

ADAPTATION DES SYSTÈMES FOURRAGERS CAPRINS DE NOUVELLE-AQUITAINE ET PAYS DE LA LOIRE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : QUELS LEVIERS D'ACTION POUR QUELLES PERFORMANCES ?

Mise en situation

L'ensemble des éleveurs et des éleveuses de chèvres sont très conscients de la réalité du changement climatique, parfois inquiets pour la planète, mais en même temps assez confiants dans leur capacité d'adaptation. Des solutions techniques existent et sont déjà mises en place. Les inquiétudes sont plus liées aux coûts des leviers mobilisés (investissement et/ou fonctionnement), ainsi que la réussite aléatoire de leur mise en place face aux aléas climatiques.

Résumé

Cette étude explore les conséquences de l'adaptation au changement climatique de dix systèmes caprins laitiers de Nouvelle-Aquitaine et des Pays de la Loire projetés dans un climat de 2050-2100. Par une approche participative, dix systèmes fourragers adaptés à un nouveau climat ont été coconstruits en utilisant le jeu sérieux Rami Fourrager®. Les impacts du climat futur sur les fourrages ont été simulés à partir de données climatiques issues du portail DRIAS et du simulateur de cultures STICS. Le module informatique du Rami Fourrager® a permis de modéliser deux systèmes, un système initial classique de la zone et le système co-conçu adapté à un nouveau climat. Les adaptations indiquent toutes une diminution du chargement apparent et une diversification fourragère (nature et mode de valorisation). Ce travail a favorisé la formulation de voies d'adaptation qui sont adaptées aux contextes pédoclimatiques et aux systèmes d'élevage locaux. Les coûts des systèmes d'alimentation adaptés au climat futur ont été modélisés avec la méthode CouProd et le bilan environnemental avec CAP'2ER®. Ces coûts, ainsi que l'excédent brut d'exploitation et la rémunération permise sont cohérents avec les références actuelles. Les systèmes proposés restent économiquement viables, avec le choix de maintenir le niveau d'autonomie alimentaire initial, malgré une diminution des produits liés aux cultures de vente et une augmentation des charges sur la SFP. Sur le plan environnemental, les émissions de gaz à effet de serre sont dans la moyenne basse des références actuelles.

Summary

Adaptation of goat fodder systems in Nouvelle-Aquitaine and Pays de la Loire to climate change: what levers for action and performances?

This study explores the consequences of adaptation to climate change of ten dairy goat systems in Nouvelle-Aquitaine and Pays de la Loire projected in a climate of 2050-2100. Through a participatory approach, ten forage systems adapted to a new climate were co-constructed using the serious game Rami Fourrager®. The impacts of the future climate on forages were simulated using climate data from the DRIAS portal and the STICS crop simulator. The Rami Fourrager® computer module made it possible to model two systems, an initial classic system of the area and the co-designed system adapted to a new climate. The adaptations all indicate a reduction in apparent stocking and a forage diversification (nature and method of valorization). This work has favored the formulation of adaptation pathways that are adapted to the pedoclimatic contexts and local livestock systems. The costs of feeding systems adapted to the future climate were modeled with the CouProd method and the environmental assessment with CAP'2ER®. These costs, as well as the gross operating surplus and the permitted remuneration, are consistent with current references. The proposed systems remain economically viable, with the choice of maintaining the initial level of food autonomy, despite a decrease in products linked to sales crops and an increase in charges on the SFP. On the environmental level, greenhouse gas emissions are in the low average of current references.

Auteurs

J. JOST^{1,2}, M. LECARME¹, R. COUVET³,
M.G. Garnier³, V. Py⁴, R. Lesne⁵, M.
Bourasseau⁶, M. Proust⁷,
M. Lebas⁸, M. Cadu⁸,
O. Prodhomme⁸, O. Subileau⁹,
T. Soulard¹⁰, V. Tardif¹⁰,
H. Caillat¹¹

¹Institut de l'Élevage ²BRILAC : réseau
REDCap ³Institut de l'élevage ⁴EILYPS
⁵Chambre d'Agriculture de la Dordogne
⁶Ardepal ⁷Civam du Haut-Bocage ⁸Innoval
⁹Chambre d'agriculture des Pays de la Loire
¹⁰GAB 72 ¹¹Seenovia ¹²INRAE UE FERLus

Auteur correspondant:

JOST Jeremie, Jeremie.Jost@idele.fr

Mots clés

Changement climatique, caprin,
adaptation des systèmes
fourragers, autonomie

Key words

Climate change, goat,
adaptation of forage
systems, autonomy

Références de l'article

Jost J., Lecarme M., Couvet R.,
Garnier M.G., Py V., Lesne R.,
Bourasseau M., Proust M., Lebas
M., Cadu M., Prodhomme O.,
Subileau O., Soulard T., Tardif
V., Caillat H. (2024). Adaptation
des systèmes fourragers caprins
de Nouvelle-Aquitaine et Pays
de la Loire au changement
climatique : quels leviers d'action
pour quelles performances ?,
Fourrages 260, 71-82.

