

Conception de systèmes d'élevages caprins agroécologiques : retours de 10 ans de l'expérimentation-système Patuchev

CAILLAT H. (1), RANGER B. (1), AUDEBERT G. (1), BRUNETEAU E. (1), FATET A. (1), PARAUD C. (2), QUENON J. (1), BOSSIS N. (3), JOST J. (3,4)

(1) INRAE, Fourrages, Ruminants et Environnement, Les Verrines, 86600 Lusignan, France

(2) ANSES, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, 60 rue de Pied de Fond, 79000 Niort, France

(3) Institut de l'Élevage, CS 45002, 86550 Mignaloux Beauvoir, France

(4) BRILAC - REDCap (Réseau d'Expérimentation et de Développement Caprin) - 86550 Mignaloux-Beauvoir, France

RESUME

En 2013, INRAE, avec l'appui des professionnels de la filière caprine, a mis en place l'expérimentation-système Patuchev. Les fondements de cette expérimentation s'inscrivent dans un contexte d'une forte volatilité du prix des matières premières, et d'une faible autonomie alimentaire des élevages caprins français (61 %). Le dispositif mis en place visait ainsi à répondre à la question : « Quels types de systèmes d'élevages permettraient une meilleure autonomie en intrants, sous contrainte de production ? ». Les objectifs étaient de limiter la consommation d'énergie, réduire l'utilisation de produits de synthèse, et favoriser la biodiversité et le bien-être animal. Notre hypothèse a été qu'une plus grande utilisation de l'herbe constituait une des solutions pour atteindre ces objectifs et contribuer à une transition agro-écologique des élevages de chèvres laitières. Le dispositif a consisté à évaluer sur le long terme trois systèmes de type polyculture-élevage représentés chacun par un troupeau d'environ 60 chèvres de race Alpine et 10,4 hectares de surface totale attribuée de façon définitive : un troupeau avec une période de reproduction saisonnée (mise-bas en février) pâturant, et deux troupeaux avec une période de reproduction en contre-saison (mise bas en octobre) : l'un pâturant et l'autre élevé en chèvrerie et alimenté à base de foin séché en grange. En s'appuyant sur les principes de l'agro-écologie, un ensemble de choix techniques ont été mis en place dès le départ tels que l'utilisation de prairies multi-espèces ou associations céréales protéagineux intégrées dans des rotations longues, l'absence de fertilisation minérale azotée et l'absence de pesticide sur l'ensemble des parcelles. Sur la partie élevage, les choix ont été de limiter le recours aux antibiotiques et anthelminthiques, d'assurer le renouvellement du troupeau par une utilisation de l'insémination, tout en arrêtant progressivement l'utilisation d'hormones exogènes. Cet article a ainsi pour objectif de présenter des solutions mises en œuvre dans le cadre de l'expérimentation-système Patuchev pour concevoir pas-à-pas des conduites d'élevages caprins plus agro-écologiques. Les 11 années de conception peuvent être découpées en 3 phases : une phase de transition durant les 3 premières années, une phase d'exploration sur la période 2016 à 2019 et phase de stabilisation de 2020 à 2023. La première phase a été marquée par deux changements mis en place progressivement ; l'un sur la conduite alimentaire (pâturage et/ou foin ventilé), l'autre sur la reproduction (2 périodes : avril et septembre). La période 2016-2019 a consisté à tester de nouveaux mélanges prairiaux, d'autres sources de concentrés et d'optimiser la conduite du pâturage grâce aux nouvelles connaissances acquises dans le cadre d'une thèse. La dernière phase, sur les 5 dernières années de l'expérimentation, se caractérise par une évolution de l'assolement et la mise en place de mélanges prairiaux permettant de combiner rendement, réponse laitière et gestion intégrée du parasitisme gastro-intestinal. L'ensemble des choix et solutions techniques mis en place s'est fait grâce à un pilotage participatif de l'expérimentation et aux fructueux échanges avec les conseillers et éleveurs dans le cadre du Réseau d'Expérimentation et de Développement Caprin (REDCap). Cette structuration associant expérimentation-système et réseau d'acteurs locaux a été un gage de réussite.

Designing agroecological goat farming systems: insights from 10 years of the Patuchev experiment.

