que dans le système laitier (171 UGB bovins). La Figure 1 montre une diminution des ventes de produits bovins (lait et viande, - 36 %) liés à une baisse d'effectifs, un régime en herbivorie stricte sur l'ensemble du troupeau bovin et au passage en monotraite (- 35 % de lait produit par vache, en volume). Cette diminution des ventes de produits animaux s'est accompagnée d'une augmentation des productions végétales commercialisées pour le système diversifié (+ 40 %). La figure 1 montre que les productions de diversification ont entrainé une évolution relativement marginale du métabolisme entre les deux configurations (le troupeau bovin reste majoritaire dans le système diversifié) ; la configuration du réseau de flux est relativement similaire entre les deux configurations (AMI/Hr = 0.5) et intermédiaire entre des systèmes peu diversifiés et hétérogènes (AMI/Hr = 1) et des systèmes très diversifiés et relativement homogènes (AMI/Hr = 0, Stark *et al.*, 2018). L'activité totale du système diversifié (TST=213.8 kgN/ha) est réduite de 27% par rapport au système spécialisé (TST=291.7 kgN/ha). De la même façon, l'activité interne du système diversifié (TT=161.9 kgN/ha) est inférieure de 29 % au système laitier. Ces différences s'expliquent d'une part par une diminution des effectifs animaux (donc moins de flux d'intégration cultures-élevages liés aux fourrages et aux effluents), et d'autre part par une baisse de la production primaire des prairies (- 33 % entre 2018-2020 par rapport à la période 2011-2015). Il nous semble que le principal facteur explicatif de cette baisse de production est un creusement du déficit hydrique estival (+ 140 % entre avril et octobre) sur les années d'étude du système diversifié (- 346 mm) par rapport au système laitier (- 143 mm).

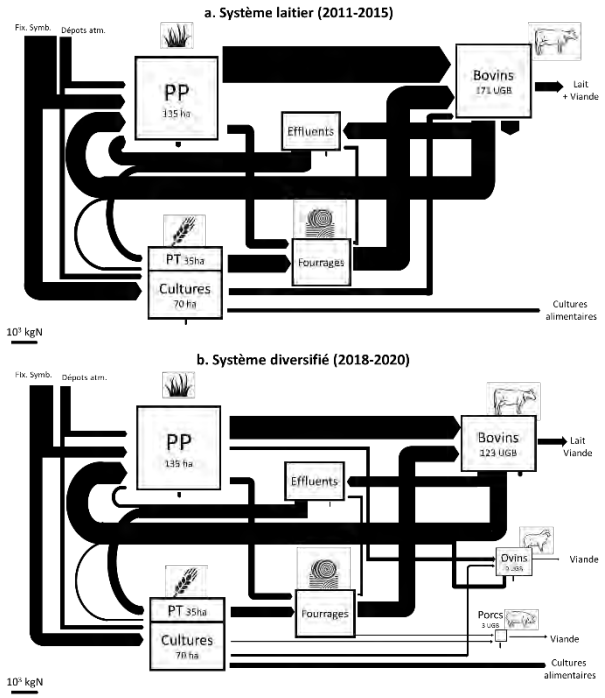


Figure 1 : Caractérisation du métabolisme azoté des configurations laitière (a) et diversifiée (b). PP : Prairies permanentes, PT : prairies temporaires

La figure 1 montre également que par les choix initiaux, le niveau d'autonomie des deux configurations est supérieur à 75% (78% pour le système laitier, 76% pour le système diversifié) : moins d'un quart de l'activité des configurations est liée à des importations de nutriments. Par ailleurs, on montre que les nutriments introduits dans le système sont exclusivement d'origine renouvelable (70% issu de la fixation symbiotique, 30% issu des dépôt atmosphériques).

Si les deux configurations se différencient peu du point de vue de la part de fourrages prélevés directement au pâturage (66%), la part des fourrages grossiers est plus conséquente dans le système diversifié (87%, du fait notamment de l'herbivorie stricte des herbivores) que dans le système laitier (79%). On note également, du point de vue de la production de fourrages grossiers, que le système laitier est globalement excédentaire sur la période étudiée (+7%), contrairement au second, déficitaire (-10%).

2.2. PERFORMANCES BIOTECHNIQUES ET ALIMENTAIRES

Du point de vue de la productivité (qui n'inclut que les ventes de denrées alimentaires et animaux car aucun produit non alimentaire type fumure ou fourrage n'est exporté du système), nous observons que la productivité du système diversifié est plus faible (P=15.4 kgN/ha) que celle du système laitier (P=18.3 kgN/ha). La part des protéines animales exportées a été réduite de 74% pour le système laitier à 57% pour le système diversifié, du fait de la stratégie de diversification végétale à visée alimentation humaine, de la réduction des effectifs animaux et de la production des vaches laitières (monotraite).

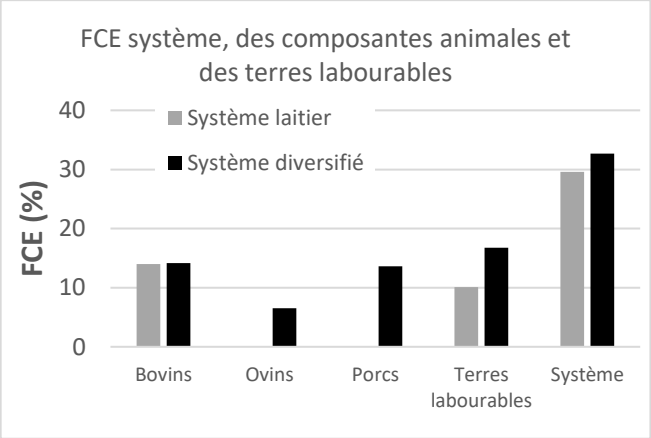


Figure 2 : Efficience de conversion alimentaire des systèmes et de leurs composantes. Les prairies permanentes et les compartiments de stockage (effluents, fourrages) ne produisent pas de food products, l'ECA de ces composantes est nulle pour les deux systèmes, ils ne sont pas représentés sur la figure.

Du point de vue de l'efficience de conversion alimentaire, la figure 2 présente deux résultats majeurs de ce travail. D'une part, nous montrons que dans les deux cas, l'efficience « système » est supérieure à l'efficience de chacune des composantes pour produire des denrées pour l'alimentation humaine. Cela traduit d'une part le rôle des animaux pour valoriser des ressources non valorisables en alimentation humaine (prairies) et d'autre part que la recherche de complémentarités fonctionnelles entre les composantes des deux configurations permet d'accroitre l'efficience globale du système (d'autant plus que le système est autonome). Par ailleurs, si l'efficience de conversion alimentaire des terres labourables du système diversifié est directement liée aux choix de viser un usage direct pour l'alimentation humaine (47% des productions annuelles sous forme de grains valorisés en alimentation humaine dans le système laitier – principalement du blé meunier, 90% dans le système diversifié), on observe par ailleurs que la FCE du troupeau bovin est peu différente entre les deux systèmes : la diminution de la production laitière lié au passage à la monotraite dans le système diversifié est en grande partie compensée par (i) une meilleure efficience du régime alimentaire (herbivorie stricte), (ii) une augmentation des taux de matière utile et en particulier

protéiques (TP) des laits (TP : 35.7g/kg) par rapport au système laitier (TP=32.9g/kg) et (iii) une diminution des effectifs bovins improductifs liés pour partie à une avancée des vêlages de 36 mois dans le système laitier à 24 mois lié à l'élevage sous vaches nourrices (voir la communication de Puech et Brunet dans ce congrès). Enfin, on montre ici que le système diversifié (FCE=32.7 %) est, sur la période d'étude, plus efficient que le système laitier (FCE=29.6 %) pour produire des denrées alimentaires au regard des intrants mobilisés.

De la même façon, nous montrons que l'efficience de production alimentaire du système diversifié (FPE=19.8 %) est supérieure à celle du système laitier (FPE=17.4 %). Cette différence traduit une meilleure efficience du système diversifié pour valoriser la production primaire du système permise par les conditions singulières de milieu des 3 années d'étude au regard de la période étudiée pour le système laitier.

3. DISCUSSION

3.1. ANALYSER LES RELATIONS ENTRE PROPRIETES DES SYSTEMES

Nous mettons en avant l'intérêt de développer des indicateurs vis-à-vis des performances des agrosystèmes à produire des denrées alimentaires (alimentation humaine). Ces travaux peuvent alimenter le débat sur l'usage des sols et le rôle des productions animales dans les agrosystèmes (Mottet *et al.*, 2017). En particulier dans le cas du système diversifié, nous considérons qu'il n'y a pas de concurrences dans l'usage des sols entre alimentation humaine et alimentation animale (Laisse *et al.*, 2018), considérant (i) que les productions déclassées pour cause de qualité (issues de tri des cultures, lait à comptages cellulaires élevés…) ne sont pas valorisables en alimentation humaine, (ii) que les prairies temporaires jouent un rôle essentiel dans le maintien de la fertilité et la maitrise des adventices en système biologique autonome et par conséquent ne sont pas exclusivement substituables par des cultures annuelles et (iii) que les prairies permanentes ne peuvent pas être labourées compte tenu de la nature très argileuse et souvent peu profonde des sols, les rendant difficilement labourables.

Nous montrons dans ce travail que si le système laitier est plus productif que le système diversifié du point de vue de la production de denrées pour l'alimentation humaine par unité de surface, ce dernier est plus efficient dans l'utilisation des ressources, notamment à travers un bouclage des cycles et une organisation des chaines trophiques plus efficientes (herbivorie stricte des ruminants, cultures alimentaires destinées l'alimentation humaine). De la même façon qu'Ulanowicz *et al.* (2009) montrent l'existence de compromis entre certaines propriétés émergentes dans des écosystèmes, ces résultats suggèrent qu'il existe une tension entre propriétés en système autonome (productivité, efficience). Toutefois, les trois années d'étude du système diversifié ont été marquées par un régime hydrique estival de sécheresse : l'analyse des propriétés des systèmes, en particulier vis-à-vis de leur capacité à produire des denrées alimentaires dans une gamme plus variée de conditions de milieu permettrait de monter en généricité sur les résultats observés.

3.2. ANALYSER LES DYNAMIQUES DE TRANSITION

En effet, une partie des performances biotechniques et alimentaires du système diversifié ont été acquises à partir de ressources produites antérieurement à la période d'étude (en particulier du point de vue de la production fourragère où le système est déficitaire de 10% sur la période étudiée). Par conséquent, en système autonome, particulièrement dépendant des conditions de milieu pour leur métabolisme, le stockage de nutriments (par exemple sous forme de fourrages) est un levier majeur dans la régulation pluriannuelle du métabolisme et des performances des systèmes diversifiés pour limiter l'impact des conditions de milieu et de leur variabilité. Ce levier est d'autant plus important (i) que les composantes des systèmes diversifiés s'appuient sur des cycles biologiques hétérogènes de l'ordre de quelques mois à plusieurs années selon la nature des productions (Sabatier *et al.*, 2017) et (ii) que leurs inerties respectives ne permettent pas de valoriser la variabilité des conditions de milieu, d'autant que cette variabilité s'exprime conjointement à une échelle annuelle et pluriannuelle.

Nous proposons de prolonger ces travaux par une étude dynamique : les situations contrastées de ces dernières années (années humides 2016 et 2021, années sèches 2017 à 2020) constituent en ce sens des situations originales pour explorer les dynamiques des systèmes en transition agro-écologique. Les expérimentations « systèmes » pluriannuelles et leurs systèmes d'informations associés constituent en cela des situations exceptionnelles pour explorer des dynamiques difficilement accessibles en ferme commerciale généralement représentées par des fonctionnements et performances « moyennes » (Rufino *et al.*, 2009a; Stark *et al.*, 2018; Steinmetz *et al.*, 2021).

Par ailleurs, si les transitions peuvent être étudiées sous l'angle du métabolisme et des performances des systèmes techniques, leur analyse sous l'angle des transformations des activités des acteurs présente un intérêt dans le cadre de la transition agro-écologique. Par exemple, dans le cas des systèmes expérimentés sur l'IE ASTER de Mirecourt, la diversification s'est faite avec une globale baisse d'effectifs du collectif technique. Outre les activités relevant de l'activité de production de connaissances scientifiques (relevés agronomiques – par ex relevés de flore spontanée, et zootechniques – par ex pesées et notations d'état corporels des animaux), le volume d'activités « agricoles » (soin des animaux, traite, conduite de cultures, fenaison…) a peu évolué entre les deux systèmes laitiers et diversifiés. En effet, Coquil *et al.* (2018a) estiment en 2015 à 11 300h le volume de travail agricole nécessaire sur le système laitier. Une analyse équivalente conduite en 2021 montre que le volume horaire de travail agricole s'élève à 10 700h annuelles (résultats non présentés dans cet article). Si cette approche « comptable » du travail agricole ne rend pas compte des évolutions des métiers, des compétences et des pratiques du collectif technique et plus généralement du travail dans le cadre de la transition agro-écologique (Coquil *et al.*, 2018b), elle montre toutefois que la diversification, à travers certains choix de système (monotraite, élevage des génisses sous nourrices, maximisation du pâturage) mis en place sur l'installation expérimentale, s'est faite sans augmentation majeure du volume de travail agricole. Ces dimensions restent toutefois largement à explorer.

CONCLUSION

Les systèmes diversifiés représentent une voie à explorer dans le cadre de la transition agro-écologique. A partir de l'étude du métabolisme et des performances alimentaires de deux systèmes autonomes conduits de manière asynchrone, nous montrons (i) que l'efficience « système » est supérieure à l'efficience de chacune de leurs composantes et (ii) que le système diversifié est moins productif mais plus efficient que le système laitier. Nous montrons enfin que les conditions de milieu et les processus biologiques jouent un rôle de premier ordre dans le métabolisme des systèmes biologiques autonomes et qu'il est nécessaire de les prendre en compte dans leur évaluation. L'analyse des relations entre propriétés émergentes (autonomie, productivité, efficience) et des dynamiques de transitions de ces systèmes reste encore à explorer.

Les auteurs remercient le relecteur anonyme pour ses commentaires sur une version antérieure de cet article, Catherine Mignolet pour ses suggestions et l'ensemble du collectif technique sur l'IE ASTER pour leur engagement et la qualité des données nécessaires à ce travail.

Anglade J, Billen G, *et al.*, 2015. Ecosphere 6, 37
Anglade J, 2015. These UMPC, Paris
Barbieri P, Pellerin S, *et al.*, 2021. Nat Food 2:363–372
Bonaudo, T, Burlamaqui Bendahan A, *et al.*, 2014. Europ. J. Agronomy, 57, 43–51.
Billen G, Aguilera E, *et al.*, 2021. One Earth 4 : 839-850
Coquil, X, Blouet, A, *et al.*, 2009. Inra Prod. Anim., 22 (3), 221-234
Coquil X, Franck C, *et al.*, 2018a. Fourrages, 235, 175-180
Coqui, X, Cerf M, *et al.*, 2018b. Agron. Sustain. Dev., 38 : 47
Coquil X, Anglade J, *et al.*, 2019. Innovations Agronomiques, 72, 61-75
Dardonville M, Urruty N *et al.*, 2020. Agr. Systems, 184
Garnier J, Anglade J, *et al.*, 2016. Environmental Science & Policy 63:76–90.
Gliessman S, 2006. *In Agroecology: the ecology of sustainable food systems*, 269-285.
Gliessman S, 2004. *in: Diane & Francis (Eds.), Agronomy Monographs.* American Society of Agronomy, USA, pp. 19–29.
Godinot O, Carof M, *et al.*, 2014. Agr. Systems 127:41–52.
Laisse S, Baumont R, 2018. INRA Prod. Anim. 31 (3) 269-288
Latham LG, 2006. Ecological Modelling 192:586–600.
Madelrieux S, Buclet N, et al., 2017. Cah. Agric., 26, 24001
Mottet A, de Haan C, *et al.*, 2017. Global food security, 14, 1-8
Peyraud JL, Cellier P, 2012. EsCO INRA.
Puech T, 2021. Portail Data INRAE
Rufino M, Tittonell P, *et al.*, 2009a. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 85 (2)
Rufino M, Rowe E, *et al.*, 2009b. Agr. Ecosyst. Env. 112, 261-282
Sabatier R, Joly F, Hubert B, 2017. Agr. Systems 157, 146–156.
SOLAGRO, 2016. Afterres 2050
Stark F, Fanchone A, *et al.*, 2016. Eur. J. Agron., 80, 9–20
Stark F, Gonzales-Garcia E, *et al.*, 2018. Agron. Sustain. Dev., 38: 4
Steinmetz L, Veysset P, *et al.*, 2021. Agron. Sustain. Dev., 41:42
Therond O, Duru M, *et al.*, 2017., Agron. Sustain. Dev. 37.
Ulanowicz RE, Goerner SJ, *et al.*, 2009. Ecological Complexity 6:27–36.