Article accepté pour publication le
14 novembre 2024.

Introduction

Comme présenté dans le 6ème rapport du GIEC (IPCC, 2022), le changement climatique planétaire est sans équivoque et les activités humaines sont la cause dominante du réchauffement observé depuis le milieu du XXe siècle. En France, les principales conséquences sont des épisodes de vagues de chaleur et des épisodes de sécheresses, avec des conséquences socioéconomiques potentiellement importantes, notamment dans le domaine agricole.

La préservation des élevages caprins de Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire exige une meilleure résilience, notamment face aux conséquences du changement climatique. En effet, différentes études locales, notamment ORACLE (Chambre d'Agriculture de Nouvelle-Aquitaine, 2019) et AcclimaTerra (AcclimaTerra, 2018), montrent que les principales zones d'élevage caprin vont être confrontées au changement climatique, avec une modification des périodes de croissance de l'herbe et de valorisation (en vert ou conservé) possible des fourrages (Durand *et al.*, 2010 ; Durand *et al.*, 2015). Pour maintenir leur niveau d'autonomie, les systèmes fourragers caprins vont devoir s'adapter en modifiant la nature des fourrages et leur conduite. Pour répondre à ces enjeux et apporter des réponses opérationnelles aux éleveurs de chèvres, le réseau REDCap (Bonnes *et al.*, 2012 ; Jost *et al.*, 2024) a animé, avec les structures de conseil (les chambres d'agriculture, contrôle laitier, Civam et GAB) et de recherche (INRAE, Institut de l'Élevage) deux projets régionaux entre 2019 et 2023, à savoir le PEI « Résilience des systèmes d'élevage caprins de Nouvelle-Aquitaine » et le projet Cap/Adapt en Pays de la Loire. Comme mis en avant par Moreau *et al.* (2020) en bovin lait et viande, les éleveurs caprins sont plus préoccupés par les aléas climatiques et leurs conséquences actuelles que par les évolutions tendanciennes des rendements. Ce travail apporte donc des réponses à la fois aux préoccupations actuelles, tout en anticipant la mise en place de leviers d'adaptation pour le futur. Ceci est nécessaire à la fois pour accompagner les éleveurs déjà installés et les futurs éleveurs (apprenants). L'approche choisie se veut prospective, tout en étant opérationnelle sur les leviers techniques. Cet article résume la démarche mise en œuvre avec dix groupes d'éleveurs pour identifier des leviers d'adaptation des systèmes caprins au changement climatique. Les scénarios prospectifs co-construits ont ensuite été évalués selon différents indicateurs de durabilité, afin de confirmer leur pertinence.

La filière caprine de l'Ouest de la France

Les régions Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire (Institut de l'Élevage, 2024) comptent environ 1 620 élevages caprins. Les deux régions concentrent 53% de la production de lait de chèvre nationale (367 millions de litres de lait), 62 % du lait livré (318 millions de litres) et 43 % du cheptel (533 899 chèvres). La production de lait de chèvre est collectée pour 95% des volumes produits.

Les élevages caprins de la zone sont principalement en polyculture-élevage. Selon le recensement agricole de 2020, la SAU moyenne des exploitations ayant au moins 25 chèvres est de 113 ha. Les céréales et oléo-protéagineux (SCOP) représentent 44 % de la surface agricole utile (SAU), tandis que les prairies et

cultures fourragères représentent 53 % de la SAU (dont 25 % de prairies temporaires). Le troupeau moyen est composé de 200 chèvres (40 % des éleveurs ont entre 50 et 300 chèvres). Quand la production caprine est associée à d'autres productions, elle côtoie le plus souvent d'autres herbivores (bovins allaitants surtout) et/ou des cultures de vente. D'un point de vue alimentaire, 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. Le foin peut être associé à de l'ensilage de maïs, de l'enrubannage, de l'herbe distribuée en vert (Bossis & Jost, 2016). 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.