CAILLAT H. (1), RANGER B. (1), AUDEBERT G. (1), BRUNETEAU E. (1), FATET A. (1), PARAUD C. (2), QUENON J. (1), BOSSIS N. (3), JOST J. (3,4)

(1) INRAE, Forages, Ruminants and Environment, Les Verrines, 86600 Lusignan, France

SUMMARY

In 2013, with the support of dairy goat sector, INRAE set up the Patuchev system experiment. This long-term experiment was launched in a context of high fluctuations of raw material prices and low feed self-sufficiency of French goat farms (61%). The aim of the experiment was to answer the question: "What type of farming systems would enable lower inputs dependency under production constraints? The objectives were to limit energy consumption, reduce the use of synthetic products, and promote biodiversity and animal welfare. Our hypothesis was that increasing the use of grass could be one solution to achieve these goals and contribute to the agroecological transition in dairy goat farming. The experiment involved long-term evaluation of three mixed crop-livestock systems, each represented by a herd of around 60 Alpine goats and 10.4 hectares of permanently allocated land as follows: one grazing flock with a seasonal breeding period (kidding in February), and two flocks with off-season reproduction period (kidding in October): one grazing and the other housed in a barn and fed with barn-dried hay. Based on agroecological principles, several technical choices were implemented from the outset, such as using multi-species pastures or cereal-legumes mixes in long rotations, avoiding mineral nitrogen fertilization and refraining from pesticides across all plots. For goat management, the choices included limiting the use of antibiotics and anthelmintics, ensuring herd renewal through insemination, while gradually phasing out the use of exogenous

hormones. This article aims to present the solutions implemented within the Patuchev system experiment to progressively design more agroecological goat farming practices. The 11 years of design can be divided into 3 phases: a transition phase during the first 3 years, an exploration phase from 2016 to 2018 and a stabilization phase from 2019 to 2023. The first phase was characterized by two changes introduced gradually: one in feeding practices (grazing and/or barn-dried hay) and the other in reproduction (2 periods: April and September). The 2016-2018 period focused on testing new grassland mixes, alternative concentrate sources, and optimizing grazing management based on new knowledge gained from a PhD thesis. The final phase, over the last 5 years of the experiment, was marked by changes in crop rotation and the introduction of grassland mixes that combine yield, milk response and integrated management of gastrointestinal parasites. All technical choices and solutions implemented were guided by participative steering and fruitful exchanges with advisors and breeders as part of the Goat Experimentation and Development network (REDCap). This structure combining system experiment and a network of local stakeholders has been a guarantee of success.

INTRODUCTION

Premier producteur de lait de chèvre en Europe, la France est riche d'une diversité de systèmes alimentaires caprins allant du pastoralisme à des conduites hors-sol (Prache *et al.*, 2018). D'après l'observatoire de l'alimentation des chèvres laitières françaises, les fourrages, et majoritairement le foin, constituent en moyenne 68 % de la ration des chèvres. La part des fourrages peut atteindre 75 % dans les élevages qui pâturent. Cependant, la part de concentrés et déshydratés dans la ration reste très élevée dans cette filière (généralement plus de 30 % de la ration) avec une forte dérive dans certains élevages (Bossis et Jost, 2016).

Dans le Grand Ouest, malgré une majorité d'exploitations caprines basées sur une valorisation de l'herbe (48 % vs 6 % en ensilage de maïs), seulement 3 % basent leur alimentation sur le pâturage. L'autonomie alimentaire de ces exploitations reste faible (61 %) et celles-ci sont moins autonomes que les élevages bovins laitiers (78 à 85 %, Brocard *et al.*, 2016).

Face à la volatilité du prix des matières premières et aux enjeux multiples de durabilité, l'herbe constitue un véritable atout pour améliorer la compétitivité de la filière caprine (Caillat *et al.*, 2020). Pour répondre à cet enjeu, un dispositif expérimental caprin a été inauguré en 2013 sur le site INRAE de Lusignan (Vienne) pour mieux comprendre les mécanismes et interactions entre choix techniques de systèmes caprins laitiers valorisant l'herbe sous forme pâturée et/ou conservée. Cet article vise ainsi présenter un ensemble de solutions techniques mises en œuvre au cours des 10 années d'essai pour concevoir des systèmes d'élevages caprins plus durables et accompagner la transition agro-écologique.

1. UN DISPOSITIF EXPERIMENTAL POUR CONCEVOIR DES ELEVAGES CAPRINS PLUS HERBAGERS

1.1. UNE EXPERIMENTATION-SYSTEME

Pour améliorer l'autonomie et la durabilité des systèmes agricoles, plusieurs auteurs suggèrent un recours à l'agro-écologie (Gliessman, 1998 ; Altieri, 2002 ; Dumont *et al.*, 2013). A cet égard, l'herbe semble être la ressource fourragère la plus naturellement adaptable aux différentes conditions pédoclimatiques françaises et permet d'améliorer l'autonomie alimentaire, en particulier par son équilibre en énergie et protéines lorsqu'elle est consommée en vert. Elle apporte une image positive aux fromages de chèvre et agit positivement sur l'environnement au travers de la capacité de stockage de carbone des sols sous prairies, mais également du maintien de la biodiversité et des paysages (Huyghe *et al.*, 2008 ; Plantureux *et al.*, 2008 ; Jénot *et al.*, 2012). Dans ce contexte, INRAE avec l'appui des professionnels de la filière caprine a mis en place l'expérimentation Patuchev (Caillat *et al.*, 2013). La démarche de conception est centrée sur un dispositif d'expérimentation à long terme, conduite à l'échelle de systèmes de production, appelée « expérimentation système ». Patuchev a été mise en place sur le site de l'unité expérimentale FERLUS d'INRAE (<https://doi.org/10.15454/1.5572219564109097E12>) du centre

INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers. Le climat est océanique avec des fortes sécheresses estivales régulières. La pluviométrie annuelle sur la période 1989-2018 est 792 mm et la température moyenne de 11,8 °C. Les sols sont limoneux-argileux, dits « terres rouges à châtaigniers » et le pH oscille autour de 6,2 au démarrage de l'essai.