SCOR^3®, un outil destiné à (re)concevoir des systèmes de polyculture-élevage mieux intégrés

FLAMENT M. (1), RAMETTE C. (1), PERNEL J. (1), DELABY L. (2)

(1) Agro-Transfert Ressources et Territoires, 80200, Estrées-Mons.

(2) INRAE, l'Institut Agro, Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Elevage, 35590 Saint Gilles.

RESUME - En région Hauts-de-France, a contrario de la dynamique de spécialisation des exploitations, certains agriculteurs visent une stratégie de polyculture-élevage plus intégrée entre ateliers d'élevage et végétaux. Le projet Complémentarités cultures-élevage a mis au point l'outil SCOR^3® (Simulateur de Cohérence Ration-Rotation pour les Ruminants) pour appuyer la reconception de ces systèmes de production. L'outil accompagne l'utilisateur dans l'équilibrage du système en chiffrant les caractéristiques structurelles de l'atelier d'élevage à partir de la détermination de l'atelier cultures ou inversement. In fine, les sorties sont les productions animales et végétales du système de production. Les spécificités de l'outil sont : la détermination par l'utilisateur des périodes d'alimentation en conformité avec la temporalité des élevages et l'automatisation des calculs pour limiter le tâtonnement. Son utilisation s'étend du changement technique jusqu'à l'évolution du système de production.

SCOR^3®, a tool to (re)design a more integrated crop and livestock systems

FLAMENT M. (1), RAMETTE C. (1), PERNEL J. (1), DELABY L. (2)

(1) Agro-Transfert Ressources et Territoires, 80200, Estrées-Mons.

SUMMARY - In the Hauts-de-France region, in contrast to specialisation dynamics of farms, some farmers aim at a more integrated strategy of mixed crop and livestock systems. The project « Complémentarités cultures-élevage » has developed SCOR3® (Ration-Crop rotation Simulator for Ruminants), a tool to support the redesign of these production systems. The tool assists users in balancing the system. It quantifies structural characteristics of livestock units from crops' and vice versa. Eventually, the outputs are animal and crop productions. The specificities of SCOR3® are: definition by users of feeding periods in accordance with temporality of livestocks and automation of calculations to limit round trips. Its use extends from technical change to the evolution of production system.

INTRODUCTION

La région des Hauts-de-France, région à fort potentiel agricole, a vu ses territoires historiquement orientés en polyculture-élevage se spécialiser, en grandes cultures et cultures industrielles. De 2010 à 2020, le nombre d'exploitations d'élevage a diminué de 30 %, contrairement aux exploitations en grandes cultures en hausse de 2 % (Agreste, 2021). L'élevage surtout laitier se concentre aujourd'hui principalement dans les boutonnières argileuses de la région (Boulonnais, Thiérache et Pays-de-Bray).

Le maintien de l'élevage et la diversité d'exploitations associées constitue un enjeu fort de territoire : (i) enjeu économique et social (en 2012, 4938 emplois étaient associés à la collecte et transformation du lait – Institut de l'élevage, 2016), (ii) enjeu environnemental (en 2015, 14 % des surfaces agricoles de la région étaient utilisées en prairie – Institut de l'élevage, 2016). Cette forte préoccupation pour l'avenir de l'élevage en région a fait naître le projet de recherche et développement territorial « Complémentarités cultures-élevage » (CCE - 2016 – 2020). La finalité du projet était de faire émerger des solutions de complémentarités individuelles ou collectives entre activités d'élevage et de cultures à destination des agriculteurs pour renforcer la performance et la résilience des élevages.

Du fait de ses surfaces en grandes cultures et cultures industrielles, la région des Hauts-de-France offre des opportunités de complémentarités originales entre cultures et élevage (consommation de pulpes de betterave ou de drèches de brasserie par les troupeaux, fertilisation des cultures par les effluents d'élevage…). Cependant, les liens entre cultures et élevage restent distendus, même au sein des systèmes de polyculture-élevage qui peuvent être qualifiés de poly-spécialisés (Perrot et al. 2011). Certains agriculteurs ne se satisfont pas de ce découplage (variabilité des charges, peu d'autonomie décisionnelle…) et souhaitent entamer une transition vers des systèmes de culture-élevage plus intégrés notamment à l'échelle de l'exploitation. En collaboration avec ces agriculteurs-pilotes, le projet Complémentarités cultures-élevage a mis au point une démarche d'accompagnement au changement en polyculture-élevage (Ramette et al, 2021).

1. DE L'EXPERIMENTATION D'UNE DEMARCHE D'ACCOMPAGNEMENT A LA CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'AIDE A LA CONCEPTION

La démarche d'accompagnement conçue dans le cadre du projet CCE répond à deux objectifs opérationnels : (i) lever les freins au changement, (ii) aboutir à la mise en place de modes de production qui améliorent les performances des systèmes et répondent aux attentes des agriculteurs. Cette démarche inclut une méthode de conception participative, les ateliers de co-conception, qui s'apparente à la démarche de co-innovation décrit par Lacombe et al. (2018).

Lors de ces ateliers, un agriculteur se place en « agriculteur commanditaire ». Il présente sa situation et ses objectifs aux agriculteurs dits « consultants ». Les consultants vont ensuite concevoir et proposer au commanditaire un ou plusieurs nouveaux systèmes techniques. Les premiers ateliers ont permis i) de comprendre le cheminement choisi par les agriculteurs pour définir et atteindre les objectifs de la conception, ii) de tester des outils d'animation existants (PraiCoS, Mission EcoPhyto®, Rami Fourrager®).

Le cheminement agro-zootechnique des agriculteurs se distingue selon deux entrées : (i) la constitution du cheptel puis des rations (plus souvent empruntée par les agriculteurs à la « fibre élevage »), (ii) la constitution du cheptel puis de l'assolement (« fibre polyculture »). Face à la complexité du

système de polyculture-élevage (comprenant le cheptel, les rations, l'assolement, les rotations et les prairies permanentes), les agriculteurs consultants ont des difficultés à quantifier les conséquences fonctionnelles de leurs propositions et à vérifier l'atteinte des objectifs du commanditaire. La mobilisation d'outils existants a pour partie remédié à cette difficulté. Néanmoins, du fait des spécificités des enjeux associés à la méthode Coll'Innov, ces outils n'ont pas donné entière satisfaction aux agriculteurs concepteurs et animateurs. Les besoins exprimés comprenaient 1/ l'identification des agriculteurs aux systèmes simulés (périodes alimentaires de taille variable, ajustement des références de rendements, systèmes alimentaires et de culture diversifiés), 2/ la rapidité et la fluidité des simulations (forte réactivité entre le travail de conception des agriculteurs, la saisie dans l'outil et la fourniture des résultats par l'accompagnateur), 3/ la facilitation de l'appropriation des interactions entre les sous-systèmes (prendre en compte les impacts de changements d'un atelier sur l'autre, vérifier la cohérence d'ensemble).

Un 1er prototype d'outil d'aide à la conception a alors été conçu. Il a été étoffé au fil de 7 ateliers. Ce calculateur est associé à une série chronologique de questions afin de guider les agriculteurs dans leur raisonnement, tout en leur laissant le choix de la porte d'entrée. À la suite de cette expérience liminaire, Agro-Transfert RT et INRAE ont formalisé et développé l'outil SCOR^3® (Simulateur de Cohérence Ration-Rotation pour Ruminants) aujourd'hui disponible. Un module supplémentaire, à savoir la simulation de la création *ex nihilo* d'un atelier d'élevage dans une exploitation de polyculture a été ajouté.

2. SCOR^3® : UN SIMULATEUR DESTINE A CONCEVOIR DES SYSTEMES DE POLYCULTURE-ELEVAGE MIEUX INTEGRES

SCOR^3® permet d'aider en temps réel, à la conception et l'évaluation technique de nouveaux systèmes de production composés de systèmes d'élevage de ruminants et de cultures, en interaction dans une exploitation agricole. Ces interactions sous-entendent que : (i) toute modification des rations d'un troupeau impacte *in fine* les besoins en fourrages et les productions végétales vendues, (ii) à l'inverse un changement dans les surfaces en cultures impacte la production laitière ou de viande via la disponibilité en fourrages. Au-delà de ces interdépendances structurelles fortes, la production fourragère, notamment la production d'herbe, est variable et saisonnée tout comme les besoins de certaines catégories d'animaux. Ainsi SCOR^3® vérifie que le système conçu répond aux objectifs techniques souhaités et garde une cohérence globale (équilibre par saison des rations, satisfaction des besoins alimentaires du troupeau par tout ou partie des surfaces de la ferme, rotations et assolement cohérents). L'outil offre 3 clés d'entrée distinctes, correspondant aux 2 approches rencontrées lors des ateliers de conception et à l'introduction d'un atelier d'élevage. Les diverses voies d'accès cheminent via les rations, le bilan fourrager ou les rotations, grâce à 3 feuilles de calcul dédiées. Ces 3 cheminements sont détaillés en *Figure 1*.

2.1. DIMENSIONNEMENT ET CHOIX METHODOLOGIQUES

L'outil est conçu pour au plus : (i) deux sous-systèmes d'élevage (exemple : un système bovin lait et un système bovin viande naisseur-engraisseur), (ii) 4 périodes d'alimentation et de pâturage modulables en durée, (iii) 5 sous-systèmes de cultures (8 cultures et 8 dérobées par sous-système). Les rations peuvent comprendre jusqu'à 10 aliments (herbe pâturée, fourrages et concentrés).

Les références contenues dans l'outil portent sur les besoins alimentaires des animaux, les valeurs alimentaires des fourrages et concentrés, les réponses de productions animales, laitière et de viande, et la production herbagère. Elles proviennent de trois sources : (i) une sélection et des calculs à partir de l'ouvrage « Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux – Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 mise à jour 2010. Editions Quae », (ii) les réseaux régionaux de suivis de la croissance de l'herbe, (iii) une expertise interne INRAE et Agro-Transfert RT. Les besoins alimentaires des animaux ainsi que les productions ont été renseignés pour les bovins. L'outil propose 9 types de prairies, fonction du potentiel de rendement et de l'humidité du sol (exemples : prairie humide à bon potentiel de rendement, prairie séchante à faible potentiel de rendement). Les valeurs de production fourragère et la diversité des aliments ont été renseignées pour correspondre aux conditions des Hauts-de-France et peuvent être modifiés par l'utilisateur pour assurer plus de conformité territoriale ou pour modifier les contraintes évaluées.

La particularité majeure de SCOR^3® est la détermination des périodes d'alimentation et de pâturage, laissée à la discrétion des utilisateurs. Ainsi, un utilisateur peut choisir la durée et le nombre de périodes d'alimentation selon les modalités présentées au Tableau 1. De cette périodicité découle la possibilité ou pas de grouper les mises-bas. Les besoins des animaux et les productions d'herbe par période sont ensuite recalculés au regard de ces éléments périodiques.

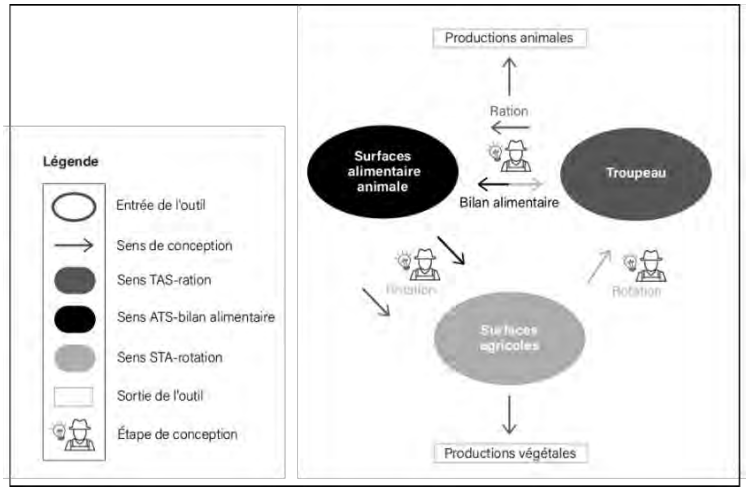


Figure 1 : Schéma de fonctionnement de l'outil SCOR^3® présentant les trois sens de conception (T : troupeau, A : surfaces pour l'Alimentation animale, S : surfaces cultivées)

	Nombre de périodes	Durée des périodes	Exemple
A minima (lot principal)	2 périodes	60 jours	Hiver : 212 / Eté : 153
A maxima (lot principal)	4 périodes	305 jours	Hiver : 151 / Printemps : 61 / Eté : 92 / Automne : 61
Lots secondaires	≤ nombre de périodes lot principal	= lot principal OU ∑ lot principal	Hiver : 151 / Printemps : 61 / Eté : 153

Tableau 1 : Modalités des périodes d'alimentation et pâturage de l'outil SCOR^3®

2.2. LES SORTIES PRODUITES PAR L'OUTIL

Les sorties finales de l'outil SCOR^3® (Figure 2) sont génériques et ne dépendent pas de la clé d'entrée retenue lors de la conception. Il s'agit de données techniques concernant les productions animales et végétales et l'évaluation de la cohérence du nouvel équilibre proposé.

Les productions animales sont : (i) la production laitière annuelle, (ii) le lait vendu /an, (iii) la production de viande vive annuelle. La production laitière annuelle dépend des rations (besoins de production distincts en-deçà et au-delà de la production théorique). Le lait vendu / an tient compte des pertes de lait et de la consommation par les veaux. La production de viande vive annuelle tient compte de l'engraissement des animaux à l'exception des vaches de réforme où il est pris leur poids théorique.

Les productions végétales sont celles vendues, déduction faite des intra-consommations.

2.3. DONNEES D'ENTREES ET CALCULS INTERMEDIAIRES

Les données d'entrées, ainsi que le cheminement calculatoire de l'outil dépendent de la clé d'entrée choisie (Figure 2). Une entrée par les rations nécessite de définir le cheptel et l'alimentation des différents lots d'animaux par période. L'outil somme ensuite les quantités d'aliments et fournit les surfaces prairiales et en cultures nécessaires à une alimentation autonome du troupeau. L'utilisateur agence alors ces surfaces en rotations cohérentes. Une entrée par le bilan alimentaire implique une détermination du cheptel et des surfaces dédiées à l'alimentation du troupeau. L'outil calcule l'adéquation annuelle entre les besoins alimentaires du troupeau et la fourniture d'aliments par les surfaces. Déduction est faite de la sécurité alimentaire permise par le système et des pertes au stockage. L'utilisateur renseigne ensuite les rotations, ainsi que les rations pour une vérification de l'équilibre du système à l'échelle de la période d'alimentation. Une entrée par les rotations entraine à partir de celles-ci le calcul des surfaces fourragères et des UGB potentiellement nourris grâce à ces surfaces. L'utilisateur renseigne alors les caractéristiques du cheptel et l'outil fournit les effectifs de chaque lot d'animaux. Pour finir l'utilisateur renseigne les rations pour une vérification de l'équilibre du système à l'échelle de la période d'alimentation.

3. EXEMPLE DE MOBILISATION DE SCOR^3® DANS LE CADRE D'UN ATELIER DE CO-CONCEPTION

En amont d'un atelier, l'agriculteur commanditaire définit une cible de conception qui consiste en un objectif de production associé à une contrainte. Par exemple : Simplifier la conduite du troupeau en achetant au maximum 50 tonnes de concentrés azotés par an (soit une diminution de 45 % des achats actuels).