Les conséquences du changement climatique

D'ici 2100, les modèles estiment que l'augmentation de la température sera de + 4°C en Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire (scénario RCP 8.5 et modèle Aladin de Météo-France). Cette augmentation de la température sera globale sur toute l'année, mais plus marquée en été. En août, les températures maximales moyennes seront supérieures aux températures connues actuellement de + 5 à + 7°C. Les précipitations auront tendance à très légèrement diminuer (en moyenne annuelle). Les simulations STICS montrent qu'à court terme (d'ici 2050), les rendements annuels des prairies ne seront que légèrement impactés. En effet, l'augmentation du taux de CO2 dans l'atmosphère est favorable à la photosynthèse, et la pluviométrie reste constante en moyenne annuelle. Par contre, à plus long terme, les rendements seront plus impactés, notamment par les augmentations de la température et les déficits hydriques plus forts et longs. La répartition de la pousse de l'herbe sera également modifiée (figure 1) : elle sera plus précoce et plus forte au printemps. Par conséquent, la mise à l'herbe pourrait être avancée de 15 jours et les premières coupes d'enrubannage d'un mois d'ici la fin du siècle. En revanche, les conditions météorologiques (durée du jour, pluviométrie) seront similaires à celles que nous connaissons. Par conséquent le séchage et l'accès aux parcelles seront complexifiés.

La sécheresse débutera plus tôt, sera plus marquée et plus longue. Le déficit hydrique estival (à durée d'été constant) passera de 100 mm dans les années 1980 à 200 mm vers 2100. Les conséquences sur les prairies sont les suivantes : un creux d'été dans la pousse de l'herbe plus précoce et plus long, des repousses automnales plus tardives. Les semis des prairies avec luzerne seront également de plus en plus aléatoires en fin d'été (capacité de semis et réussite de la levée).

En moyenne, les repousses automnales seront plus importantes que par le passé. Il sera nécessaire de les valoriser pour conforter le stock fourrager. Cela sera également valable pour l'herbe d'hiver, dont la croissance se poursuivra.

Au-delà de l'évolution moyenne du climat, il faudra également prendre en compte une plus grande variabilité inter-annuelle de la température et de la pluviométrie.

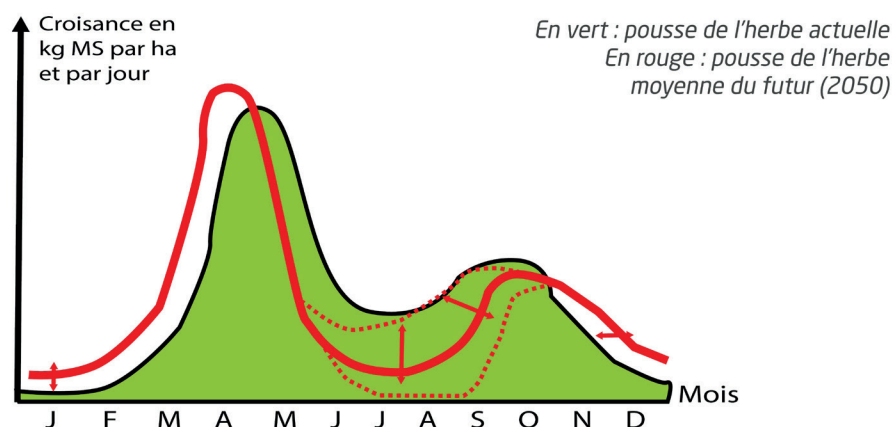


FIGURE 1 : Représentations graphiques de l'évolution de la croissance de l'herbe

FIGURE 1: Graphical representations of the evolution of grass growth

Méthodes

Approche participative pour identifier les leviers d'adaptation

Le travail réalisé s'appuie sur six groupes en Nouvelle-Aquitaine et quatre groupes en Pays de la Loire (figure 2). Chaque groupe est composé d'un animateur ou d'une animatrice technique local (Chambre d'agriculture, Contrôle laitier, GAB, CIVAM) et de 4 à 8 éleveurs et éleveuses. Il s'agit de systèmes laitiers ou mixte, sauf un système de fromagers-fermiers. Une soixantaine d'éleveurs ont participé à ces échanges. Un groupe d'apprenants et d'apprenantes du lycée agricole de Melle a également mis en place la méthode décrite ci-après, avec des adaptations méthodologiques décrites par Bonneau-Wimmer *et al.* (2024).