1.2. UNE DEMARCHE DE CONCEPTION PAS-A-PAS

L'expérimentation-système est un cadre expérimental particulier, à l'échelle d'un système de production et sur un pas de temps pluriannuel. Comme le définit Coquil *et al.* (2011), les objectifs sont soit d'évaluer les performances techniques, environnementales ou économiques de systèmes agricoles conduits selon des modalités fixes sur des périodes supérieures à la campagne agricole (Delaby *et al.*, 2009), soit de définir et valider les modalités de conduites stratégiques et opérationnelles de systèmes de production (Dedieu *et al.*, 2002). Pour ce type d'expérimentation-système, l'objectif peut être porté (i) sur les stratégies et modalités de conduite résultant de ce processus de construction progressif ou, ii) sur les processus de construction et de définition des pratiques et les ressources mobilisées pour les construire (Benoit *et al.*, 2009).

L'expérimentation-système Patuchev s'est basée sur une démarche de conception pas-à-pas (Meynard *et al.*, 2012) et visait à répondre à la question : « *Quels types de systèmes d'élevages permettraient une meilleure autonomie en intrants, tout en maintenant des niveaux de production et de revenus acceptables ?* ».

1.3. DES OBJECTIFS FIXES POUR TROIS SYSTEMES

Le dispositif a consisté à concevoir et évaluer trois systèmes de type polyculture-élevage et représentés chacun par un troupeau d'environ 60 chèvres de race Alpine et leur suite et 10,4 hectares de surface totale attribuée de façon définitive : un troupeau avec une période de reproduction saisonnée (mise-bas en février) pâturant (SP), et deux troupeaux avec une période de reproduction en contre-saison (mise bas en octobre) : l'un pâturant (DP) et l'autre élevé en chèvrerie et alimenté à base de foin séché en grange (DB). Le système SP vise ainsi à produire du lait en maximisant l'utilisation du pâturage. Le système DP vise à réaliser un pic de lactation avec le pâturage d'automne et le foin séché en grange, puis à maintenir la production avec le pâturage de printemps. Quant au système DB, il vise à réaliser l'ensemble de la lactation avec du foin séché en grange.

Les objectifs, identiques pour les trois systèmes, étaient de limiter la consommation d'énergie, réduire l'utilisation de produits de synthèse, et favoriser la biodiversité et le bien-être animal. De manière plus opérationnelle, chaque système vise à maximiser l'usage de l'herbe, sous forme de pâturage ou de foin, dans l'alimentation des chèvres en utilisant les ressources du système et des pratiques respectueuses de l'environnement.

Les principaux objectifs chiffrés étaient d'atteindre une autonomie alimentaire massique du système supérieure à 80% avec un niveau de production de matière utile supérieur à 360 kg/ha (soit 60 kg/chèvre/an ou une moyenne d'environ 800 L par chèvre et par an avec un taux butyreux de 37 g/L et

un taux protéique de 32 g/L), en utilisant moins de 300 kg de concentrés par chèvre suitée et par an, soit moins de 5 kg de concentrés par kg de matière utile, ou en évitant de dépasser 375 g de concentrés par litre de lait, en moyenne sur l'année.

1.4 UNE APPROCHE MULTICRITERE ET PLURIANNUELLE

Pour évaluer les performances techniques permises par les modalités de conduites, ainsi que la faisabilité pratique de ces conduites, un ensemble d'indicateurs à l'échelle des lactations des chèvres, des parcelles et des rotations de cultures a été mis en place dès 2013. Le troupeau de chèvres existant a été divisé en lots homogènes, puis chaque lot a été conduit de manière indépendante (Caillat *et al.* 2016a).

Chaque système dispose de 10 parcelles de 1 ha intégrées dans la rotation et 1 parcelle de 0,4 ha dédiée aux chevrettes. Pour les besoins de pâturage, les parcelles des systèmes SP et DP sont regroupées dans un même bloc proche du bâtiment d'élevage, avec 1 ha sur 2 attribué à l'un des systèmes, puis subdivisées en parcelles de 0,5 ha. Les parcelles du système bâtiment sont un peu plus éloignées mais restent à une distance inférieure à 1,5 km. Toutes ces parcelles sont suivies individuellement et représentent un total de 53 parcelles.