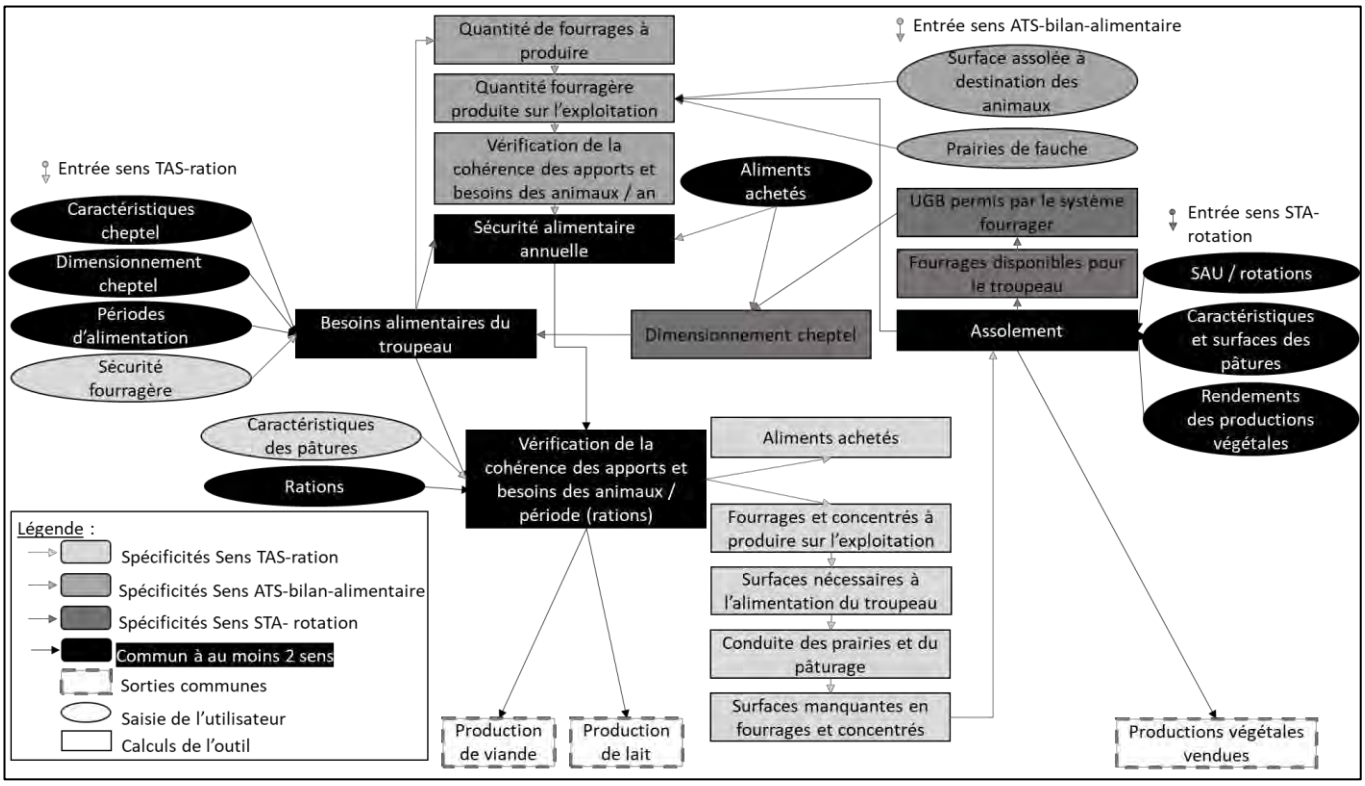


Figure 2 : Schéma fonctionnel détaillé de l'outil

Données d'entrée	Calculs intermédiaires	Données de sorties
Dimensionnement du troupeau : - 70 vaches laitières - Productivité laitière 7500 l/an - 2 périodes de vêlages (printemps et automne)	Besoins alimentaires du troupeau par lot et par période *En italique : exemple fil-rouge pour une vache laitière en vêlage de printemps :* *Période* / *UE* / *UF* / *PDI* *printemps* / *16,6* / *20,8* / *1915*	Taille du troupeau : 139 UGB
Caractérisation des périodes d'alimentation Hiver : 152 / Printemps : 61 / Eté : 92 / Automne : 60 jours		
Type de pâture par lot et par période *Prairies à bon potentiel* Surfaces au pâturage par lot et par période *21 ares / UGB printemps / été / automne*	Ingestion journalière d'herbe au pâturage *14,8 kg MS/jour* Encombrement de la ration et équilibre PDIE / UFL *UE* / *UF* / *PDI* *Besoins* / *16,6* / *20,8* / *1915* *Apports* / *16* / *16* / *1621* *PDIE / UFL = 96,6* *Production de lait permise par l'alimentation de printemps= 24 kg/jour*	Production laitière : 570 000 litres/an Lait vendu : 530 500 litres/an Quantité d'aliments achetés /an : 26 tonnes tourteau de soja
Aliments et quantités dans les rations par lot et par période *Au printemps :* - *Herbe pâturée (quantité définie par l'outil)* - *Maïs grain humide : 2 kg / jour*		
Rendements des productions végétales de l'exploitation Ensilage de maïs = 14 tMS/ha …	Surfaces nécessaires à l'alimentation du troupeau : 68 ha, dont 20 ha de méteil, 7,8 ha de maïs ensilage… Conduite des prairies et du pâturage 27 ha pâturés (+ fauchés), 7 ha fauchés	
SAU : 98 ha Rotations des cultures et surfaces des rotations	Surfaces manquantes en fourrages et concentrés (à acheter) : 0 ha	Productions vendues : 6 ha de maïs, 20 ha de blé et 20 ha d'orge Assolement

Tableau 2 : Principales données d'entrée et de sortie de l'outil SCOR^3® concernant l'atelier de co-conception n°11 du projet Complémentarités cultures-élevage *(en italique : exemple fil-rouge pour une vache laitière en vêlage de printemps)*

Les consultants proposent des pistes d'amélioration qui correspondent à trois leviers : (i) augmenter la valeur azotée des fourrages herbagers (luzerne dans le mélange prairial des prairies temporaires), (ii) optimiser la valorisation des prairies (redistribution des paddocks entre les vaches laitières et les génisses, optimisation de la temporalité journalière du pâturage et de la complémentation à l'auge, chemin d'accès aux paddocks), (ii) augmenter la production de fourrages riches en protéines (dérobées). Ces divers changements vont modifier le système et son équilibre actuel. Il s'agit d'en évaluer la nouvelle cohérence et la faisabilité technique. L'un des groupes a testé la clé d'entrée Ration de l'outil SCOR^3®. Le Tableau 2 présente les informations produites par l'outil au regard des données d'entrée renseignées par les concepteurs.

Les achats de concentrés du nouveau système sont conformes à la cible (inférieur à 50 tonnes/an). Vingt-trois ha supplémentaires sont dédiés à l'alimentation du troupeau. La conduite en deux lots ne répond cependant pas à l'objectif de simplification de l'agriculteur.

CONCLUSION

L'outil SCOR^3® permet de quantifier les conséquences techniques associées à la (re)conception de systèmes de polyculture-élevage complexes (nombreux lots, rations diversifiées, surfaces pâturées dépendantes de la saison, culture à double fin…) avec une périodicité variable conforme à la temporalité des élevages. Le compromis entre rigueur technique et ergonomie permet d'équilibrer un système en 30 à 90 minutes de travail au sein d'un collectif de 3 à 5 agriculteurs ou en binôme agriculteur/conseiller. L'outil n'est pas un modèle d'optimisation. Ceci implique des ajustements et des allers-retours sur les choix techniques en cas de non-atteinte des objectifs, ainsi qu'un regard critique sur le système obtenu. C'est un outil performant pour faciliter l'appropriation d'un raisonnement systémique et stimuler l'exploration des possibles au sein d'un groupe de pairs. Le retour d'expérience du projet CCE indique qu'il est particulièrement apprécié des agriculteurs peu familiers de la conception systémique. Les agriculteurs plus expérimentés acquièrent des automatismes qui les rendent moins demandeurs des informations intermédiaires calculées par l'outil. Les sorties de l'outil peuvent ensuite alimenter des calculateurs de performances économiques (trop chronophage à calculer lors d'un même atelier). L'expérience du projet Complémentarités cultures-élevage a montré que les agriculteurs sont demandeurs de ces éléments techniques complémentaires. Ils correspondent à la validation du nouveau système conçu. Les cadres de mobilisation possibles de l'outil SCOR^3® sont variés (de l'enseignement à la co-conception collective par des agriculteurs).

Agreste Hauts-de-France, 2021. *Hauts-de-France : Premières tendances du recensement agricole 2020.* Etudes, n°5, 4p.

Institut de l'élevage. 2016. Observatoire de l'élevage en région Hauts-de-France. Edition 2016. 20 p.

Lacombe C., Couix N., Hazard L., 2018. Designing agroecological farming systems with farmers : A review. Agricultural Systems 165, 208-220.

Perrot C. Caillaud D., Chambaut H., 2011. Economie d'échelle et économies de gamme en élevage bovin laitier. Rapport d'étude, Idèle, 126 p.

Prost L., Reau R., Paravano L., Cerf M., Jeuffroy M-H., 2018. Designing agricultural systems from invention to implementation : the contribution of agronomy. Lessons form a case study. Agricultural systems 164, 122 – 132.

Ramette C., Flament M., Pernel J., Delaby L. 2021. Coll'Innov, une démarche d'accompagnement collective d'agriculteurs vers des changements de système de production. Fourrages 248, 11 – 20

Une traque à l'innovation paysanne pour repérer des systèmes d'élevage autonomes en intrants aux Antilles et à La Réunion

FANCHONE A. (1), LE MERLUS E. (2), ALEXANDRE G. (1), MEYNARD J.M. (3), FONTAINE O. (4), CHOISIS J.P. (5)
(1) INRAE, UR ASSET, Petit-Bourg, Guadeloupe, France
(2) INRAE, UMR Agronomie, Thiverval Grignon, France
(3) INRAE, UMR SADAPT, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, Paris, France
(4) CIRAD, UMR Selmet, Saint-Pierre, Réunion, France
(5) INRAE, UMR Selmet, Saint-Pierre, Réunion, France

RESUME
Le développement de l'élevage Biologique dans les DROM est confronté à de nombreuses contraintes, dont la forte dépendance aux intrants importés (aliments concentré et produits fertilisants). Nous faisons l'hypothèse que (i) l'intégration culture-élevage (ICE) constitue un levier permettant de réduire la dépendance des systèmes agricoles vis-à-vis des intrants, et que (ii) de nombreuses solutions innovantes, adaptées au contexte local, sont mises au point par les producteurs et constituent une source intéressante d'inspiration pour le développement de l'élevage biologique. Une traque à l'innovation de systèmes d'élevage alternatifs a été conduite dans trois DROM insulaires (Guadeloupe, Martinique et Réunion) afin de rechercher, caractériser et évaluer des systèmes ou pratiques innovantes d'ICE différents de ceux déjà connus par la recherche et le développement. 40 fermes enquêtées ont été jugées innovantes. On y observe une diversité de combinaisons d'ateliers de culture (maraichage, arboriculture, plantes aromatiques à parfum et médicinales (Papam)...) et d'élevage (bovins, porcins, ovins, caprins, volailles de chair et pondeuses). Les pratiques innovantes identifiées ont été analysées et classées selon les fonctions qu'elles servent au sein du système de production. Elles concernent non seulement l'alimentation animale et la fertilisation des cultures, mais également la santé animale, le désherbage et la protection des cultures. Les indicateurs de satisfaction des éleveurs portent sur l'état des animaux et leurs productions, sur la productivité et les résultats économiques, et le travail. Ces résultats constituent un support de réflexion pour construire des cas-types de systèmes de polyculture-élevage AB, dont le développement sera considéré comme pertinent et possible.

Tracking on-farm innovations to locate self-sufficient livestock systems in Guadeloupe, Martinique and Reunion Island

FANCHONE A. (1), LE MERLUS E. (2), ALEXANDRE G. (1), MEYNARD J.M. (3), FONTAINE O. (4), CHOISIS J.P. (5)
(1) INRAE, UR ASSET, Petit-Bourg, Guadeloupe, France

SUMMARY
Development of organic livestock production in French Overseas departments faces a lot of constraints of which the strong dependence to inputs imports (feed concentrates and fertilizer products). It is hypothesized that (i) crop-livestock integration is a lever to reduce the dependence of agricultural systems on inputs and that (ii) many innovative solutions, adapted to the local context, are developed by farmers and constitute an interesting source of inspiration for the development of organic farming. A tracking on-farm innovation was carried out in three French overseas departments (Guadeloupe, Martinique and Réunion). Innovations are associated with the presence of organic farming and/or crop-livestock integration, both being applied little in practice. 40 farms surveyed were considered as innovative. We observed a diversity of crops (market gardening, fruit growing…) and livestock (cattle, pigs, sheep, goats, poultry, laying hens). Innovative practices were analyzed in terms of strategies and classified according to the functions they served within de production system (animal feeding, management of weeds, organic fertilization…). The indicators of satisfaction of farmers covered the conditions of animals, the productivity of animals and crops, the economic results and work. These results provide a basis for reflection to build organic mixed crop-livestock models whose development will be considered as relevant and possible.

INTRODUCTION

Les productions végétales biologiques connaissent une forte croissance dans les Départements et Régions d'Outre-Mer, contrairement à l'élevage biologique qui peine à se développer. Celui-ci se heurte à de nombreuses contraintes qui interrogent la faisabilité d'un changement d'échelle de la Bio. Parmi elles, la forte dépendance aux intrants exogènes serait l'un des premiers freins.

L'objectif du projet SelbioDOM, financé par le méta-programme INRAE Métabio, est de déterminer les voies de développement de l'élevage bio dans les DROM. Nous faisons l'hypothèse que l'intégration culture-élevage (ICE) constitue un levier permettant de réduire la dépendance des systèmes vis-à-vis des intrants exogènes. En effet, les DROM sont marqués par une spécialisation productive centrée sur les monocultures d'exportation (Marzin et al, 2021) et le développement d'ateliers d'élevage spécialisés du fait d'une taille d'exploitation réduite (moyenne respective de 4,4 ha, 6,2 ha et 8,2 ha pour la Guadeloupe, la Réunion et la Martinique). Les exploitations mixtes (polyculture-élevage, polyélevage) ne représentent que 17% à 19,7%, selon le département

(Agreste, 2021). Sachant que la majorité des exploitations comprises dans ce groupe statistique se composent d'ateliers de productions animales et végétales spécialisés ayant de faibles interactions entre les 2. Stark et al. (2019) ont montré que, en Guadeloupe, des exploitations ayant des cultures et de l'élevage mettent en œuvre peu de pratiques d'ICE. Il s'agit donc de rechercher, caractériser et évaluer des systèmes ou pratiques innovantes d'ICE mobilisables pour développer l'élevage bio.

1. MATERIEL ET METHODES

La « traque aux innovations » (Meynard, 2012, Salembier et al, 2016) a été mobilisée pour identifier des pratiques d'ICE et des systèmes innovants et analyser la trajectoire et le fonctionnement de ces systèmes. On a qualifié d'innovante toute pratique peu présente sur le terrain et peu connue des professionnels de l'élevage. Cette étape de définition du caractère innovant d'une pratique s'est faite en sollicitant l'expérience d'acteurs ancrés sur le terrain (techniciens et chercheurs) qui travaillent depuis longtemps en étroite relation avec des éleveurs sur le territoire. Ces acteurs ont permis également de caractériser le « système standard », c'est dire les systèmes et pratiques que l'on a choisi d'écarter de l'étude. Les exploitations ayant ce caractère innovant, certifiées ou non en AB, ont été repérées en interrogeant les réseaux de développement et de formation (chambres d'agriculture, GAB à la Réunion, GDA EcoBio en Guadeloupe, GRAB à la Martinique, GDS, lycées agricoles…) et en mobilisant la méthode « boule de neige ». Il s'agissait de repérer et d'enquêter des agriculteurs mettant au moins en place une pratique innovante d'ICE. Aucun seuil de taille de l'exploitation et de l'atelier animal n'a été fixé.
Les pratiques, les critères de performance et de satisfactions propres aux producteurs et la logique agronomique des innovations ont été analysés sur la base d'entretiens semi directifs, selon la démarche proposée par Salembier *et al* (2016). La posture choisie était l'écoute compréhensive. Les enquêtes ont duré entre une et trois heures. Les questions s'attachaient à analyser les logiques d'action et les savoirs empiriques sous-jacents aux pratiques innovantes. Le questionnaire abordait l'historique de l'exploitation et ses caractéristiques structurelles, puis il renseignait les innovations rencontrées : description, historique, itinéraire technique, intérêts et conditions de réussite et de satisfaction.
Les critères de satisfaction pour suivre et évaluer leurs pratiques innovantes sont essentiels à la diffusion de ces innovations à d'autres agriculteurs, qui manipulent souvent les mêmes types d'indicateurs (Lamé *et al.,* 2015, Salembier et al., 2021).
Le travail a été conduit, en parallèle, dans 3 DROM insulaires (Guadeloupe, Martinique et la Réunion). Un comité de pilotage a assuré la mise en œuvre de la méthodologie, la gestion de l'information et l'interprétation des résultats.
Au total, 46 éleveurs ont été enquêtés (tableau 1).

Département	GUA	MAR	REU
Nombre d'éleveurs enquêtés	13	11	22
Nombre d'enquêtes retenues	13	9	18

Tableau 1 : Nombre d'éleveurs enquêtés par département

2. RESULTATS

Quarante fermes, dont les systèmes ont été jugés innovants, ont été retenues pour l'analyse.