Lors d'une première réunion, chaque groupe a défini les caractéristiques structurelles typiques d'un élevage de chèvres de la zone étudiée : surface agricole utile, surface fourragère, nombre de chèvres, saisonnalité du troupeau, nombre de travailleurs, conduite alimentaire du troupeau. Ils sont résumés dans le tableau 1. Chaque collectif illustre une unité agroclimatique et un modèle d'élevage caprin. Au total, sept contextes pédoclimatiques ont été étudiés. Ils sont décrits ci-après, en les croisant avec les modèles d'élevage :

- Zone 1 – élevages caprins spécialisés situés dans le Poitou méridional (Vienne, le Nord Charente et le Sud Deux-Sèvres). Il s'agit d'élevages en polyculture-élevage caprin, avec 400 chèvres et de 120 à 150 ha de SAU. Le système alimentaire est basé sur le foin de luzerne et le maïs grain. Deux groupes ont été mobilisés, dont un constitué d'éleveurs pouvant répondre au cahier des charges des AOP Chabichou du Poitou et AOP du Mothais sur feuille.

- Zone 2 - élevages caprins spécialisés, situés dans le centre et le nord Deux-Sèvres (zones de bocage ou de gâtine). Cette zone est caractérisée par une culture limitée de la luzerne (terrains acides et/ou hydromorphes). Deux stratégies de conduite

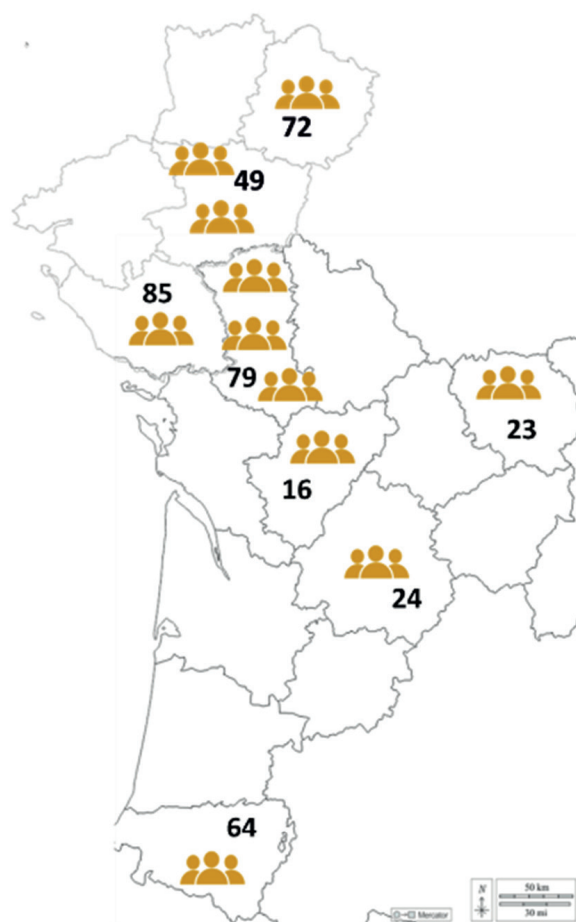


FIGURE 2 : Carte de localisation des groupes d'éleveurs

FIGURE 2: Location map of breeder groups

du système fourrager ont été étudiées :

- Conduite intensive de la surface fourragère, avec principalement récolte de fourrages secs et humides de maïs, prairie temporaire (sans luzerne) et méteils. Il s'agit d'une zone avec une alternance hydrique des sols importante. Le troupeau est mixte, avec 600 chèvres associées à des bovins allaitants ou à des ovins. La distribution de la ration est mécanisée avec une mélangeuse ;
- Conduite économe de la surface fourragère, avec pâturage de l'herbe verte. Il s'agit d'une zone avec une alternance hydrique

des sols très importante : humide en hiver et sec en été. L'élevage est spécialisé caprin, avec 250 chèvres et une ration qui limite les concentrés distribués. Ce groupe respecte le cahier des charges de l'agriculture biologique.

- Zone 3 – élevages caprins de 200 chèvres et bovins allaitants (20 vaches) en Creuse, avec une présence importante de prairies naturelles (valorisées par les vaches) et des potentiels céréaliers faibles.

- Zone 4 – élevages caprins spécialisés de Dordogne, conduits en agriculture biologique, avec une valorisation plus forte de l'herbe verte et des tailles de troupeau plus faibles (150 chèvres). Cette zone est caractérisée par des sécheresses estivales, et un contexte pédoclimatique favorable à l'hydromorphie.

- Zone 5 – élevages caprins en polyculture-polyélevage dans la plaine de Vendée. Ces élevages sont situés entre le marais Poitevin et la plaine, avec un potentiel agronomique fort. Les prairies naturelles (de marais) sont valorisées par les vaches allaitantes principalement et les 400 chèvres valorisent le foin de luzerne produit dans la plaine.