Pour l'approche technico-économique, chaque système est évalué à l'échelle de la campagne qui démarre au 1^{er} septembre l'année N-1 jusqu'au 31 août de l'année N. L'ensemble des données ont été collectées et stockées dans les systèmes d'informations INRAE du CATI SICPA (SICPA ovin-caprin, SICPA sanitaire, SICPA expérimentations) ainsi que l'outil DIAPASON de l'Institut de l'élevage.

2. DES CHOIX TECHNIQUES POUR ACCOMPAGNER LA TRANSITION AGRO-ECOLOGIQUE

2.1. DES ROTATIONS LONGUES ET DES CULTURES A TRES BAS-INTRANTS

Pour chaque système, les rotations des cultures s'étalent sur dix ans pour éviter un retour trop rapide des mêmes cultures et le développement de maladies. Cette rotation a pour objectif d'atteindre les objectifs d'autonomie fourragère (objectif à 100 %) et contribuer à l'autonomie en concentrés (objectif à 60 %). Dès le début, des choix forts ont été faits dans la conduite puisque les cultures ne reçoivent aucun pesticide, ni engrais minéral. La fertilisation est exclusivement assurée par le fumier transformé en compost avant épandage, les déjections lors du pâturage pour les deux systèmes concernés, la minéralisation de la prairie retournée et la fixation symbiotique. Un chaulage est toutefois effectué sur les prairies de 2^e année à raison de 1,8 à 2 tonnes/ha pour limiter l'acidification.

Sur la période 2013-2018, la rotation consistait à un enchaînement d'une prairie de 3 ans, d'un méteil récolté en grains, d'une prairie de 4 ans, de maïs récolté en grains puis à nouveau d'un méteil grains. Le système DB disposait d'un hectare de méteil supplémentaire réalisé après un premier méteil. Le système DB disposait ainsi de 6 ha de prairies temporaires et 4 ha de cultures annuelles dédiées à la production de concentrés. Les deux systèmes pâturage (SP et DP) quant à eux disposaient de 7 ha de prairies et 3 ha dédiés à la complémentation. Au bout de ces 5 premières années, par manque d'autonomie fourragère et des rendements très décevants en maïs grain (40,9 qx/ha), la décision a été prise de sortir le maïs de la rotation et d'allonger la durée de toutes les prairies à 4 ans. Ainsi, à partir de 2019, le système DB dispose de 7 ha de prairies et 3 ha en méteils, et les systèmes pâturants de 8 ha de prairies et 2 ha en méteils. Toutefois, pour limiter la perte d'autonomie en concentrés, les prairies semées au printemps sont systématiquement semées sous couvert d'une orge de printemps qui est récoltée fin-juillet/début août.

2.2 DES CULTURES MULTIESPECES ET MULTIVARIETALES

2.2.1 Deux types de prairies pour atteindre l'autonomie fourragère

Les élevages caprins laitiers sont des forts utilisateurs de légumineuses fourragères, et principalement de luzerne, par rapport aux autres ruminants (Caillat *et al.*, 2016b). Les mélanges prairiaux étudiés associent des graminées et des légumineuses et selon l'espèce, une ou plusieurs variétés. Ces mélanges multi-espèces et multi-variétaux ont pour objectif d'améliorer la production et la résilience du mélange (Meilhac *et al.*, 2019 ; Louarn *et al.*, 2020). Au cours de ces 10 années, en complémentarité avec les travaux conduits chez des éleveurs caprins du réseau REDCap (Jost *et al.*, 2017 ; Richard *et al.*, 2020), plusieurs mélanges ont été testés sur le dispositif. Sur la période 2013-2017, trois mélanges, constitués principalement de luzerne, trèfle violet, fétuque élevée, brome et fléole ont été mis en place dans chaque système. Les premiers résultats ont montré un salissement important lors de la 1^{ère} année et qui se maintenait en 2^e année, en particulier dans les parcelles non pâturées (Caillat *et al.*, 2019). L'association de la luzerne et du sainfoin avec le trèfle violet a montré les difficultés de coexistence de ces 3 espèces. A cela s'ajoute la faible proportion de brome à la récolte, que l'on retrouve principalement dans les entrées de parcelles. Face à ce constat, dès 2019, il a été décidé de construire 2 mélanges, l'un avec trèfle violet (PME) et l'autre avec la luzerne (Mleg), et de remplacer le brome par du Ray-Grass Anglais pour sa rapidité de couverture après le semis.

Sur la période 2019-2023, les rendements moyens par âge de la prairie sont stables et avoisinent 5 T MS/ha pour PME et près de 7 T MS/ha pour le mélange de légumineuses Mleg. Un assolement composé pour moitié des mélanges PME et Mleg permet d'obtenir un rendement moyen des prairies autour de 6 T MS/ha et de subvenir aux besoins annuels en fourrages d'environ 6 chèvres suitées/ha (résultats non publiés).