2.1. CARACTERISTIQUES DES FERMES ET PROFILS DES EXPLOITANTS

Sur les trois îles, les systèmes les plus représentés sont l'association d'un ou de plusieurs ateliers d'élevage (bovins, porcins, ovins, caprins, volailles de chair et pondeuses) avec du maraichage ou des vergers, mais aussi des prairies ou des Papam. Aux Antilles, ces ateliers de productions de fruits et de légumes sont très diversifiés, sur le modèle du jardin créole (Baron, 2021 ; Pioche, 2021). Celui-ci permet de diversifier les revenus et de maximiser la production sur une surface très réduite en mettant en place un système stratifié. Les exploitations étudiées sont de petite dimension : en moyenne 7,4 ha en Guadeloupe et 5,3 ha en Martinique. Les cultures y sont polyvalentes, c'est dire qu'elles sont utilisées selon les besoins, les quantités produites et l'aspect des produits, pour la vente, la consommation personnelle ou l'alimentation/les soins aux animaux. L'atelier d'élevage est le plus souvent faible effectif en comparaison des ateliers d'élevage conventionnels (e.g. à la Réunion, 10 à 15 truies vs 35 truies, respectivement) et sa fonction est de valoriser les déchets et co-produits des cultures, et de produire de la fumure organique pour entretenir la fertilité du sol. la Réunion, ce type de système a le plus souvent été rencontré dans les exploitations en agriculture biologique, avec une SAU moyenne proche de 6ha. Il coexiste, au sein de l'échantillon de fermes enquêtées, avec des exploitations en polyélevage de taille plus importante (40 à 50 ha) qui conservent des pratiques conventionnelles et des systèmes de production intégrés aux filières, mais cherchent à diversifier leur activité en installant un atelier alternatif complémentaire (Le Merlus, 2021).
Les exploitants se différencient par i) leur modalité d'installation en agriculture : dans la continuité de l'activité des parents *vs* hors cadre familial, notamment à l'issue d'une reconversion professionnelle, ii) l'inscription dans des réseaux professionnels et de commercialisation : coopérative *vs* indépendant (voire mixte pour diversifier les modes de commercialisation), iii) la présence d'autres sources de revenu que l'agriculture et iv) leur âge. Ces différentes modalités sont reliées. Ainsi, l'installation hors cadre familial est corrélée à une reconversion professionnelle et une installation hors coopérative. À l'inverse, une installation dans le cadre familial est corrélée à la vente de ses productions à la fois à des coopératives et en circuits courts, et l'absence de revenu autre que celui provenant de l'activité de production agricole. Six profils distincts ont été identifiés. Ils sont présents sur les 3 DROM, mais avec des pondérations différentes, du fait, par exemple d'une organisation en coopératives d'élevage plus marquée à la Réunion.

2.2 LES INNOVATIONS REPEREES

Au cours de l'enquête, une grande diversité de pratiques innovantes a été identifiée (tableau 2). Ces pratiques ont été analysées en termes de stratégies, et classées selon les fonctions qu'elles servent au sein du système de production (alimentation animale, gestion de l'enherbement ou de la flore adventice, fertilisation etc).
Un des grands enjeux en élevage dans les DOM est l'autonomie alimentaire de l'élevage : celle-ci permet de diminuer la dépendance aux achats d'aliments importés, et souvent de réduire les coûts. L'enquête a mis en lumière différentes stratégies d'ICE développées par les éleveurs pour diversifier l'alimentation des animaux, voire augmenter l'autonomie alimentaire du cheptel, en tirant profit des ressources alimentaires présentes sur l'exploitation ou sur le

territoire (tableau 2). Une stratégie souvent rencontrée est la distribution de co-produits végétaux, issus de la ferme, permettant de valoriser, via l'engraissement des animaux d'élevage, des productions végétales non valorisables en alimentation humaine (écarts de tri de légumes et fruits non commercialisés, tiges et feuilles des tubercules et fruits commercialisés). Cette stratégie ne permet cependant pas toujours de réduire les quantités d'aliments achetés (hormis dans les cas où le nombre d'animaux est réduit). En revanche, les différentes techniques de pâturage, ou bien la distribution de co-produits issus du territoire (disponibles en plus grande quantité que ceux produits sur l'exploitation) permettent plus souvent d'améliorer l'autonomie alimentaire de l'atelier de production animale. Toutes ces pratiques sont cependant plus coûteuses en main d'œuvre que les pratiques dominantes de distribution de fourrages conservés et d'aliments complets, souvent mécanisées, à des animaux en bâtiments (Fanchone *et al* 2022) ; lesquelles permettent d'économiser du temps passé à l'entretien et la récolte des cultures destinées à l'alimentation des animaux, et de faciliter leur distribution.
Les pratiques innovantes de fertilisation, mobilisant de manière atypique les effluents d'élevage (mélanges d'effluents de différentes espèces et/ou d'effluents et de végétaux, fabrication de purin) sont moins nombreuses.
Les enquêtes ont permis de mettre en lumière d'autres leviers pour augmenter l'autonomie des exploitations via l'ICE que ceux ciblés lors de la construction du projet selbioDOM (alimentation des animaux et fertilisation des cultures). Les ateliers d'élevage peuvent jouer d'autres rôles importants dans le fonctionnement des ateliers de culture : le pâturage des animaux permet de gérer la hauteur de l'enherbement et la pousse des adventices, voire de diminuer la pression de certains bioagresseurs. Ce type d'ICE permet non seulement d'alimenter les animaux avec des ressources « à moindre coût », mais aussi de réduire les coûts liés à la mécanisation, à la consommation de carburant, à l'achat des désherbants, et à la rémunération de la main d'œuvre, tout en ayant un impact moindre sur le plan environnemental.
Enfin, une autre fonction attribuée à l'ICE par certains éleveurs est le maintien d'une bonne santé du troupeau par la distribution, à titre préventif, de plantes cueillies sur l'exploitation ou le territoire. Ces plantes cultivées (bananier, moringa, papaye, curcuma…) ou spontanées sont utilisées pour prévenir les maladies (notamment le parasitisme et les troubles gastro-intestinaux) ainsi que pour les soins aux animaux (effet calmant de la menthe, antiseptique et cicatrisant du curcuma…).
On remarque qu'une pratique identifiée comme innovante peut remplir plusieurs fonctions, comme c'est le cas pour le pâturage de vergers. En outre, certains éleveurs combinent plusieurs types d'innovations, dans une réflexion à l'échelle du système. On observe ainsi un schéma récurrent, que l'on peut qualifier d'innovation systémique : le choix d'élever leurs animaux en plein air et de les nourrir avec des ressources locales conduit souvent ces éleveurs à croiser des races sélectionnées avec des races rustiques - notamment locales quand elles sont accessibles (Naves et al., 2018) - résistantes aux maladies, adaptées à la vie en plein air, moins exigeantes en termes d'alimentation, et à accepter une moindre productivité. Cela implique ainsi d'allonger les durées d'élevage, de laisser plus de temps aux animaux, mais également d'avoir un modèle économique bien raisonné pour assurer une rentabilité malgré cette moindre productivité. C'est pourquoi ces éleveurs recherchent souvent des débouchés différents (restaurateurs, hôtels, AMAP, magasins spécialisés, vente directe à la ferme ou sur les marchés) et travaillent sur des produits différenciés en termes de qualité gustative, afin de tirer une plus-value beaucoup plus importante sur leurs produits que dans les systèmes conventionnels. Ainsi, le prix de vente permet de ne pas chercher à maximiser le potentiel génétique des animaux, et d'avoir des rations moins précises, composées de ressources locales.
Le choix du plein air est justifié au regard de plusieurs principes agroécologiques : la fourniture de ressources naturelles ou cultivées pour l'alimentation, la fertilisation directe des parcours qui relèvent de l'ICE, mais également le bien-être et la santé animale.
Les éleveurs fondent ainsi souvent leur système sur le principe de diversité (Dumont et al., 2013), et ce à différentes échelles : diversité génétique au sein de chaque type de production, diversité d'espèces animales et végétales au sein de la même exploitation, diversité de débouchés pour écouler les produits. En revanche, peu mentionnent la biodiversité sauvage comme un élément important de leur système.

Catégorie d'innovation intégrant culture et élevage	Fonction	Gua / Mar / Réu
Cultures innovantes pour l'alimentation	ALIM	5 / 1 / 5
Distribution de co-produits végétaux issus de la ferme (fruits, légumes, feuilles)	ALIM	4 / 5 / 8
Distribution de co-produits végétaux issus du territoire	ALIM	2 / 1 / 4
Pâturage de verger	ALIM, HERB, FERTI	1 / 1 / 2
Pâturage de friche	ALIM, INVA	4 / 0 / 5
Pâturage alterné de différentes espèces animales	ALIM, ADV	0 / 1 / 1
Épandage localisé de fumier	ADV	0 / 0 / 1
Mélange de différents effluents avant épandage	FERTI	0 / 1 / 1
Mélange d'effluents et de végétaux	FERTI	3 / 1 / 2
Utilisation de plantes en santé animale	SANTE	4 / 2 / 7
Conduite d'élevage en plein air	BEA	4 / 4 / 15

Tableau 2 Nombre d'innovations recensées par catégorie dans chaque département

ALIM : alimentation animale, HERB : gestion de l'enherbement, ADV : Gestion de la flore adventice, FERTI : Fertilisation des cultures, INVA : Lutte contre les espèces invasives, SANTE : Maintien de la santé du troupeau, BEA : Favoriser le bien-être animal

2.3 CRITERES DE SATISFACTION DES PRODUCTEURS

Les indicateurs utilisés par les producteurs identifiés lors de la traque sont liés i) aux animaux : état de santé, bien-être, bonne croissance, « qui mangent de tout », animaux plus résistants aux maladies, adaptés au plein air, ii) à la qualité de leurs productions : qualité gustative de la viande, qualité nutritionnelle du lait, iii) à l'effet des apports d'effluents sur la croissance des cutures : effet rapide et long terme, iv) à l'économie de l'exploitation : diminution des coûts de production, dont les achats d'aliments (autonomie), valorisation de tous les produits de l'exploitation, et enfin v) au travail : confort, diminution du temps de travail, organisation du

travail qui permet de dégager du temps pour la sphère familiale. Ces 5 catégories de critères se retrouvent sur les trois terrains d'étude.

3. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La traque à l'innovation a permis d'identifier une diversité de systèmes combinant des systèmes de culture (maraichage, arboriculture, Papam) et d'élevage (bovins, porcins, ovins, caprins, volailles de chair et pondeuses). Du fait des économies de charges induites, notamment sur l'achat des aliments concentrés, l'ICE constitue potentiellement un levier permettant de réduire la dépendance des systèmes agricoles vis-à-vis des intrants, mais ce levier est plus difficilement actionnable pour certains ateliers d'élevage, notamment dans les systèmes volailles-maraîchage, par rapport aux systèmes ayant des ruminants. Ainsi, même chez des éleveurs inscrits dans une démarche d'expérimentation et d'innovation par rapport au système dominant, des obstacles freinent l'adoption de certaines pratiques, notamment celles associées à la production de l'alimentation du bétail. Les principaux obstacles sont le manque de surface cultivable et le manque de savoir-faire en termes de techniques culturales et de formulation des rations.

De nombreuses solutions innovantes, adaptées au contexte insulaire, sont mises au point par les producteurs et constituent une source d'inspiration pour le développement de l'élevage biologique ; mais elles ont aussi leur limites : la diversification des productions conduit souvent à une complexification du système qui peut entrer en conflit avec la vivabilité de l'exploitation (accroissement de la charge de travail contradictoire avec les critères de satisfaction liés à la qualité du travail). On observe en effet que les systèmes innovants étudiés amènent à une substitution des intrants par du travail, ce qui impacte les conditions de l'activité et limite les dimensions de cheptel et de surface exploitables. De plus, une partie des éleveurs rencontrés ne vivent pas (ou du moins pas encore) de leur activité agricole. Ils ont une autre source de revenu, perçoivent des revenus sociaux, ou ont un conjoint salarié.

Du fait de la proximité de pratiques des élevages enquêtés à celles inscrites dans le cahier des charges AB, ces premiers résultats constituent le support de réflexion qui permettra de construire des 'cas-types', potentiellement certifiables en AB, dont le développement sera considéré comme pertinent et possible. Ils seront construits et validés par les partenaires dans le cadre d'ateliers participatifs, et évalués des points de vue économique et environnemental. Une analyse des freins et leviers au développement de l'élevage biologique sera conduite simultanément.

Les auteurs remercient tous les éleveurs qui leur ont accordé du temps, et tous les organismes qui ont contribué à identifier les éleveurs enquêtés. SelBioDOM est un projet financé par le méta-programme INRAE METABIO.

Agreste, 2021. Recensement agricole 2020

Baron C., 2021. Mémoire Master 2 BEE, Université des Antilles.

Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M., 2013. Animal, 7(6), 1028-1043.

Fanchone A., Alexandre, G., Hostiou, N., 2022. Agron. Sustain. Dev. 42, 54.

Lamé A., Jeuffroy M.H., Pelzer E., Meynard J.M., 2015. Environnement & Sociétés, 5(2), 47-54.

Le Merlus, 2021. Mémoire ingénieur AgroParisTech.

Marzin J., Fréguib-Gresh S.n Angeon V., Andrieu N., Banoviez Urrutia V., Cerdan C., Cialdella N., Huat J., Daviron B., 2021. Étude sur les freins et leviers à l'autosuffisance alimentaire : vers de nouveaux modèles agricoles dans les départements et régions d'outre-mer.

Meynard J.M. 2012. Innovations Agronomiques, 20, 143-153.

Naves M., Mandonnet N., Alexandre G., Gourdine J.L., Bambou, J.C., et al., 2018. Séminaire RITA Mayotte.

Pioche A., 2021. Mémoire Master 2 Agroécologie. Gembloux Agro-Bio Tech.

Salembier C, Elverdin JH, Meynard JM, 2016. Agron. Sustain. Develop. 36, 1-10.

Salembier C, Segrestin B, Weil B, Jeuffroy MH, Cadoux S, Cros C, Favreli re E, Gimaret M, Lechenet M, Noilhan C, Petit A, Petit MS, Porhiel JY, Reau R, Ronceux A, Meynard JM, 2021. Agron. Sustain. Dev. 41 :61.

Stark F., Archimède H., González-García E., Poccard–Chapuis R., Fanchone A., Moulin C.H., 2019. Innovations Agronomiques 72, 1-14.

Complémentarités entre céréaliers, vignerons et éleveurs dans le Minervois : quels potentiels et quelles conditions de développement ?

MORAINE M. (1), METTAUER R. (1), RYSCHAWY J. (2), GRILLOT M. (2), STARK F. (3)
(1) INNOVATION, Univ Montpellier, INRAE, CIRAD, L'Institut Agro – Montpellier, Montpellier, France
(2) AGIR, Univ Toulouse, INRAE, INP-ENSAT, Castanet-Tolosan, France
(3) SELMET, Univ Montpellier, INRAE, CIRAD, L'Institut Agro – Montpellier, Montpellier, France

RESUME
En réponse à la spécialisation agricole sur les territoires, les complémentarités culture - élevage semblent une voie d'intérêt. Dans le territoire viticole du Minervois, des agriculteurs ont développé des systèmes de culture biologiques intégrant des légumineuses fourragères, valorisées par des éleveurs par la fauche et des bergers en pâturage direct. Cet article analyse les complémentarités culture - élevage - vigne mises en œuvre dans ces systèmes, leur potentiel de développement et leurs conditions de pérennité. Les entretiens réalisés et les ateliers multi-acteurs ont permis d'identifier des scénarios de gestion appuyés sur la disponibilité et la répartition spatiale et temporelle des ressources fourragères du territoire. Ils dessinent des pistes de concertation pour renforcer la place de l'élevage dans des systèmes agricoles méditerranéens re-diversifiés.

Synergies between crop farmers, winegrowers and livestock keepers in the Minervois region: assessing their potentials and levers for development

MORAINE M. (1), METTAUER R. (1), RYSCHAWY J. (2), GRILLOT M. (2), STARK F. (3)
(1) INNOVATION, Univ Montpellier, INRAE, CIRAD, L'Institut Agro – Montpellier SupAgro, Montpellier, France

SUMMARY
Crop-livestock complementarities seem good alternatives to the agricultural specialization of territories. In the Minervois, a region producing mainly wine, crop farmers have developed organic cropping systems based on fodder legumes which are either mowed by remote livestock keepers or grazed directly by shepherds. This paper presents an analysis of the existing synergies between crops, vineyards and livestock, their potentials of development and conditions of sustainability. Interviews with farmers and concertation with local stakeholders allowed us to identify several scenarios based on the amount, spatial and temporal distribution of grazing or fodder resources on the territory. These scenarios draw pathways for the reinforcement of livestock production systems within re-diversified Mediterranean production systems.