- Zone 6 – élevages caprins en polyculture-polyélevages en Anjou (Maine et Loire) : élevages situés dans l'ouest du Maine-et-Loire, avec un potentiel agronomique intéressant et une possibilité de produire une grande diversité de fourrages (luzerne, graminées, maïs). Deux systèmes sont mobilisés :

- Dans les Mauges, les 300 chèvres bénéficient d'une ration basée sur l'affouragement en vert. Les prairies naturelles sont valorisées par 10 bovins allaitants.

- A Segré, les 400 chèvres et 20 bovins allaitants reçoivent une ration mélangée, riche en différents fourrages (nature et mode de conservation). Les prairies naturelles sont valorisées par 20 bovins allaitants.

- Zone 7 – Sarthe. Il s'agit d'élevages fromagers-fermiers, avec des petits troupeaux (75 chèvres), pâturants et conduits en agriculture biologique. Le contexte pédoclimatique est très séchant l'été, avec des sols très superficiels.

Le travail décrit ici est en cours de réalisation avec un collectif des Pyrénées-Atlantiques, dans le cadre du projet Cap'Climat Territoire.

TABLEAU 1 : Description des 10 systèmes d'élevages étudiés (situation initiale)

TABLE 1: description of the 10 breeding systems studied (initial situation)

Zone		Nombre de chèvres	Autres ruminants	SAU – SFP (ha) Détail de la SFP	Production laitière (par chèvre)	Période de mises-bas	UMO	Système alimentaire*
Zone 1 – Poitou méridional	Melle	400	-	120 - 40 Luzerne	950 l (laitier) AOP	Février (50 %) et septembre	2	FL
	Villefagnan	400	-	150 - 40 Luzerne	950 l (laitier)	Février (50 %) et lactations longues	2	FL
Zone 2 – Nord Deux-Sèvres	Gâtine	600	30 bovins allaitants	150 – 85 PME (base trèfles), RGI, maïs	950 l (laitier)	Février (67 %) et lactations longues	2,5	FH
	Haut-Bocage	200	-	45 – 30 PME (base trèfles)	600 l (laitier) AB	Février/mars	1,5	P
Zone 3 - Creuse		200	20 bovins allaitants	70 – 60 PME (2/3) et prairies naturelles	700 l (laitier)	Février (50 %) et lactations longues	1,5	FL
Zone 4 - Dordogne		150	-	40 – 25 PME et luzerne	800 l (laitier) AB	Février	3	P
Zone 5 – Plaine Vendée		400	20 bovins allaitants	150 – 50 Luzerne et prairies naturelles	900 l (laitier)	Février (50 %) et lactations longues	3	FL
Zone 6 - Anjou	Mauges	300	10 bovins allaitants	80 – 50 Luzerne, PME, RGI, prairies naturelles	850 l (laitier)	Février	2	Aff
	Segré	400	20 bovins allaitants	100 – 50 Luzerne, maïs, PME, RGI, prairies naturelles	1000 l (laitier)	Février (50 %) et lactations longues	3	FH
Zone 7 - Sarthe		75	-	20 – 15 Prairie naturelles et luzerne	635 l (fromager-fermier) AB	Février	3	P

Description de la méthode d'animation

La démarche s'inspire fortement de la méthode Climalait/ Climaviande décrite par Moreau *et al.* (2020), avec des simplifications réalisées notamment dans la mobilisation du jeu de plateau Rami Fourrager® (Martin *et al.*, 2012). Cette méthode repose sur trois étapes principales, à savoir :

- o Décrire les tendances climatiques, selon les scénarios et modèles climatiques,
- o Évaluer les aléas (fréquences et conséquences), apprécier les différences d'impacts selon les cultures et les prairies, identifier les enchaînements d'aléas qui posent problèmes,
- o Dégager des pistes d'adaptation, les évaluer collectivement en soumettant un système fourrager à un climat différent.

Nous avons pris connaissance des conséquences locales du changement climatique, via des données issues du modèle Aladin (mis en œuvre par Météo-France et le CNRM) et de la plateforme "DRIAS, Les futurs du climat" dans le cadre du scénario RCP 8.5 (scénario sans politique climatique, dans lequel le réchauffement pourrait atteindre 4°C à l'horizon 2071-2100 en France). Des indicateurs agroclimatiques ont été calculés (par exemple : date de première coupe précoce à 700° jours, date de mise à l'herbe à 300°, déficit hydrique estival, ...) et présentés aux collectifs