2.2.2 Deux types de méteils adaptés aux périodes de la lactation

Associer céréales et protéagineux permet de combiner énergie et protéines dans la ration. Les mélanges céréales-protéagineux couvrent rapidement les sols et contribuent à la non-utilisation d'intrants pour les cultures. Depuis 2014, deux types de méteils sont récoltés sous forme de grain. Un premier méteil à base de triticales et pois fourrager (TP) et un second à base d'orge, avoine et vesce, puis pois à partir de 2017 (VAOP). A partir de 2020, en raison de teneurs en MAT jugées trop faibles (15,6 % pour TP et 12,1 % pour VAOP), il a été décidé d'ajouter de la féverole au mélange TP et de substituer le pois dans le mélange VAOP par de la féverole. Aujourd'hui, les mélanges atteignent en moyenne 18 % de MAT et plus d'1 UF, correspondant ainsi à un concentré du commerce. Le méteil triticales-pois-féverole est distribué en début de lactation et pendant environ quatre mois à hauteur de 500 à 600 grammes par jour et par chèvre. La ration en concentrés est complétée par 250 à 300 g d'aliment du commerce. Le mélange vesce-avoine-orge-féverole est lui aussi riche en énergie et un peu plus pauvre en MAT. Il est distribué en deuxième moitié de lactation avec un complément d'orge pure dans l'optique d'une reprise d'état pour la reproduction. Ces mélanges ne reçoivent aucune intervention entre le semis et la récolte. Dans le contexte pédoclimatique et expérimental de Patuchev (aucune fertilisation minérale, ni intervention phytosanitaire), le rendement est en moyenne 40,8 quintaux par hectare depuis 2020 et atteint même 55 quintaux en 2024.

2.3 DU FOIN SECHE EN GRANGE POUR MAXIMISER L'INGESTION DE FOURRAGES

Le séchage du foin en grange est une technique permettant de conserver la valeur alimentaire de l'herbe verte. Sur l'aspect travail, il facilite l'organisation des chantiers de récolte puisqu'ils sont moins dépendants de la météo et plus facilement programmables.

Le foin est rentré encore humide (50 à 65 % de MS) pour atteindre ensuite plus de 90 % de MS. Il conserve ainsi les feuilles des légumineuses et une teneur MAT élevée du fourrage. L'ingestion de ces foin est très intéressante et peut atteindre une moyenne de 2,3 kg de MS au moment du pic de lactation, soit au moins 70 % de fourrage dans la ration. Avec ce foin, l'essentiel des besoins de la chèvre est couvert par les fourrages et non par les concentrés.

2.4 UN PATURAGE OPTIMISE ET MAITRISE

Les premières sorties au pâturage des chèvres des systèmes SP et DP ont eu lieu en mars 2013. Jusqu'à cette date, les chèvres avaient eu une conduite exclusivement en bâtiment. Nous avons constaté que l'apprentissage était rapide puisqu'en 3 semaines l'ensemble des chèvres pâturait. Ces résultats ont été confirmés par les travaux de Charpentier et Delagarde (2016) lors de la première sortie au pâturage des chèvres du site expérimental INRAE de Méjusseau.

Les chèvres ont une grande capacité à pâturer efficacement. En huit heures de pâturage, elles peuvent ingérer jusqu'à 2,5 kg de MS, soit 100 % de la ration fourragère. Des essais méthodologiques pour quantifier l'herbe ingérée ainsi que des essais factoriels sur le temps d'accès aux parcelles, la quantité d'herbe offerte, la variabilité inter-individuelle des niveaux d'ingestion ou l'accès à des abreuvoirs au pâturage ont permis de déterminer qu'une chèvre était capable d'ingérer en moyenne 1,8 kg de MS d'herbe en 9 h d'accès (7 h de pâturage par jour) et de produire en moyenne 3,3 kg de lait par jour (Delagarde *et al.*, 2021). A Patuchev, les chèvres du système SP produisent au printemps un peu plus de 4 kg de lait par jour avec 100 % d'herbe pâturée, aucun fourrage complémentaire et 800 g de concentrés par chèvre et par jour, composés principalement de méteils.

La technique de pâturage a évolué au cours du temps. Initialement, dans l'optique de stimuler l'ingestion, les chèvres alternaient quotidiennement entre 2 paddocks de 0,5 ha durant 7 jours et revenaient sur ces mêmes paddocks après 7 jours de repos. Suite à ces 2 exploitations en pâturage, les paddocks étaient fauchés 2 à 3 semaines après la sortie des chèvres. Cette technique visait à limiter le temps consacré à la réalisation des clôtures en utilisant des paddocks définis. Cependant, il a été rapidement fait le constat que l'avancement sur chacun des paddocks était trop lent et que la prairie perdait en qualité. Sur la période 2016-2019, le choix a donc été fait d'utiliser 1 paddock de 0,5 ha sur une durée maximale de 7 jours. Pour une utilisation optimale, les chèvres séjournaient 2 jours sur un sous-bloc de 0,25 ha, puis 2 jours sur le 2^e sous-bloc et enfin 2 à 3 jours, selon l'herbe disponible, sur l'ensemble du paddock. Cette technique présentait également l'avantage de ne gérer qu'un seul fil à positionner ou enlever entre les 2 sous-blocs de 0,25 ha. Après 4 années, nous avons également constaté que cette technique n'était pas totalement satisfaisante car il y avait une perte de fourrage sur pied et qu'il était nécessaire de mieux « finir » la parcelle pour permettre une meilleure repousse.