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 cela, il est nécessaire de reconnecter cultures et élevage à une échelle pertinente pour valoriser les services liés à l'intégration de l'élevage dans les systèmes de culture (Martin et al., 2016) et favoriser la coordination des acteurs de la production agricole, des filières et du territoire (Asai et al., 2018). A l'échelle des territoires, ces initiatives d'intégration culture-élevage (ICET) font face à des freins techniques et organisationnels multiples : connaissances insuffisantes, absence de réseaux de pairs, absence de règles de gouvernance, etc. (Moraine et al., 2020). Ce travail vise à analyser les complémentarités existantes entre culture et élevage dans le territoire du Minervois (Aude), et à identifier leurs conditions de pérennisation et de développement potentiel. Nous explorons en particulier le potentiel d'autonomie fourragère pour les élevages présents sur le territoire, et la possibilité d'augmenter les cheptels animaux en vue de maximiser le pâturage hivernal des vignes.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. LE MINERVOIS, UN TERRITOIRE VITICOLE SPECIALISE

Le territoire du Minervois est fortement spécialisé en viticulture, mais a vu se développer depuis les années 2000 une production de céréales suite aux campagnes d'arrachage de vignes. Une partie de ces céréales est cultivée en agriculture biologique en lien avec une coopérative créée par des agriculteurs. Les systèmes de culture biologiques intègrent des légumineuses fourragères (luzerne et sainfoin) dans leurs rotations, valorisées en partie par des éleveurs d'un territoire proche, et en partie par des bergers itinérants. Les deux modalités, fauche et exportation de la luzerne d'une part, pâturage direct d'autre part, sont complémentaires car elles ne valorisent pas les mêmes ressources. La fauche assure un débouché fixe pour la luzerne, et repose sur des accords de partenariat : mise à disposition sur pied, accord sur le niveau de qualité attendu. Le pâturage direct permet de valoriser des fourragères non intéressantes pour la fauche : la première pousse et les repousses automnales, et les troupeaux présents entretiennent aussi des espaces semi-naturels, de garrigues, sous-bois, zones inondables, ainsi que des parcelles de vigne en hiver, permettant ainsi le contrôle des herbes sans herbicide ni travail du sol.
La dynamique de développement de systèmes de culture biologiques, basée sur des interactions fortes, régulières et en partie structurées par des acteurs locaux (agriculteurs et association de développement agricole), est spécifique au territoire du Minervois, et semble constituer un modèle pour une transition vers l'agriculture biologique à l'échelle du territoire. Cette étude propose donc de caractériser le modèle esquissé sur ce territoire, d'identifier les équilibres entre ressources et usages sur lesquels il repose, et d'appréhender sa robustesse. L'équilibre entre offre de ressources et demande des éleveurs et bergers, autrement dit le niveau d'autonomie fourragère sur le territoire, détermine l'intérêt et la facilité pour les bergers de rester sur le territoire sur une partie de l'année. L'autonomie est donc un objectif partagé par les éleveurs et bergers, les céréaliers et dans une moindre mesure les vignerons qui souhaitent accueillir des troupeaux pour le pâturage hivernal.

1.2. DES RESSOURCES AUX SCENARIOS DE GESTION

La méthode construite consiste à analyser le fonctionnement des systèmes de production participant à l'ICET entre céréales, vignes et élevages, identifier les freins et leviers à leur développement, et construire des scénarios de développement suivant plusieurs hypothèses de disponibilité de ressources fourragères et pastorales. Des entretiens auprès de 2 éleveurs faisant leur foin sur les parcelles du Minervois, 2 bergers pâturant sur le territoire, 10 céréaliers et 8 vignerons ont permis de caractériser la situation actuelle en termes de taille de cheptel ovin, d'occupation de l'espace et de modes de conduite animale et végétale. Les références techniques produites ont ainsi permis d'estimer les besoins du cheptel et de réaliser un bilan offre / demande de ressources fourragères (distribué/pâturé), estimé en tonne de matière sèche par animal et par jour (tMS/j) ramené à un nombre de brebis/jour pouvant être alimentées sur le territoire d'étude. Les ressources végétales disponibles dans leur diversité sont cartographiées pendant les entretiens, et associées à un niveau de production atteint 4 années sur 5 (Figure 1). La cartographie des ressources actuellement disponible, et les entretiens avec les acteurs ont permis d'élaborer différents scénarios basés sur des hypothèses de différentes natures. Les hypothèses climatiques structurent des scénarios d'années sèches ou humides, impactant la ressource fourragère disponible. Les hypothèses sur les modalités de gestion des troupeaux et d'équilibres fauche/pâture structurent des scénarios sur la mobilité des animaux (avec ou sans départ en estive, accès à de nouvelles surfaces pâturables, mise à disposition de foin pour les troupeaux itinérants). Ces scénarios sont construits et évalués par les chercheurs sur la base des idées et informations collectées lors des entretiens.

2. RESULTATS

Les résultats montrent comment les ICET, et en particulier la présence de l'élevage sur le territoire, impactent positivement différentes parties de l'écosystème : réduction du travail du sol pour la gestion des inter-rangs viticoles sans pesticides, mosaïque d'habitats favorables à la biodiversité, entretien des espaces semi-naturels et boisés, qui contribue à la lutte contre les incendies. Cependant, les synergies cultures - élevages sont inféodées à la disponibilité des ressources fourragères. La fauche n'est réalisée que lorsque la culture fourragère est bien implantée et suffisamment développée, sinon le déplacement des machines et le transport du fourrage n'est pas intéressant économiquement. Le pâturage direct dépend de la possibilité pour les bergers itinérants de circuler sur le territoire, en privilégiant les zones où ils disposent de parcelles contiguës, sans obstacle majeur à franchir, avec un accès à l'eau pour l'abreuvement, la possibilité d'installation d'un habitat mobile à proximité. La présence de « zones refuge » pour quitter les parcelles viticoles en cas de fortes pluies pour éviter le tassement des sols, et la possibilité d'éviter les secteurs de chasse en saison sont également des facteurs déterminants pour la stabilisation dans le temps d'un parcours de pâturage.

En termes de ressources, les résultats soulignent la vulnérabilité des formes actuelles d'ICET par rapport aux variations climatiques. En effet, si le bilan actuel offre-demande permettrait d'accroitre légèrement le cheptel actuel (Figure 2), les ressources limitantes en été et automne deviennent insuffisantes en scénario année sèche (S1) toute l'année sauf au printemps (Figure 3). Ces projections limitent fortement la possibilité d'augmenter le cheptel du territoire sans augmentation des surfaces mises à disposition pour le pâturage, notamment au vu des prévisions climatiques sur les années à venir.

Les autres scénarios concernent l'évolution du système d'ICET. Le scénario S2 teste l'augmentation des surfaces disponibles pour le pâturage à l'ensemble de la SAU du Minervois déclarée au RPG 2019, hypothèse extrême mais qui permet de donner une idée du potentiel d'accueil animal maximal. Ce scénario accentue le déséquilibre saisonnier, donnant une grande disponibilité de ressources en hiver sur les vignes, au printemps sur les prairies temporaires (autour de 16000 brebis-jour), avec une forte chute en été (autour de 8000 brebis-jour). Ces résultats montrent néanmoins qu'il existe un « réservoir » de surfaces qui pourraient a minima sécuriser le cheptel actuel voir permettre une augmentation modérée, en tenant compte des aléas climatiques testés en S1. Le scénario S3 consiste à attribuer une partie du foin exporté actuellement aux bergers du territoire pour sécuriser leur système d'alimentation par ce stock fourrager. Selon nos données, un stock de 27 tMS de foin suffirait à sécuriser les systèmes des bergers. Comparés aux 550 tMS mis à disposition des éleveurs hors-territoire en moyenne chaque année, ce volume semble modeste et risque peu de remettre en cause le partenariat entre céréaliers et éleveurs. En revanche, la logistique pour le stockage et l'affouragement des troupeaux rend difficile la mise en œuvre de ce scénario. Le scénario S4 explore la variation du cheptel sur le territoire selon les saisons, avec une transhumance hivernale pour permettre de maximiser les surfaces de vigne pâturées, et une mise en estive d'une grande partie du cheptel pour éviter le déficit fourrager en été. Ce scénario permet une bonne adéquation ressources / cheptel, mais sa mise en œuvre soulève des questions d'accueil des troupeaux en hiver (logements pour les bergers, circulation des animaux) et des difficultés d'estive, plusieurs bergers n'ayant pas de place en estive actuellement, ou redoutant la prédation et la concurrence entre bergers sur les estives de faible altitude dont la ressource baisse fortement ces dernières années. Enfin, le scénario S5 teste la répartition plus homogène des troupeaux présents sur le territoire, avec une stratégie d'allotement permettant d'avoir moins d'animaux au même endroit au même moment. Ce scénario, testé à la demande de bergers, permet d'optimiser l'usage des ressources, mais les contraintes de déplacement et de garde des troupeaux restent très limitantes pour sa mise en œuvre.

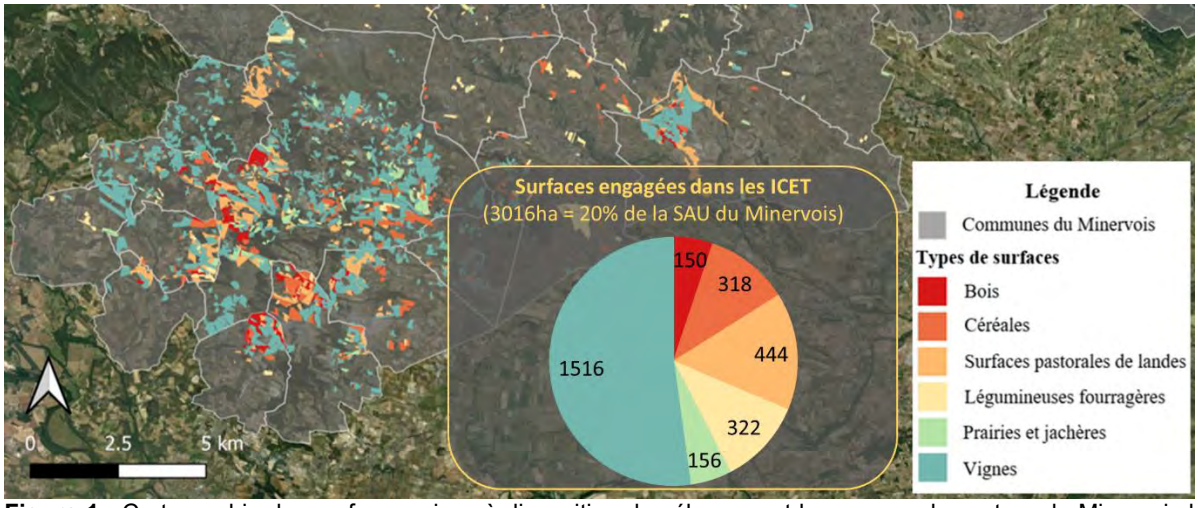


Figure 1 : Cartographie des surfaces mises à disposition des éleveurs et bergers sur le secteur du Minervois le plus concerné par les échanges céréaliers - éleveurs (en ha).

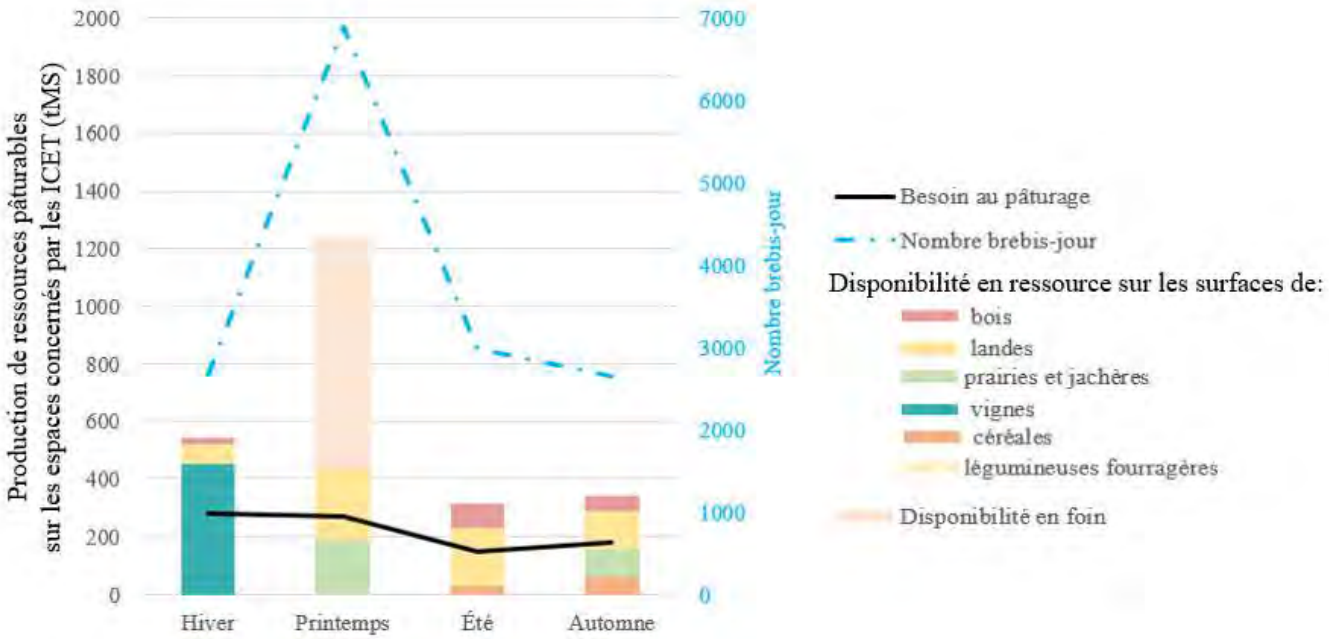


Figure 2 : Nature et volume des ressources fourragères disponibles par saison dans la situation actuelle

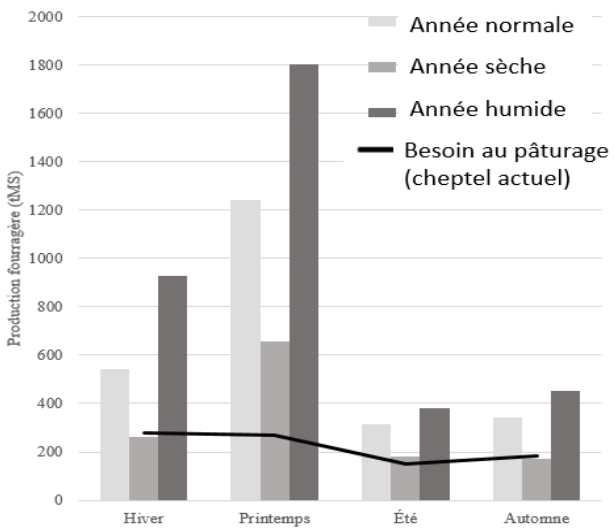


Figure 3 : Volume des ressources disponibles par saison selon les conditions climatiques

3. DISCUSSION

La démarche, qui articule contribution des acteurs et modélisation de scénarios exploratoires, apporte des clés de réflexion pour renforcer la durabilité des ICET du Minervois, et plus largement de territoires en quête d'un modèle agricole diversifié valorisant les complémentarités culture - élevage. Les bilans et la cartographie des ressources permettent de discuter la pertinence de différents scénarios de gestion, de mettre en évidence les contraintes de déplacement des troupeaux et de trouver des compromis entre usages des différentes zones du territoire. L'évaluation des formes d'ICET pourrait être renforcée par une analyse des performances économiques, de la création et distribution de la valeur ajoutée entre les partenaires, et des bénéfices réels en termes de services rendus aux systèmes agricoles (fertilité des sols, régulation biologique, lutte contre l'érosion) et au territoire (prévention incendie, ouverture des milieux). L'accompagnement des ICET sur le territoire nécessite par ailleurs l'investissement d'acteurs locaux, la sensibilisation des habitants du territoire et la médiation en cas de conflit, comme proposé par la commune de Félines-Minervois qui accompagne depuis 10 ans l'installation et le maintien d'un berger sur la commune.

CONCLUSION

Dans les territoires méditerranéens fortement exposés au changement climatique et très marqués par les limites de la spécialisation agricole, accompagner la diversification des systèmes agri-alimentaires et la transition agroécologique, notamment par les complémentarités culture - élevage, représente un enjeu majeur pour le maintien durable de l'activité agricole. La construction de connaissances par la recherche dans une démarche participative permet d'appréhender des problèmes complexes mêlant des enjeux techniques, économiques, sociaux, en apportant des éléments de compréhension, de projection et de concertation entre acteurs des territoires. La réussite de ces concertations, et dans une certaine mesure le devenir des scénarios construits dans ce travail, dépend des configurations d'acteurs, des capacités de dialogue, de la présence d'acteurs « pivots » capables de faire le lien entre des porteurs d'enjeux a priori opposés. Pour les chercheurs, le défi est de prendre en compte ces configurations d'acteurs dans la manière de construire et mener le dispositif de recherche, en adaptant les méthodes et outils aux dynamiques du territoire.

Les auteurs remercient les agriculteurs et 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 - Co-Construction de Connaissances pour les transitions écologiques.