d'éleveurs pour introduire de façon concrète les conséquences du changement climatique sur les agrosystèmes, estimé par des simulations des conséquences agronomiques de ce scénario climatique à l'aide du modèle STICS (Simulateur mulTIdisciplinaire pour les Cultures Standard - Brisson *et al.*, 1998). Ces projections ont permis d'analyser l'évolution prévue des rendements des cultures fourragères (futur proche : 2050-70 et futur lointain : 2070-2100 ; figure 3). Nous avons travaillé sur la/les prairie(s) majoritairement présente(s) dans la zone (principalement prairie artificielle de luzerne et prairie multi-espèces riche en légumineuses), en ayant dans un premier temps une approche sur l'année fourragère moyenne. Cette approche nous amène à des écarts-types de biomasse produite (cumul de la croissance sur l'année) forts (+/- 2 t MS/ha). Nous avons ainsi choisi de faire une typologie avec la méthode de Bertin (1967), sur la croissance journalière de l'herbe (courbe de pousse de l'herbe). Cette méthode nous a permis d'identifier quatre « archétypes d'années fourragères » en prenant en compte la répartition de la croissance de l'herbe au cours des mois de l'année (figure 3) : i/années poussantes sans arrêt de croissance de l'herbe en été, ii/années avec arrêt de la croissance de l'herbe en été et à l'automne, iii/ années avec arrêt de la croissance de l'herbe précoces (fin de printemps) et en été mais repousses automnales possibles et iv/années avec arrêt de croissance de l'herbe en été et faible à l'automne, et

Variabilité inter-annuelle de la pousse de l'herbe dans le futur

Zone nord Poitou et Pays de la Loire

Zone sud Poitou, Limousin et Dordogne

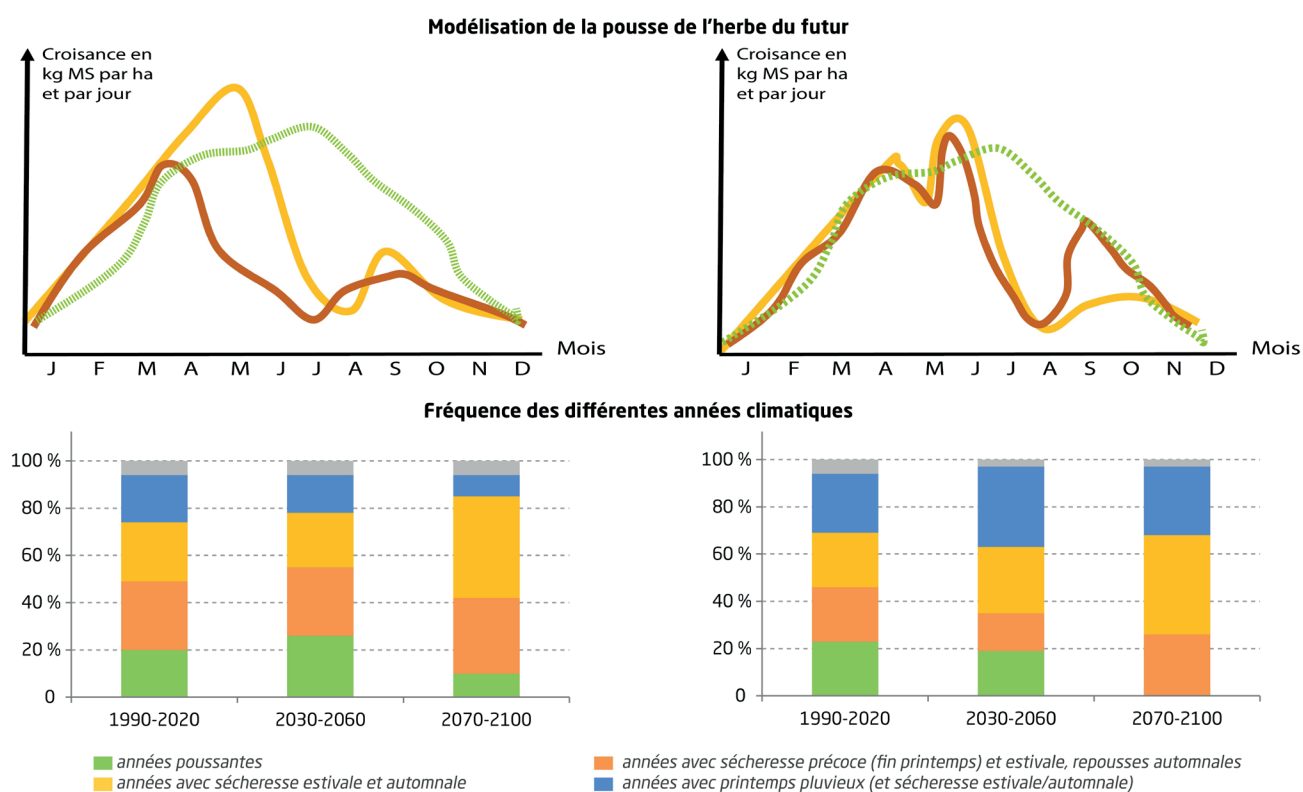


FIGURE 3 : Variabilité inter-annuelle de la pousse de l'herbe dans le futur dans deux zones