A partir de 2020, la technique du pâturage au fil avec l'ajout d'un fil arrière après 3 ou 4 jours a été mise en place. Cette technique prouve toujours actuellement son efficacité et permet aux chèvres du système SP de pâturer en moyenne 163 jours par an, dont 68 jours sans aucun autre apport de fourrage, et une durée moyenne de temps d'accès de 7 h par jour. Quant au système DP, les chèvres pâturent en moyenne 133 jours par an avec un temps d'accès quotidien moyen de 5 h 35. La part d'herbe dans la ration annuelle représente ainsi en moyenne 24 et 11 %, respectivement.

2.5 UNE GESTION INTEGREE DU PARASITISME GASTRO-INTESTINAL

Une combinaison de choix techniques tels que, des rotations culturales de longue durée, le pâturage tournant rapide, l'épandage de compost sur les prairies plutôt que du fumier, et des traitements ciblés a été mise en place pour gérer le niveau

d'infestation par les strongles gastro-intestinaux. La technique de pâturage alterné mise en place sur la période 2013-2019, associée à une alternance d'exploitation pâturage/fauche, visait à obtenir un temps de repos d'au moins 45 jours entre deux exploitations de pâturage et à interrompre ainsi le cycle de développement du parasite. Cependant, cette solution rend la gestion du parcellaire plus difficile et ne semble pas avoir limité l'infestation. Dès la première année de pâturage, des analyses coproscopiques ont montré une infestation par des strongles tels que *Oesophagostomum*, *Teladorsagia* et *Trichostrongylus* et le niveau d'excrétion d'œufs par gramme de fèces (OPG) n'a cessé de croître depuis, en particulier pour les chèvres du système SP (Caillat *et al.*, 2023).

Un traitement systématique est réalisé au tarissement pour chaque troupeau pâturant pour limiter l'éventuel impact négatif de l'infestation sur la fin de gestation. Pour limiter les phénomènes de résistance aux anthelminthiques, des traitements ciblés ont été mis en place au cours de la lactation sur les chèvres excréant plus de 750 OPG, en alternant les familles de molécules. Malgré ces précautions, une résistance aux benzimidazoles a été mise en évidence dès 2019, et aujourd'hui, seules les avermectines présentent encore une efficacité mais pour quelle durée ? Sur la période 2018-2021, des essais ont permis d'évaluer l'utilisation de plantes à action anthelminthique, tels que le sainfoin, en condition d'infestation naturelle. Que cela soit sous forme de foin (Kocken *et al.*, 2020), au pâturage (Caillat *et al.*, 2022) ou sous forme de déshydratés (non publié), les résultats ont montré une légère baisse du niveau d'œufs excrétés quand les chèvres consommaient du Sainfoin, mais sans que cela puisse se substituer à un traitement anthelminthique (Gautier *et al.*, 2024).

Aujourd'hui, pour gérer ce parasitisme, la gestion de blocs présentée par Lecarme *et al.*, (2021), combinée à un chargement moyen de 7 chèvres par hectare de prairies, constitue la piste à privilégier pour maîtriser l'infestation, et limiter l'usage d'anthelminthique. L'objectif est que les chèvres ne passent pas plus de deux fois dans l'année sur les parcelles d'un même bloc. Ceci peut être facilité par la mise en place de mélanges prairiaux adaptés tel que présentés précédemment, c'est-à-dire ayant une production à un moment préférentiel pour le pâturage (printemps ou été). Il reste toutefois des pistes à explorer pour disposer de fourrages en fin d'été ou à l'automne. Des solutions sont actuellement testées à la ferme expérimentale caprine du Pradel (EPLEFPA Aubenas-Ardèche) telles que l'agroforesterie ou le pâturage de sorgho.

2.6 LES CHEVRETTES FONT LEURS APPRENTISSAGES A L'EXTERIEUR

Chaque système est constitué d'environ une dizaine de chevrettes conduites de manière identique jusqu'à l'âge de 4 mois. A partir de cet âge, celles-ci découvrent les ressources alimentaires de leur système. Les deux lots de chevrettes au pâturage de Patuchev disposent de parcelles 4000 m² qui leur sont dédiées pour découvrir leur environnement extérieur. Les chevrettes restent à l'extérieur 24h/24 et chaque parcelle dispose d'un abri avec un râtelier rempli de foin et d'une haie pour les protéger.