Asai M., Moraine M., Ryschawy J., de Witd J., Hoshidee A.K., Martin G., 2018. Land Use Pol. 73, 184-194.
Dumont B., Ryschawy J., Duru M., Benoit M., Chatellier V., Delaby L., Sabatier R., 2019. Animal, 13(8), 1773–1784.
Martin G., Moraine M., Ryschawy J., Magne M.-A., Asai M., Sarthou J.-P., Duru M., Therond O., 2016. Agron. Sustain. Dev. 36, 53.
Moraine M., Ryschawy J., Napoléone M., Ramonteu S., Choisis J.-P., 2020. Innovations Agronomiques, 80, 99-112.
Van Zanten, H.H.E., Van Ittersum, M.K., De Boer, I.J.M., 2019. Glob. Food Sec. 21, 18–22.

Elevages en plaines cultivées d'Auvergne-Rhône-Alpes: quels types de relations cultures-élevages ?

RAPEY H. (1), COCHETEL C. (1), HOSTIOU N. (1), HOUDART M. (1)
(1). Université Clermont Auvergne, AgroParisTech, INRAE, VetAgro Sup, UMR 1273 Territoires, Campus des Cézeaux, 9 avenue Blaise Pascal, CS 20085, F-63178 Aubière

RESUME - Peu de travaux s'intéressent aux petites plaines cultivées des régions d'élevage et aux relations cultures-élevages développées dans ce type de zones pour en repérer les formes et dynamiques particulières. Une trentaine d'enquêtes réalisées en 2021 auprès d'éleveurs de deux petites zones cultivées d'Auvergne-Rhône-Alpes permet de caractériser la diversité des élevages quant à leurs relations aux cultures. L'analyse met en évidence trois profils d'éleveurs dans chacune des deux zones et montre qu'ils se distinguent par leurs échanges avec d'autres exploitations. Un premier profil correspond à ceux qui complètent des besoins en végétaux par ces échanges, le deuxième à ceux qui complètent des besoins de fumure, le troisième à ceux qui vendent des matières végétales. Chacun des profils a aussi une stratégie globale de développement et de valorisation de l'élevage spécifique. Ceci montre que le développement des relations cultures-élevages passe par la prise en compte de cette diversité de stratégie des élevages, en termes d'échanges et de commercialisation dans ces zones cultivées.

Livestock farms in cultivated plains of french AURA region: what types of crop-livestock relationships?

RAPEY H. (1), COCHETEL C. (1), HOSTIOU N. (1), HOUDART M. (1)
(1). Université Clermont Auvergne, AgroParisTech, INRAE, VetAgro Sup, UMR 1273 Territoires, Campus des Cézeaux, 9 avenue Blaise Pascal, CS 20085, F-63178 Aubière

SUMMARY - Few studies focus on the small cultivated plains of livestock regions and on relationships between livestock farming and cereals cultivating to identify their particular forms and dynamics. This is why thirty surveys of breeders in two small cultivated areas of Auvergne-Rhône-Alpes region (France) were realized in 2021. Their analysis highlights three contrasted breeder profiles, present in each of the two different cultivated areas, according to farming practices of crop-livestock relations: the first profile who supplement vegetal needs through exchanges with another farm, the second one who supplement manure needs through such exchanges, the third one who sell vegetal matters. Each profile also has a specific overall strategy for the development and valuation of their animal productions. This shows that the development of practices for crop-livestock relations requires to consider the diversity of livestock farm strategies in terms of matters exchanges, trade and trade and marketing in these cultivated areas.

INTRODUCTION

Durant la dernière décennie, en France, les exploitations de polyculture-élevage ont deux fois plus disparu que la moyenne des exploitations (respectivement -41% et -21% entre 2010 et 2020 ; Agreste, 2022). De plus, dans les plaines cultivées, le petit nombre des exploitations d'élevage a continué de baisser. Pourtant, durant cette période, de nombreux acteurs agricoles et environnementaux ont mis en avant et manifesté un regain d'intérêt vis-à-vis de services agronomiques et écologiques que l'élevage peut apporter aux grandes cultures pour la transition agroécologique ou la réduction d'effets des aléas climatiques et économiques sur les systèmes agricoles (Martin *& al.*, 2016 ; Mosnier *& al.*, 2020). Depuis plusieurs années, des recherches et des démarches collectives d'agriculteurs visent à redévelopper les interactions cultures-élevage dans les zones de polycultures pour y maintenir des élevages à proximité et conforter les grandes cultures (CASDAR CEREL, PSDR POEETE, etc). Malgré cela, ces interactions peinent à prendre de l'ampleur et ne concernent pour le moment qu'un public limité et que quelques types de pratiques (échanges paille-fumier, pâturage d'intercultures). Ceci questionne sur les divers verrouillages subsistant au développement des interactions cultures-élevage et sur les leviers actionnables largement.

La région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) se distingue par la présence de petites zones spécialisées en grandes cultures (quelques centaines de km^2) dans un environnement agricole marqué par l'élevage (conseil, filière), comparativement à la plupart des autres zones de grandes cultures françaises (Marie *& al.*, 2014). Cette prépondérance de l'élevage dans le territoire AURA et la proximité géographique des acteurs des filières végétales et animales suscitent depuis quelques années des initiatives et des souhaits de rapprochement et de coopération concernant les échanges fourrages-fumier ou paille-fumier, ou le développement des cultures protéiques. Mais, comme ailleurs, peu de réalisations ont vu le jour. De plus, peu de travaux se sont intéressés à ces petites plaines cultivées des régions d'élevage et à leurs relations avec les productions animales voisines alors que ce type de plaines existent ailleurs en France, et en Europe du sud et de l'est. C'est pourquoi il est intéressant et utile de porter l'attention sur les élevages qui y subsistent et d'en analyser leurs relations avec leurs voisins céréaliers ou avec d'autres éleveurs proches ou éloignés. L'objectif de l'étude présentée ici est d'interroger les formes, les atouts, les freins et les dynamiques en cours de ces interactions dans ces petites zones cultivées, lorsque éleveurs et céréaliculteurs sont relativement proches, pour en repérer les spécificités. Il s'agit aussi d'analyser dans quelles conditions l'élevage peut se maintenir dans ces zones de grandes cultures et à proximité, et de repérer de quelles manières les coopérations éleveurs-céréaliculteurs jouent un rôle favorable ou non à sa présence. Pour cela, nous avons considéré deux petites zones spécialisées en grandes cultures au nord d'AURA : l'une est très marquée par la maïsiculture dans l'Ain, l'autre plus marquée par une diversité de cultures d'oléo-protéagineux et de maïs semences dans l'Allier et le Puy-de-Dôme. Les pratiques d'élevage et de cultures des

éleveurs présents ont été analysées, ainsi que les dynamiques de leur système et les interactions qu'ils développent avec d'autres exploitations.

1. MATERIEL ET METHODES

L'étude a été conduite en 2021 en Limagne au nord-ouest de la région AURA, et dans les côtières de la Dombes et plaine de l'Ain, plus à l'est de la région. Dans les communes ciblées pour ce travail, l'espace est occupé pour deux tiers par des surfaces agricoles et une majorité d'agriculteurs n'utilise aucune surface fourragère (sources : Geoclip et Recensement Agricole). Cependant, ces deux secteurs de plaine se distinguent par leur structure foncière (parcellaire plus découpé et plus petite taille d'exploitation en Limagne que dans l'Ain), par leur type de maïsiculture et de rotation culturale (plus orientée vers les semences et avec moins de monoculture en Limagne que dans l'Ain). Le contexte règlementaire marquant l'agriculture diffère aussi : le classement en zone vulnérable nitrates est ancien en Limagne (en 2007 sur une part de la Limagne -étendue à l'ensemble en 2015- ; en 2015 pour la plaine de l'Ain uniquement). Le zonage Natura 2000 concerne une très large part de l'espace dans l'Ain (secteur de la Dombes, zones de bordures alluviales de l'Ain et du Rhône dans le département de l'Ain) alors qu'il se limite aux bords d'Allier en Limagne. L'influence urbaine est plus marquée dans l'Ain avec la métropole voisine de Lyon (1 399 000 habitants, tandis que celle de Clermont-Ferrand en Limagne compte 294 000 habitants).

Des entretiens semi-directifs avec des éleveurs visaient à décrire et comprendre le fonctionnement et la dynamique des ateliers animaux et végétaux et leurs interactions, les modes de commercialisation des différentes productions, les échanges de matières entre productions animales et végétales (intra ou inter-exploitations, monétarisés ou non) et les modifications du système d'exploitation et des pratiques envisagées à court terme.
L'échantillonnage cherchait à rendre compte de la diversité d'orientation de production des élevages et de leur part de surfaces en prairies dans les exploitations pour chacune des zones. Au final, l'échantillon des élevages enquêtés dans chaque zone est constitué de seize exploitations (32 exploitations au total – 16 dans chaque zone - situées dans 25 communes). Elles ont été identifiées progressivement, d'abord à dire de conseillers de terrain puis d'agriculteurs, selon la méthode « boule de neige ».
Dans chacune des zones, la taille des exploitations (EA) enquêtées est contrastée (Tabl. 1) : 60 à 315 ha de surface agricole utilisée (SAU)/EA en Limagne, 28 à 470 ha dans l'Ain ; 1 à 3 Unités de Main d'Œuvre (UMO)/EA dans les 2 cas. Les ateliers d'élevage des exploitations présentent une diversité d'espèces animales :
-en Limagne, 7 EA avec des bovins viande, 2 avec des bovins lait, 1 avec des ovins viande, 1 avec des porcins, 5 avec des volailles (soient 3 élevages multi-espèces)
-dans l'Ain, 5 EA avec des bovins viande, 2 avec des bovins lait, 1 avec des ovins viande, 1 avec des équins, 3 avec des porcins, 4 avec des volailles (soient 6 élevages multi-espèces).
L'analyse des données s'est faite en quatre étapes :
-caractérisation des échanges de matière entre ateliers animal et végétal, intra et inter-exploitations, pour l'ensemble des 32 éleveurs enquêtés ;
-regroupement des exploitations selon leurs modalités spécifiques d'échanges inter-exploitations, puis analyse des caractéristiques de structure et fonctionnement au sein des groupes obtenus ;
-comparaison des 3 groupes du point de vue des dynamiques et perspectives d'exploitation, et des échanges de matière récemment développés ou projetés ;
-mise en évidence des spécificités de chacune des zones en termes de pratiques d'échanges actuelles et à venir.

Zones d'enquête	Limagne	Ain
SAU / EA	60 à 315 ha	28 à 470 ha
EA avec :		
-bovins viande	7 / 16	5 / 16
-bovins lait	2	2
-ovin viande	1	1
-porcins	1	3
-volailles	5	4
-équins	0	1

Tableau 1 Caractéristiques des exploitations enquêtées

2. RESULTATS

2.1 DES ECHANGES DE PAILLE, EFFLUENTS ET/OU FOURRAGES FREQUENTS

Dans les exploitations des deux zones une forte diversité de modalités d'échanges de matières inter-exploitations est observée entre les ateliers des productions animales et végétales. Les matières cédées sont variées (paille, fourrages sur pied ou conservés, grain, fumier), ainsi que les modes de rétrocession (matière/travail/monnaie). Le caractère informel (sans engagement écrit ou financier) de ces échanges prédomine et explique probablement cette variété d'échanges.

Les échanges inter-exploitations entre atelier animal et atelier végétal sont moins courants que les échanges intra-exploitations (respectivement 54 et 95 pratiques d'échanges relevées au total). Toutefois, près de 2/3 des EA cèdent (sans monétarisation) au moins une matière (végétaux, effluents) à une autre exploitation : 9/32 EA de la paille pour les animaux, 8 des effluents pour les cultures, 6 des fourrages et/ou grains. La moitié des échanges inter-exploitations concernant les fourrages, grains et effluents datent de moins de 10 ans. De plus, près de la moitié des élevages vendent ces matières à d'autres exploitations : surtout de paille et du foin, plus rarement de la luzerne, du grain ou du fumier.

Certaines pratiques d'échanges (inter ou intra-exploitations) se distinguent par leur mise en œuvre récente dans les élevages : le pâturage d'intercultures, l'autoconsommation de diverses plantes cultivées (légumineuses, graminées, crucifères) et l'apport d'effluents ou de matières végétales d'autres élevages (paille, grains, fourrages).

2.2. TROIS PROFILS D'ELEVAGE IMPLIQUES DANS DES ECHANGES ENTRE EXPLOITATIONS

Trois profils d'élevage se distinguent par leurs modes d'échanges de matière avec d'autres exploitations.

Les éleveurs-polyculteurs **complétant leurs besoins en végétaux grâce aux échanges** (11 EA ; P1 ; Fig. 1) : ces éleveurs comblent leurs besoins en fourrages, paille et grain ; ceci donne lieu à une cession de fumier dans seulement un tiers des cas. Ces structures sont plus grandes que la moyenne de l'échantillon enquêté : une majorité a plus de 170 ha. Leurs cultures de vente occupent moins de la moitié de la SAU. Ce sont majoritairement des exploitations à plusieurs UMO. Elles ont presque toutes des herbivores (10/11) et un tiers d'entre elles associent des porcins. Elles sont peu nombreuses à pratiquer le pâturage d'intercultures dans leur parcellaire. Elles commercialisent toutes leurs produits d'élevage en circuits longs conventionnels et se trouvent plus souvent dans l'Ain.

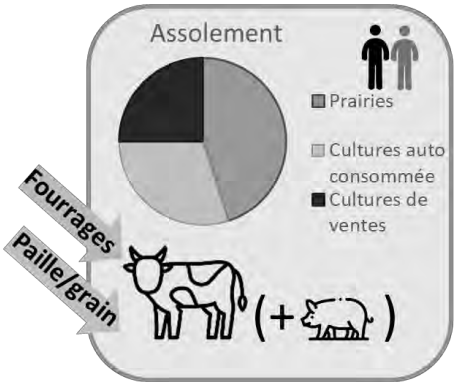


Figure 1 Représentation des caractéristiques du profil P1

Les polyculteurs-éleveurs **complétant leurs besoins de fumure grâce à l'échange** (8 EA ; P2 ; Fig. 2) : la pratique d'échange est presque exclusivement sous forme d'un don de paille contre du fumier. Ces exploitations sont les moins grandes de l'échantillon (autour de 125 ha de SAU). Les cultures de vente occupent plus de la moitié de leur SAU. Ce sont surtout des exploitations individuelles avec une seule espèce animale élevée. La moitié d'entre elles ont uniquement des herbivores, l'autre moitié uniquement des volailles. La plupart des élevages d'herbivores pratiquent le pâturage d'intercultures dans leur parcellaire pour compléter leurs besoins en fourrages. Ces structures commercialisent leurs produits d'élevage en circuits longs conventionnels, comme le profil précédent, mais elles se trouvent le plus souvent en Limagne.

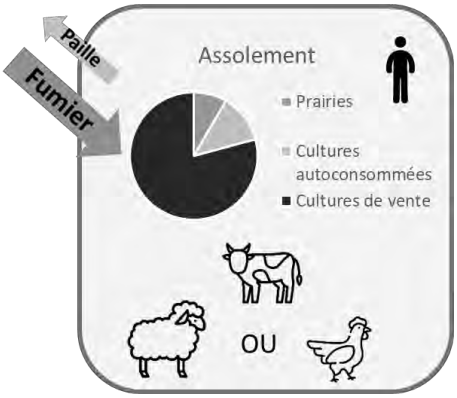


Figure 2 Représentation des caractéristiques du profil P2

Les éleveurs-polyculteurs vendant des matières végétales (13 EA ; P3) : ils pratiquent surtout la vente de paille ou foin à d'autres éleveurs. Ce groupe est plus hétérogène que les deux précédents. Il comprend une moitié d'exploitations de moins de 125 ha qui sont majoritairement en cultures de vente, et une moitié d'exploitations de plus de 200 ha avec une moindre part de cultures de vente. L'effectif de la main-d'œuvre est variable. Plus de 2/3 des exploitations élèvent des herbivores, dont 1/4 associent des volailles. Les autres exploitations élèvent uniquement des granivores (3/4 volailles). Un seul de ces élevages pratique le pâturage d'intercultures dans son parcellaire. Les éleveurs ont pour point commun de réaliser une part de commercialisation en circuits courts de formes variées (avec ou sans transformation fermière, individuellement ou collectivement, à des consommateurs ou bouchers). Les modalités dominantes de circuits courts diffèrent entre l'Ain et la Limagne (plus de transformation et vente fermière dans l'Ain). Les exploitations correspondant à ce profil se trouvent autant en Limagne que dans l'Ain.