FIGURE 3: Inter-annual variability of grass growth in the future in two locations

printemps pluvieux non favorable à la récolte de l'herbe. Ceci a permis de diminuer la variabilité des croissances de l'herbe dans les simulations réalisées (+/- 0,7 t MS/ha). Ensuite, nous avons uniquement utilisé le module informatique du Rami Fourrager®, avec les données de conduite actuelles proposées par les éleveurs (10 systèmes modélisés). Le système fourrager est alors équilibré (couverture des besoins des animaux par la production d'herbe annuelle), c'est-à-dire autonome en fourrages dans les conditions climatiques actuelles. Ensuite, pour chaque « archétype d'année fourragère », nous avons modélisé avec le module informatique du Rami Fourrager® le bilan fourrager du futur (horizon 2050) et identifié les déficits (ou surplus) fourragers. Le bilan fourrager est estimé à partir des rendements des prairies utilisées et de la ration proposée aux chèvres. La moyenne du bilan fourrager est alors pondérée de la fréquence des archétypes d'années fourragères (selon la formule : bilan fourrager moyen = bilan fourrager année A x fréquence année A + bilan fourrager année B x fréquence année B + ...). Ces éléments simulés au bureau ont été synthétisés et présentés aux groupes d'éleveurs, qui ont ensuite discuté puis proposé des solutions d'amélioration du système fourrager. Dans un premier temps, la consigne était de proposer des solutions pour un « jeune » éleveur qui s'installe (c'est-à-dire structurel sur le chargement, sans recherche de complexification technique et de sur-investissement), avant de proposer des solutions plus techniques, complexes et précises (investissement dans du séchage en grange, plusieurs natures de prairies, ... par exemple). L'animation a permis à chacun de témoigner et/ou d'apporter des idées qui ont été collectivement débattues, afin d'évaluer l'intérêt de la solution proposée. La synthèse a permis de mettre en avant des solutions globales d'évolution du système fourrager, puis pour chaque saison et aléa climatique. Nous avons complété ces réflexions en mobilisant lors d'une deuxième journée le jeu sérieux Mission Ecophyt'eau® (Jost *et al.*, 2024a), qui a permis d'approfondir l'itinéraire technique des prairies temporaires et artificielles, ainsi que le système de culture. Sur la durée du projet (2019-2023), les groupes ont été réunis lors de 6 rencontres. L'animateur-ingénieur des projets a participé à chacune de ces réunions en co-animateur, afin d'assurer une homogénéité dans le déploiement de la méthode et de permettre la transversalité et un partage des solutions entre les groupes.

Les réflexions ont été complétées par la réalisation de 12 essais en fermes commerciales sur les thématiques abordées en réunion. Des mesures ont été réalisées sur ces essais durant l'été 2022 (été particulièrement chaud et sec dans la région), sur les thématiques suivantes :

- Associer la luzerne en mélange intraspécifique et interspécifique en Vienne et en Charente.
- Associer des légumineuses méditerranéennes à une prairie multi-espèces classique en Dordogne, Vienne et Deux-Sèvres.
- Associer le haricot lablab à du sorgho ou du maïs en Deux-Sèvres et en Dordogne

- Comparer différents itinéraires techniques de semis (classique, sous-couvert de céréale ou méteil, en sur-semis d'une prairie temporaire) en Dordogne et en Vienne.

Ces essais en fermes commerciales, avec un été très chaud et sec, n'ont pas été concluants et mettent en avant des besoins d'affiner la conduite agronomique de ces solutions.

Lors des échanges dans les groupes et/ou de visites, des résultats issus de différents dispositifs expérimentaux ont été présentés et discutés par les éleveurs : expérimentation système Patuchev (INRAE UE FerLus), dispositif SICLEX (INRAE UR P3F), station du Pradel et ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou.

Enfin, une enquête en ligne a été réalisée au printemps 2020, au début du projet, afin de réaliser un état des lieux des pratiques d'adaptation au changement climatique déjà mises en œuvre par les éleveurs.