Les chevrettes désaisonnées au pâturage ne sont sur la pâture que d'avril à septembre, soit de l'âge de 7-8 mois à un an environ. Les chevrettes saisonnées sont quant à elles dehors dès l'âge de quatre mois et restent en pâture de juillet à octobre. La ration est basée sur du foin à volonté avec une complémentation en méteil et un aliment du commerce évoluant en quantité en fonction de l'âge. L'objectif du pâturage des chevrettes n'est pas la croissance mais l'apprentissage du pâturage et qu'elles soient sensibilisées à ce nouvel environnement. Avec cet apport de foin, complété par le pâturage et 50 % de concentrés autoproduits, les croissances permettent d'atteindre un poids moyen de 36 kg à la reproduction et ainsi une fertilité de 95 % avec une conduite en monte naturelle.

2.7 UNE REPRODUCTION PAR INSEMINATION SUR EFFET BOUC SANS UTILISATION D'HORMONES

L'insémination (IA) a été choisie pour des raisons sanitaires (éviter l'introduction de reproducteurs extérieurs) et génétiques (maintien d'une génétique comparable entre lots). Elle permet de s'assurer la même génétique mâle dans les 3 systèmes. Dans la mesure du possible, seules les chevrettes issues d'IA sont conservées pour le renouvellement. Pour répondre aux enjeux de durabilité et améliorer l'autonomie en intrants, le recours aux hormones pour la reproduction a été progressivement réduit jusqu'à s'en passer complètement. L'ensemble des chèvres était initialement préparé à l'IA avec un programme hormonal de synchronisation (PHS) permettant une IA à temps fixe. À partir de 2018, les chèvres sont préparées par la combinaison d'une éponge et de l'effet bouc (EpEB). Des boucs vasectomisés ou entiers équipés de tabliers sont introduits dans les lots de chèvres au retrait des éponges, à raison d'1 bouc pour 10 chèvres, jusqu'à l'insémination à temps fixe 52 h plus tard. Depuis 2021, les IA se font après effet bouc seul. Les boucs vasectomisés restent dix jours avec les chèvres pour induire et grouper les chaleurs. Les boucs sont équipés de marqueurs pour détecter les femelles ayant répondu. Les inséminations ont lieu sur 3 ou 4 jours autour du 8^{ème} jour après l'introduction des boucs, uniquement sur les femelles marquées. La transition vers une reproduction par insémination avec moins ou sans hormones n'a pas causé de baisse de fertilité notable quel que soit le système (Bruneteau *et al.*, 2024).

2.8 DES BROSSES CONTRIBUANT AU BIEN-ETRE DES CHEVRES

Le dispositif Patuchev a permis de tester quatre types de brosses pour enrichir le milieu des chèvres. L'utilisation des brosses a été enregistrée par des capteurs et des vidéos. Les chèvres ont préféré en priorité les brosses automatiques, suivi par les brosses de type pivotant grand modèle et fixe. Les brosses pivotantes, de plus petite taille et donc moins coûteuses que le grand modèle, ont été les moins utilisées. Avec ces brosses, les chèvres restent moins longtemps inactives et elles se sont moins frottées à l'environnement. Certaines brosses étaient davantage utilisées pour le corps et d'autres, davantage pour la tête (Botreau *et al.*, 2022).

3 DES CHOIX ISSUS D'UN PILOTAGE PARTICIPATIF

Les choix techniques mis en place dans l'expérimentation-système Patuchev ont toujours fait l'objet d'une réflexion collective grâce à un pilotage participatif instauré dès sa création (Caillat *et al.*, 2013). Un partenariat étroit avec les professionnels caprins a été construit *via* le REDCap (Bonnes *et al.*, 2012), qui a permis des échanges fructueux sur les solutions testées et favorisé une dynamique autour de l'autonomie alimentaire et l'utilisation de l'herbe (Jost *et al.*, 2024). Cette dynamique se traduit par la diffusion de solutions adaptées et répondant aux attentes de la filière caprine (Jost *et al.*, 2021), ainsi qu'une structuration dans le cadre de l'UMT Systèmes Caprins Durables De Demain (SC3D-2018-2028). Cette stratégie d'expérimentation impliquant les acteurs de terrain présente de multiples bénéfices et constitue un véritable atout pour accompagner la transition agro-écologique des systèmes agricoles (Cardona *et al.*, soumis).