Figure 3 Représentation des caractéristiques du profil P3

Ces profils montrent que les échanges de matière concernent beaucoup d'éleveurs de ces plaines cultivées. Les échanges prennent des formes, et visent des objectifs, de natures différentes selon les dimensions, orientations et modes de commercialisation des productions animales des exploitations. La majorité des élevages enquêtés complètent leurs besoins en matières végétales grâce à d'autres exploitations d'élevage qui sont situés le plus souvent dans leur zone. Il y a aussi une part significative d'éleveurs exploitant des structures de moindre dimension qui doivent faire appel à d'autres éleveurs de leur zone pour compléter leurs apports d'effluents et ainsi améliorer ou maintenir les rendements de leurs surfaces cultivées. Les échanges développés par tous ces éleveurs sont orientés essentiellement vers d'autres éleveurs de la plaine où ils se situent et ayant des besoins végétaux ou de fumure. Bien que peu nombreux dans les plaines cultivées d'AURA, ces élevages ont des stratégies et des besoins relativement complémentaires pour la paille, les fourrages et effluents.

2.3 DIFFERENTES DYNAMIQUES RECENTES DES ELEVAGES

Les changements récents (depuis 5 ans) de dimensionnement des élevages concernent plus le cheptel (7/32 EA avec augmentation du nombre d'animaux, 4/32 EA avec diminution) que la surface d'exploitation (5/32 EA avec augmentation des hectares utilisés, 2/32 EA avec diminution). Plus souvent, il y a eu une augmentation de la part de surface consacrée aux animaux (17/32), et près de la moitié des élevages (13/32) ont augmenté la valeur ajoutée de leur production animale avec plus de volumes négociés en circuits courts. Chacune de ces tendances ne présente pas la même occurrence selon les profils d'élevage (cf 2.2). Le premier profil recourant à des compléments végétaux d'autres exploitations présente plus d'augmentation du nombre d'animaux (6/11) que les deux autres profils (3/8 pour P2 et 2/13 pour P3). Le troisième profil compte le plus d'élevages ayant réduit le cheptel (4/13). L'augmentation de surfaces utilisées pour les animaux est aussi plus fréquente dans le premier profil (8/11 ; 3/8 pour P2 et 5/13 pour P3). Quant au développement récent de la valeur ajoutée des animaux, il est plus fréquent pour le troisième profil (8/13) que pour les deux autres (respectivement 3/11 et 1/8 pour P1 et P2). Ceci confirme que les spécificités des profils ne concernent pas seulement leurs échanges de matière mais touchent plus globalement leurs stratégies de développement et de valorisation de l'élevage : P1 axé sur les volumes d'animaux, P2 axé sur les volumes de cultures de vente, P3 axé sur la valeur ajoutée des animaux. Chacune de ces dynamiques d'élevage correspond aussi à certaines prépondérances et priorités d'interactions cultures-élevage intra et inter-exploitations : intercultures et végétaux « extérieurs » à moindre coût pour les animaux concernant P1 (avec développement récent de ces pratiques pour la moitié des EA) ; compléments de fumures pour maintenir la productivité des terres de cultures de vente pour P2 (avec pratiques récentes de cet échange pour la moitié des EA) ;

ventes de surplus végétaux sans surcharge de travail pour P3 (sans pratique récente pour ces EA).

Profils d'élevages réalisant des échanges inter-EA	P1 : avec importation de végétaux d'autres EA (11 EA)	P2 : avec importation de fumure organique d'autres EA (8 EA)	P3 : avec vente de végétaux à d'autres EA (13 EA)
Variation récente du nombre d'animaux :			
- ↗	6	3	2
- ↘	1	0	4
Variation récente de la SAU :			
- ↗	8	3	5
- ↘	2	0	1
Augmentation de la valeur ajoutée d'animaux	3	1	8

Tableau 2 Changements récents des exploitations enquêtées

Malgré ces dynamiques, les éleveurs identifient plusieurs menaces pour les échanges entre élevages et cultures dans leur zone : l'éloignement de plus en plus grand entre éleveurs du fait de la cessation et de l'agrandissement de certains élevages, les écarts de dimension des équipements -pour le travail des surfaces et les récoltes- qui ne cessent de s'accroitre entre éleveurs et polyculteurs, la moindre disponibilité en surplus végétaux dans les exploitations de la zone et autour à cause de la baisse des rendements en cultures pour des raisons agroclimatiques, et à cause du transfert de matière végétale vers la méthanisation.

3. DISCUSSION

Une majorité d'élevages présents dans ces petites zones de grandes cultures sont dans une logique d'échanges inter-exploitations non-marchands pour compléter leurs besoins en végétaux ou en fumure, et ainsi conforter soit leur atelier d'élevage, soit celui des cultures. Toutefois, la part des éleveurs prêts à céder du fumier est faible, même quand l'atelier d'élevage est de grande taille car ces exploitations ont aussi beaucoup d'hectares nécessitant de la fumure. Les échanges non-marchands impliquent surtout des éleveurs-polyculteurs géographiquement proches et, dans une moindre mesure, des céréaliculteurs proches ou des éleveurs d'autres zones. Ceci donne à comprendre pourquoi le recul de l'élevage dans les zones cultivées inquiète ces éleveurs et menace les échanges inter-exploitations. La distance géographique ou professionnelle entre les exploitants conditionne fortement le développement de ces échanges.

La diversité de dimension et d'orientation productive des élevages présents est forte dans ces petites zones cultivées ; ceci s'explique probablement par la présence des infrastructures et métiers nécessaires à ces activités animales (transports, négociants et abattoirs multi-espèces, boucheries de type et taille variés –artisanale, GMS-) et par la proximité et densité d'un bassin de consommation urbain. La diversité de dimension et d'orientation des élevages qui subsiste encore semble plutôt favorable aux échanges entre exploitations (entre P1 et P2 notamment).

De plus, les dynamiques de l'élevage dans les exploitations ne sont pas uniformes, même si elles comportent souvent un maintien de la taille du foncier (par contrainte ou choix) : augmentation du nombre d'animaux et des compléments fourragers « externes » (P1), réduction du nombre d'animaux avec amélioration de l'autosuffisance en fourrage et production de valeur ajoutée (P3). Dans d'autres cas moins courants, des élevages fortement orientés vers les grandes cultures (P2) n'envisagent pas de changement de dimension ou de valorisation de l'atelier animal ; l'attention des exploitants semble plus portée sur le maintien de la productivité et de la rentabilité de leurs cultures de vente en s'appuyant sur l'élevage avec des échanges intra-exploitation ou avec des éleveurs proches.

Malgré les multiples interactions entre élevages et cultures, favorisées par des objectifs de réduction d'intrants et d'augmentation de volumes produits, les pratiques mises en œuvre relient peu d'agriculteurs pour ces échanges et engagent peu de reconfigurations des systèmes de cultures (quant à l'assolement ou l'irrigation par exemple) ou d'élevage (quant à l'alimentation ou la conduite du pâturage par exemple) quels que soient les types d'élevage de ces zones (grands ou petits, circuits longs ou courts). Le besoin de sécurisation ou la difficulté de projection économique (quant aux ressources et marchés futurs) qui marque le secteur de l'élevage, quelles que soient les filières, constitue un frein à ces reconfigurations collectives de plus grande ampleur dans les élevages. Pour aller plus loin dans le développement des échanges cultures-élevage, les actions d'accompagnement doivent intégrer tout particulièrement ces freins et apporter des moyens de régulations et ajustements pluriannuels et pluriacteurs de ces échanges en collectifs restreints.

CONCLUSION

Dans les deux petites zones de grandes cultures étudiées en AURA, les éleveurs sont engagés dans des échanges très variés de matière, sans pour autant représenter des volumes, tonnages ou étendues importantes. Quelle que soit la zone, les échanges prennent de multiples formes et visent des objectifs différents selon les dimensions, orientations et commercialisations des productions de ces élevages. La diversité des élevages encore présents est favorable à des réciprocités d'échanges entre ces exploitations, et dans une moindre mesure à des échanges avec des polyculteurs ou des éleveurs éloignés. Cette diversité d'implication et d'attentes des éleveurs vis à vis des échanges doit être prise en compte pour que leurs développements futurs soient appropriés et élargis.

Merci à tous les agriculteurs 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 et d'INRAE dans le cadre du projet de recherche ELICAURA (2020-2023).

Marie M. *& al.*, 2014. Mappemonde, n°114, 24.
Martin G. *& al.*, 2016. Agron. Sustain. Dev., 36: 53.
Mosnier C. *& al.*, 2020.Cah. Agric. 29 : 30.

Des prairies et couverts diversifiés comme base de l'alimentation d'un système bovin laitier agroécologique adapté au changement climatique

Diversified grasslands and grazed crops as the basis for feeding an agroecological dairy system adapted to climate change

NOVAK S. (1), DIDIOT C. (1), BOURGOIN F. (1), GUYARD R. (1), CHARGELEGUE F. (1), AUDEBERT G. (1), DELAGARDE R. (2)
(1) INRAE, FERLUS, F-86600, Lusignan, doi: 10.15454/1.5572219564109097E12
(2) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590, Saint Gilles, France

INTRODUCTION

Le pâturage de prairies multi espèces couplé à une diversification des ressources fourragères complémentaires semblent une voie prometteuse pour atteindre l'autonomie fourragère, voire protéique, dans un contexte de limitation d'utilisation des intrants et d'augmentation des contraintes climatiques (Dumont *et al.*, 2020). Afin de vérifier cette hypothèse, nous présentons les rendements valorisés des prairies et la ration du troupeau bovin laitier de l'expérimentation système OasYs (Novak *et al.*, 2018), située en zone séchante (Lusignan, Vienne), sur une période de 4 ans (2017-2020).

1. MATERIEL ET METHODES

Le système fourrager (30 parcelles, 91 ha dont 60% en prairies, 3% en maïs, 9% en sorgho) est conduit sans irrigation et avec très peu d'engrais minéraux azotés. Il a pour objectif de produire le fourrage nécessaire pour alimenter le troupeau laitier (72 vaches) et les génisses de renouvellement, quels que soient les aléas climatiques. Les prairies de 4 ou 5 ans, avec 35% de légumineuses en moyenne, sont diversifiées sur l'assolement et au sein de chaque parcelle, en termes de familles, d'espèces, de variétés, d'âge et de conduite (Novak *et al.*, 2018). La priorité est donnée à leur pâturage. La quantité d'herbe valorisée des prairies pâturées a été évaluée avec la méthode Herbvalo (Delagarde *et al.*, 2017). Pour les fourrages conservés, les rations mensuelles du troupeau laitier ont été déterminées grâce aux quantités distribuées journalièrement.

2. RESULTATS

2.1. RENDEMENTS DES PRAIRIES MULTIESPECES

Les rendements valorisés des prairies pâturées et/ou fauchées ont varié de 2,2 à 12,9 t MS/ha/an selon les années. Ils ont été en moyenne de 6,6 , 6,3 et 7,9 t MS/ha/an respectivement pour les prairies uniquement pâturées, pâturées et fauchées, et uniquement fauchées. Ils ont été statistiquement plus élevés pour i/les prairies fauchées comparativement aux prairies pâturées et fauchées et ii/pour les prairies contenant de la chicorée. Seules 18% des 71 parcelles.années en prairie ont été fertilisées avec de l'azote minéral, ce qui représente en moyenne 12 kg N/ha/an.

2.2 RATION DU TROUPEAU LAITIER

L'herbe a représenté en moyenne 70% (39% au pâturage et 31% sous forme conservée) de la ration annuelle du troupeau laitier, allant de 28 à 100% de la ration selon les mois (Tableau 1). L'herbe pâturée a été le principal fourrage durant les mois d'avril, mai et juin. Les autres fourrages pâturés ont été principalement de la betterave fourragère, des intercultures et des repousses de méteil ou de sorgho, et dans une moindre proportion des mélanges colza-navet et sorgho-lablab. Les fourrages conservés ont représenté de 0 (en mai) à 95% (en janvier) de la ration, avec une moyenne annuelle de 49%. Il s'agissait essentiellement d'herbe (foin ou enrubannage), mais également d'ensilages de sorgho (7%), de maïs (6%) et des enrubannages de méteils (5%). Les concentrés ont représenté de 0 à 10% de la ration, soit en moyenne 47 g/l de lait. La production laitière annuelle a varié de 6468 à 6978 l lait corrigé sur la matière utile /vache.

DISCUSSION / CONCLUSION

Les prairies temporaires multiespèces et riches en légumineuses ont permis de bons niveaux de production fourragère quelles que soient l'année et le mode d'exploitation (pâturage ou fauche), malgré le faible niveau de fertilisation. Les prairies comportant de la chicorée, la betterave fourragère et des intercultures ont permis d'allonger la saison de pâturage. Grâce à cette diversification des fourrages pâturés et conservés et à une large utilisation des légumineuses, le système à bas intrants OasYs a été proche de l'autonomie fourragère (98%) et protéique (94%) sur 2017-2020.

Les auteurs et autrices remercient R. Perceau, A. Martineau, D. Boutant, F. Ecalle et J. Chargelègue pour leur travail. Ces travaux ont été financés en partie par le Ministère de l'Agriculture (CASDAR Herbvalo) et par l'Europe (projet Interreg de l'Espace Atlantique Dairy-4-Future).

Delagarde, R., Caillat, H., Fortin, J. 2017. Fourrages, 229, 55-61.
Dumont, B., Puillet, L., *et al.*, 2020. Front. Sustain. Food Syst., 4.
Novak, S., Audebert, G., *et al.*,.2018. Fourrages, 233, 27-34.

% Matière sèche		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Fourrages pâturés	Prairies	1	**27**	**40**	**87**	**89**	**92**	**49**	**20**	**12**	**19**	**27**	4
	Intercultures	0	1	8	8	11	1	9	5	6	3	2	0
	Betteraves	1	3	1	0	0	0	3	4	6	9	4	2
	Sorgho	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0
	Colza-navet	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrés		7	7	5	1	0	1	3	4	4	5	7	7
Fourrages conservés	Foin	10	12	7	1	0	0	2	3	6	12	10	7
	Herbe	**43**	**23**	**18**	1	0	6	**27**	**54**	**55**	**26**	**18**	**36**
	Céréales-protéagineux	6	5	3	0	0	1	7	7	4	8	8	5
	Sorgho monocoupe	**27**	**17**	**14**	1	0	0	0	0	0	2	8	**15**
	Maïs	5	4	5	0	0	0	0	0	4	**17**	**16**	**23**

Tableau 1 : ration mensuelle du troupeau bovin laitier de l'expérimentation système OasYs sur 2017-2020.
Les chiffres en gras indiquent les fourrages majoritaires dans la ration.

Diversité de fonctionnement des systèmes ovins allaitants associés ou non à un élevage bovin allaitant dans le nord du Massif Central

Diversity of functioning of meat sheep farms combined or not with beef cattle in the north of Massif Central, France

MUGNIER S. (1,2), COURNUT S. (1), HUSSON C. (1,2)
(1) Université Clermont Auvergne, AgroParisTech, INRAE, VetAgro Sup, UMR Territoires, F-63170 Aubière, France
(2) L'Institut Agro Dijon, 26 Boulevard Dr Petitjean, 21079 Dijon, France

INTRODUCTION

En France, 35 % des systèmes ovins sont associés à une production bovine (Base de données nationales d'identifications, 2018). Mugnier *et al.,* (2021) ont montré l'intérêt de cette mixité pour la durabilité des exploitations (EA) et identifié différentes façons de combiner les 2 espèces au pâturage et dans le travail. L'objet de cette étude est de voir si les formes d'association entre espèces dépendent du fonctionnement du système ovin.

1. MATERIEL ET METHODES

Une enquête en ligne a été réalisée auprès d'élevages ovins allaitants du nord du Massif Central, et obtenu un échantillon de 23 EA ovins spécialisés (60 à 500 brebis) et 43 EA mixtes « Ovin – Bovin allaitants » (70 à 860 brebis ; 15 à 210 vaches), importants dans cette région (Rapey *et al*., 2018). Nous avons caractérisé le fonctionnement des EA en considérant 5 dimensions : 1) le travail à travers le collectif de travail, son organisation, et la prise de congés et week-ends, 2) la conduite des animaux avec la caractérisation de la reproduction, des races utilisées et la productivité numérique, 3) la conduite des surfaces avec la part des prairies et des cultures, et le chargement animal, 4) la commercialisation avec la répartition des ventes et l'engagement dans des filières de qualité, et 5) la structure du parcellaire. Une analyse des correspondances multiples suivie d'une classification ascendante hiérarchique nous a permis d'identifier différents types de fonctionnement. Nous avons ensuite dans chaque type observé la part de systèmes mixtes, et pour ces derniers, l'intégration des 2 espèces au pâturage.

2. RESULTATS

Nous avons identifié 5 types de fonctionnement d'EA. Le 1er type (9 EA) correspond à des systèmes mixtes gérés par une seule personne non aidée, ne prenant ni congés ni week-ends. La conduite des animaux vise un étalement des ventes sur toute l'année grâce à plusieurs périodes de reproduction, et l'accélération des brebis. L'assolement comprend des prairies mais aussi quelques hectares de céréales et le parcellaire est groupé. Le 2ème type (14 EA dont 10 mixtes) correspond à des systèmes gérés par 1 personne aidée par un bénévole. Les animaux sont conduits de manière intensive avec des rythmes de reproduction accélérée, la recherche d'une forte productivité numérique et une vente d'agneaux sous signe de qualité centrée sur quelques mois au printemps ou à l'automne. Les surfaces font la part belle aux céréales et prairies temporaires. Le 3ème type (18 dont 14 mixtes) correspond à des systèmes avec un effectif important de brebis, gérés par 1 personne aidée par un salarié ou 2 personnes. Ces systèmes totalement herbagers, conduisent leurs animaux en 1 agnelage par an, pour une vente d'agneaux centrée sur les mois d'été. Le 4ème type (12 EA dont 3 mixtes) correspond à des systèmes en majorité spécialisés ovins, gérés par une personne aidée de plusieurs bénévoles, prenant des congés et des week-ends. La conduite des animaux et des surfaces est relativement variable ainsi que les profils de vente. Le 5ème type (13 EA dont 7 mixtes) correspond à des systèmes gérés par 1 personne aidée par un bénévole, ne prenant ni congés ni week-ends. Très herbagers avec un parcellaire éclaté, ils ont une petite troupe ovine qui pâture toute l'année et ne sont pas engagés dans des filières de qualité.

Les 5 types sont résumés dans le tableau 1, où nous avons synthétisé les différentes dimensions de notre analyse selon un gradient (de – à ++). Cela nous permet de constater certains liens. Ainsi, la prise de congés et de week-ends semble possible quand les éleveurs sont aidés de bénévoles ou salariés. Nous notons d'autre part la cohérence entre conduite des animaux et des surfaces. Pour les systèmes mixtes, nous constatons, que l'intégration des 2 troupeaux au pâturage (pâturage alterné ou simultané) semble favorisée par un parcellaire groupé.

3. DISCUSSION ET CONCLUSION

La mixité se retrouve dans les 5 fonctionnements identifiés. Un type, marqué par le manque de main-d'œuvre et la volonté d'étaler la production et le travail, ne concerne que des systèmes mixtes. Un autre présentant des conditions favorables en termes de main-d'œuvre et congés concerne une majorité de systèmes spécialisés. Ces résultats soulignent le poids de l'organisation du travail dans le fonctionnement des systèmes mixtes (Mugnier *et al.,* 2021). Des études complémentaires restent à mener sur ce sujet.

Mugnier, S., Husson, C., Cournut, S. 2021.Renew. Agric. Food Syst., 36, 344–352
Rapey, H., Gendron, P.J., Healy, S., Hiriart-Durruty, M., Veny, N., Miquel, M., Bonestebe, M., Dumont, B. 2018. Eco. Rurale, 365, 89-102

Variables	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Collectif de travail	-	=	+	+	=
Prise de congés et de week-ends	-	=	=	+	-
Intensité de la conduite des troupeaux	+	+	-	=	-
Intensité de la conduite des surfaces	+	++	-	=	-
Etalement des ventes des agneaux	++	-	+	=	=
Engagement dans des filières qualités	=	+	=	=	-
Parcellaire groupé	+	=	=	=	-
Association des 2 espèces au pâturage	++	=	+	-	-

Tableau 1 Les 5 types de fonctionnement (- : faible ; = : moyen ou variable ; + : élevé ; ++ : très élevé).

La mixité d'espèces contribue à sécuriser et régulariser l'approvisionnement des filières
Mixed-species farms contribute to secure and regularise the supply of the sectors

COURNUT S. (1), MUGNIER S. (1,2) et HUSSON C. (1,2)
(1) Université Clermont Auvergne, AgroParisTech, INRAE, VetAgro Sup, UMR Territoires, F-63170 Aubière, France
(2) L'Institut Agro Dijon, 26 Boulevard Dr Petitjean, 21079 Dijon, France

INTRODUCTION

Dans le contexte actuel d'accroissement des incertitudes et d'incitation à la transition agro-écologique, la mixité des espèces animales au sein des exploitations est l'une des solutions mise en avant (Martin *et al.,* 2020). Des études ont montré que l'association d'ovins et de bovins sur une même exploitation permettaient de mieux valoriser les ressources, de sécuriser les revenus et de mieux organiser le travail (Mugnier *et al.,* 2021). Cependant, peu d'études se sont intéressées aux bénéfices potentiels de tels systèmes pour les filières.

1. MATERIEL ET METHODES

Les résultats présentés sont issus de deux études réalisées en 2019-2020 dans le nord du Massif central : l'une basée sur des enquêtes auprès de 37 exploitations mixtes « Ovins allaitants – Bovins », et l'autre sur des enquêtes en ligne auprès de 105 exploitations ovines associés ou non à des bovins. L'analyse des trajectoires des exploitations mixtes de la première étude a permis de comprendre comment elles s'adaptaient aux différents types d'aléas. L'analyse des ventes d'agneaux des exploitations de la seconde étude a permis d'identifier différents types de profils et de les caractériser. Pour cela une analyse des correspondances multiples suivie d'une classification ascendante hiérarchique a été réalisée.

2. RESULTATS

2.1. LA MIXITE OVIN-BOVIN PERMET AUX EXPLOITATIONS DE S'ADAPTER A DIFFERENTS TYPES D'ALEAS

Nous avons montré que pour adapter leur exploitation aux aléas climatiques, économiques et liés à la main d'œuvre, les éleveurs ont utilisé plusieurs mécanismes liés à la combinaison des deux espèces : modification du ratio brebis/vache, des périodes de reproduction, de la polyvalence des travailleurs, de la gestion du pâturage et de l'allocation des ressources entre les espèces (Tab. 1).

	Aléas		
	Travail	Climat	Marché
Ratio ovins/bovins	x	x	x
Articulation des périodes vêlages/agnelages	x	x	
Répartition de la main-d'œuvre entre les 2 ateliers	x		
Imbrication des circuits de pâturage	x		
Répartition des fourrages conservés entre les 2 espèces		x	
Diversification des produits			x

Tableau 1 Mobilisation des leviers liés à la mixité pour faire face à différents aléas

2.2. LA MIXITE OVIN-BOVIN PARTICIPE A LA CONSTRUCTION D'UNE DIVERSITE DE PROFILS DE VENTE D'AGNEAUX

Nous avons mis en évidence trois profils de vente d'agneaux dans les exploitations (figure 1) : le premier correspondant à des ventes étalées sur 5 à 7 mois centrées sur l'été, le second à des ventes étalées sur 8 à 12 mois et le dernier à des ventes sur de courtes périodes (2 à 4 mois) hors été. Ces profils de vente sont complémentaires à l'échelle de l'année, notamment parce que le premier profil, que l'on retrouve essentiellement dans les exploitations mixtes, permet de fournir des agneaux en été à une période où les exploitations des autres profils sont moins nombreuses à en fournir (Figure 2). Cette diversité des profils de vente s'observe chez tous les opérateurs.

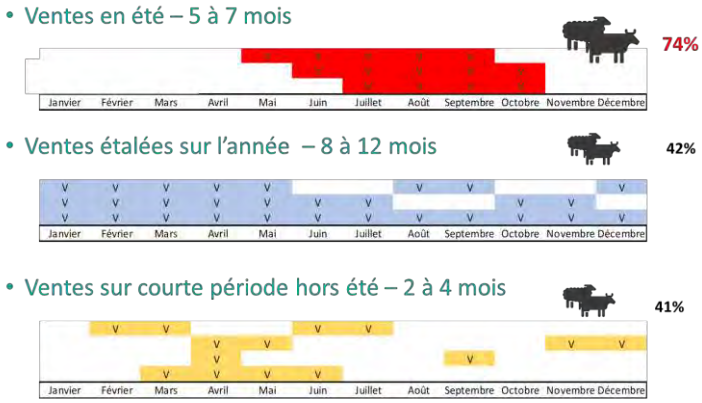


Figure 1 Illustration des 3 profils de vente : chaque ligne décrit les périodes de vente d'une exploitation
x% : % d'exploitations mixtes parmi le profil

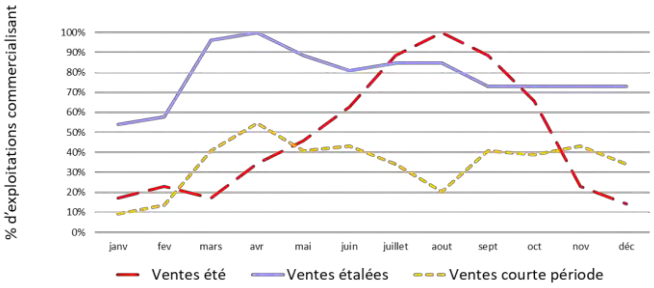


Figure 2 Complémentarité des profils de vente d'agneaux

3. DISCUSSION ET CONCLUSION

La mixité ovin-bovin réduit ainsi la sensibilité des exploitations aux aléas (Mosnier *et al*., 2021), contribuant ainsi à la sécurité de l'approvisionnement en agneaux des filières. L'analyse des profils de vente a par ailleurs montré que les systèmes mixtes contribuaient aussi à la régularité de cet approvisionnement. Ces systèmes peuvent de plus constituer une opportunité pour le renouvellement des générations d'éleveurs, préoccupation majeure des filières. En effet, d'après Perrot (2020), la mixité bovin-ovin concerne une installation sur trois en ovins. Les porteurs de projets recherchent dans cette diversification des productions un travail varié, l'intégration dans des collectifs de travail et des systèmes plus résilients.

Martin G., Barth K., Benoit M., *et al.,* 2020. Agric. Syst., 181, 102821.
Mugnier S., Husson C., Cournut S., 2021.Renew. Agric. Food Syst., 36, 344–352
Mosnier C., Benoit M., Minviel J.J., Veysset P., 2021. Int. J. Agric. Sustain, 20, 312-326
Perrot C., 2020. Webinaire Juillet 2020, https://idele.fr/rmt-travail

Pâturage des intercultures par les ovins et les bovins : état des lieux en France
Intercrop grazing by ovine and bovine herds: overview in France.

JOUSSEINS C. (1), TUMOINE E. (1), DUCOURTIEUX C. (2), CYRILLE A. (2)
(1) Institut de l'Elevage, Campus INRAE, Chemin de Borde Rouge, 31320 Auzeville-Tolosane
(2) Chambre d'agriculture de Dordogne, 295 Boulevard des Saveurs Cré@Vallée Nord, 24660 Coulounieix-Chamiers

INTRODUCTION

Le pâturage des intercultures (IC) consiste à valoriser les couverts végétaux, les repousses de cultures ou les adventices dans une parcelle entre deux cultures. Il peut être réalisé au sein d'une ferme possédant un troupeau, ou entre un élevage et une ferme en grandes cultures. Les références sur cette pratique sont rares et peu diffusées.

1. MATERIEL ET METHODES

Une enquête pour comprendre les pratiques de pâturage des IC a été diffusée sur les réseaux sociaux au printemps 2021. 71 agriculteurs français pratiquant le pâturage des IC y ont répondu. Les données ont été analysées en tenant compte du lieu de pâturage (intra ou inter exploitation) et du type d'animaux (ovin ou bovin, allaitant ou laitier).

2. RESULTATS

2.1. DU PATURAGE INTRA EXPLOITATION, SAUF POUR LES TROUPEAUX OVINS ALLAITANTS

Les éleveurs et polyculteurs-éleveurs sont prépondérants dans notre échantillon, seuls 7 céréaliers ont répondu. 60% pratiquent le pâturage des IC en intra exploitation, 20% pratiquent exclusivement en inter exploitation, et 20% pratiquent en intra et extra exploitation. 72% des répondants déclarent du pâturage avec des ovins allaitants - seuls ces animaux réalisent du pâturage sur des surfaces d'IC externes à leur exploitation. 21% des répondants réalisent le pâturage des IC avec des bovins allaitants, 10% avec des ovins laitiers et 8% avec des bovins laitiers. Une même exploitation peut réaliser le pâturage avec différentes espèces animales.

2.2 ELEVEUR ET CEREALIER : DES CHOIX DIFFERENTS ENTRE ALIMENTATION DU TROUPEAU ET AGRONOMIE

Pour le choix du couvert, les éleveurs choisissent des espèces à vocation fourragère, les céréaliers privilégient plutôt les caractéristiques agronomiques. Dans 1 cas sur 2, les céréaliers choisissent seuls la composition des couverts. Les semis ont lieu principalement de fin juin à mi-août. Dans 90% des cas, au moins 2 espèces sont implantées. Les espèces implantées sont variées (tableau 1). Concernant les critères de décisions pour faire entrer le troupeau dans le couvert les éleveurs privilégient l'alimentation du troupeau (quantité, maturité) et les céréaliers favorisent l'intérêt agronomique. Ainsi, le pâturage des couverts se fait plutôt en fin d'été et en automne chez les éleveurs, en automne et en hiver chez les céréaliers, ce qui oriente le choix vers les ovins qui ne provoquent pas de tassement excessif (Sagot L, Verret V, 2021). 34% des répondants déclarent que les IC pâturées sont fertilisées et dans 60% des cas, une destruction du couvert est réalisée après pâturage.

2.3 GESTION DES ANIMAUX AU PATURAGE

Comme pour les autres surfaces additionnelles, l'éleveur gère seul le troupeau même chez les céréaliers (Landais et al, 2020). Des systèmes mobiles de clôtures sont utilisés (fils électriques - 70%, filets - 30%). Le pâturage extra exploitation se fait toujours dans un rayon réduit : 50% des troupeaux pâturent dans un rayon de 5 km, seuls 20% dépassent 15 km. Des questions relatives au bien-être animal peuvent se poser : dans le cadre d'un pâturage d'IC dans une exploitation d'élevage, les animaux ont accès à un abri et à un point d'eau au pâturage dans 80 et 90% des cas. Chez les céréaliers, un point d'eau n'est présent que dans 40% des cas et un abri dans 20%.

2.4 DES PARTENARIATS MAJORITAIREMENT INFORMELS MAIS PAS TOUJOURS GRATUITS

Dans plus d'un cas sur deux, le partenariat n'est même pas formalisé à l'oral. Seuls 9 % des agriculteurs mettent en place une convention de mise à disposition. Pourtant, dans 40 % des cas, il y a un échange entre les deux parties (viande, agneau, fumier, argent) toujours de l'éleveur vers le céréalier.

3. DISCUSSION

68% de la Surface Agricole Utile Française est classée en zone vulnérable, imposant la mise en place de grandes surfaces d'IC potentiellement pâturables. Leur pâturage présente des intérêts pour améliorer l'autonomie fourragère et réduire les opérations de destruction. Si la pratique tend à se déployer au sein des exploitations en polyculture – élevage y compris avec des bovins, la pratique extra exploitation se limite au pâturage avec des ovins. Compte tenu du rayon d'action limité des troupeaux, le pâturage ovin des IC pourrait se déployer assez facilement dans les zones de polyculture-élevage mais est confronté à plusieurs difficultés dans les zones céréalières spécialisées : absence d'éleveurs, d'infrastructures (abattoir, négoce) d'accompagnement technique mais aussi le caractère aléatoire et saisonnier du pâturage des IC.

CONCLUSION

Le pâturage des intercultures implantées présente des atouts pour favoriser une agriculture plus agroécologique mais son développement semble difficile dans les zones spécialisées en grandes cultures. Les partenariats éleveur-céréalier semblent déséquilibrés, les contraintes reposant principalement sur l'éleveur. Le projet Inter-AGIT+ (2022-2025) vise à mieux documenter les effets agronomiques des intercultures pâturées et à formaliser des cadres d'accompagnement équitables et sécurisants pour attirer des troupeaux extérieurs et à terme réintroduire des élevages herbivores dans les zones spécialisées en grandes cultures.

Les auteurs remercient l'UMT PASTO, les partenaires et les agriculteurs du projet Inter-AGIT+ (financé par le CASDAR).

Landais E, Jousseins C., Miquel M., Boisvert B., Ducourtieux C., Faisabilité et écueils du pâturage ovin sur des surfaces additionnelles dans un territoire agricole diversifié, Renc. Rech. Ruminants, 2020, 25, p372
Sagot L, Verret V, Pâturage des céréales : les premières références, POSCIF, 2021, 4p

GRAMINEES	%*	LEGUMINEUSES	%*	CRUCIFERES	%*	AUTRES	%*
Avoine brésilienne	41	Vesce commune	56	Colza fourrager	50	Phacélie	37
Ray-grass italien	35	Trèfle d'Alexandrie	49	Radis structurator	39	Tournesol	34
Sorgho fourrager	32	Trèfle incarnat	39	Moutarde	32	Sarrasin	23
Avoine d'hiver	31	Féverole	32				

Tableau 1 : Espèces les plus couramment implantées dans les couverts
%* Pourcentage d'enquêtés ayant cité ces espèces comme entrant dans la composition de leurs couverts