CONCLUSION

Après onze années d'expérimentation, la mise en place des choix techniques de Patuchev peut être découpée en trois phases : une phase de transition de 2013 à 2015, une phase d'exploration sur la période 2016 à 2019 et une phase de stabilisation de 2020 à 2023. La première phase est marquée par une mise en place progressive et l'évolution de la conduite alimentaire (pâturage et/ou foin ventilé) et de la reproduction (2 périodes : avril et septembre). La seconde phase se

caractérise par des évolutions de choix techniques (arrêt du maïs, mélanges prairiaux, pâturage, ...) et la troisième phase par l'évaluation et la confirmation ou non de ces solutions. Cette évolution nécessite un pas de temps long, et ce d'autant plus, pour tenir compte d'éventuels effets année. Aujourd'hui, les trois systèmes ont globalement atteint leurs objectifs. Certains ont été dépassés, comme la part de fourrage ou la production de matière utile par chèvre. Mais d'autres peinent encore à être atteints comme les quantités de concentrés distribués qui restent légèrement supérieurs à 300 kg par chèvre et par an pour les trois systèmes. Au fil du temps, la maîtrise technique a progressé sur de nombreux points. L'ensemble des résultats technico-économiques fera l'objet d'une publication spécifique au travers d'une évaluation plus globale de la durabilité des systèmes étudiés.

Nous remercions vivement les équipes expérimentales associées au dispositif Patuchev pour leur technicité, ainsi que l'ensemble des participants au réseau REDCap. Ce travail s'inscrit dans les travaux de l'UMT SC3D.

- Altieri M., 2002. Agric. Ecosyst. Environ. 93, 1-24.
Benoit M., Tournadre H., Dulphy J.P., 2009. Animal., 3, 753-763.
Bonnes A., Caillat H., Guillouet P., 2012. Fourrages, 212, 263-268.
Bossis N., Jost J., 2016. Observatoire de l'alimentation des chèvres laitières françaises. 4 p..
Botreau R., Mialon M.M., Berthelot M., Deschrevel L., Meunier B., Caillat H., 2022. Renc. Rech. Ruminants, 26, 569-572.
Brocard V., Jost J., 2016. 26th EGF General Meeting, Trondheim, Norway, 53-55.
Bruneteau E., Caillat H., Boissard K., Brassens M., 2024. Renc. Rech. Ruminants, 27, XX.
Caillat H., Ranger B., 2013. Renc. Rech. Ruminants, 20, 296.
Caillat H., Bruneteau E., Ranger B., 2016a. Renc. Rech. Rum., 23, 247-250.
Caillat H., Bossis N., 2016b. Fourrages, 227, 199-206.
Caillat H., Ranger B., 2019. Grass. Sci. Eur., 24., 45-47.
Caillat H., Barre P., Bossis N., 2020. Renc. Rech. Ruminants, 25, 321-325.
Caillat H., Gonzalez M., Delagarde R., Hoste H., 2022. Grass. Sci. Eur., 27, 539-541.
Caillat H., Bruneteau E., Ranger B., 2023. 74th EAAP Annual Meeting, Lyon, France. 158.
Cardona A., Mignolet C., Angeon V., Caillat H., (soumis). Open-Station system Experiments (OSE) as intermediary organizations to foster facilitate agroecological transition. *Agronomy for Sustainable Development*.
Charpentier A., Delagarde R., 2016. Renc. Rech. Ruminants, 23, 251-254.
Dedieu B., Louault F., 2002. Renc. Rech. Rum., 9, 391-394.
Delaby L., Faverdin P., Michel G., 2009. Animal. 3, 891-905.
Delagarde R., Caillat H., Charpentier A., 2021. INRAE Productions Animales, 34, 15-28.
Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. Animal, 7, 1028-1043.
Gautier D., Sagot L., Hoste H., Caillat H., 2024. Innovations Agronomiques, 2024, 94, 229-242.
Gliessman S. R., 1998. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Ann Arbor Press, Chelsea, MI.
Huyghe C., Litrico I., 2008. Fourrages, 194, 147-160.
Jost J., Caillat H., 2017. Grass. Sci. Eur., 22. 164-166.
Jost J., Bossis N., Faça B., 2021. Innov. Agronomiques, 82,67-80.
Jost J., Ranger B., Bonneau-Wimmer E., 2024. Renc. Rech. Ruminants, 27, XXX-XXX.
Kocken T., Jost J., Ranger B., Caillat H., 2020. Renc. Rech. Ruminants, 25, 223.
Lecarme M., Bossis N., Bourrasseau M., 2021. Le pâturage en élevage caprin. Coll. Synthèse, Institut de l'Élevage, 167 p..
Louarn G., Faverjon L., Bijelic Z., 2016. Fourrages, 226, 135-142.
Mailhac J., Durand J-L., Beguier V., 2019. Ann Bot. 2019 May; 123(5): 891-900.
Meynard J.M., Dedieu B., Bos A.P., 2012. Re-design and co-design of farming systems, An overview of methods and practices, 407-432.
Jenot F., Verdier G., 2012. Fourrages, 212, 257-261.
Plantureux S., Amiaud B., 2008. Actes journ. AAFP, 161-16.
Prache S., Caillat H., Lagriffoul G., 2018. Innov. Agro. 68, 171-191.
Richard F., Jost J., Pierre P., 2020. Projet PSDR Grand Ouest Flèche. Série Focus PSDR4. 4 p..