Evaluation de la durabilité des systèmes co-conçus

Une fois les systèmes fourragers adaptés aux conséquences du changement climatique, nous avons évalué ces systèmes, avec certains critères de durabilité, via la mobilisation des méthodes CouProd (indicateurs économiques ; Institut de l'Elevage, 2020) et CAP'2ER® niveau 1 (indicateurs environnementaux ; Institut de l'Elevage, 2022). Une grille plus exhaustive d'évaluation de la durabilité des systèmes caprins est en cours de réalisation (projet FAM ECD) mais pas encore disponible lors de la réalisation de ce travail. Le choix a été réalisé d'évaluer uniquement les systèmes finaux, c'est-à-dire adaptés aux conséquences du changement climatique.

Résultats

Identification des enjeux climatiques du futur

A partir des indicateurs agro-climatiques et de l'évolution de la croissance de l'herbe, sept enjeux ont été identifiés pour nos systèmes fourragers caprins :

- Comment réussir l'implantation et la conduite des prairies dans un contexte de changement climatique pour que ces prairies soient productives et qualitatives ?
- Comment gérer une trésorerie fourragère variable d'une année à l'autre (stock fourrager annuel : +/- 15%) ?
- Comment gérer les chantiers de récolte avec plus d'herbe au printemps (+ 20-30 % d'herbe au printemps) ?
- Comment assurer une 1ère coupe de qualité avec des printemps pluvieux (environ 1 année/4) ?
- Comment prolonger le pâturage ou l'affouragement en vert en début d'été, avec des sécheresses estivales plus précoces (entre 10 et 30 jours) et plus longues (jusqu'au début de l'automne) ?
- Comment assurer des repousses d'herbe en fin d'été,

avec des conditions sèches (de 7 à 9 années/10) et récolter ce fourrage ?

- Comment gérer l'hydromorphie (parcelles hydromorphes ou en cas de crues) et valoriser l'herbe lors d'hivers plus doux et humides ?

Principaux leviers d'adaptation proposés par les éleveurs

Le premier levier d'adaptation commun à chacun des groupes est la diversification des ressources fourragères, en intra et inter parcellaire.

Pour sécuriser l'implantation des prairies, on observe le développement des semis des prairies (sans luzerne) à l'automne sous couvert de méteil ou de céréales récoltées immatures au printemps. Pour les prairies en luzerne, on observe un retour des semis au printemps, sous couvert d'orge de printemps ou de tournesol moissonnés. Le couvert peut être conduit en grain, avec un risque d'échec plus important les années avec des débuts d'étés secs. Enfin, la stratégie de fertilisation sera importante, pour couvrir notamment les besoins en potassium et phosphore avec la matière organique et si nécessaire minérale.

Ensuite, voici les réponses proposées face aux différentes problématiques identifiées précédemment :

Comment gérer une trésorerie fourragère variable d'une année à l'autre (+/- 15%) ?

En fonction des années climatiques, la variation du rendement fourrager dans la zone sera de +/- 15 %, ce qui peut représenter +/- 56 t de foin pour les systèmes à 400 chèvres. Les solutions identifiées sont de prévoir une capacité de stockage adéquate. L'alternative est de prévoir la trésorerie suffisante pour pouvoir acheter au besoin ou de façon récurrente de la luzerne déshydratée ou de contractualiser l'achat de fourrage (ou d'herbe sur pied) avec un voisin. Le maître mot reste d'avoir un chargement adéquat entre les besoins du troupeau et la capacité de production de la sole fourragère. Globalement, ce chargement devra être diminué dans les élevages caprins de la région : 5-6 chèvres/ha en système pâturant et 6-8 chèvres/ha en système chèvrerie (hors système maïs).

Comment gérer les chantiers de récolte avec plus d'herbe au printemps (+ 20-30 % d'herbe) ?

La pousse de l'herbe printanière sera plus précoce et surtout plus importante, avec des conditions climatiques pas forcément favorables à un fanage au sol pour faire du foin. Il faudra donc veiller à avoir à la fois les moyens humains et le dimensionnement adéquat du matériel pour pouvoir assurer des débits de chantier suffisants. Une partie du matériel sera à privilégier en propriété (faucheuse, faneuse, andaineur notamment) alors que d'autres (enrubanneuses) pourront être mutualisées localement avec les ETA et/ou CUMA.

Comment assurer une 1ère coupe de qualité avec des printemps pluvieux (environ 1 année sur 4) ?

Les fenêtres météorologiques pour faire un foin de qualité séché au sol en première coupe seront de plus en plus délicates. Les alternatives existantes sont l'enrubannage, l'ensilage et le foin ventilé (en grange ou en botte). Avec ces techniques, les pertes de feuilles sont minimisées, tout comme les pertes de valeur alimentaire. Le choix sera réfléchi selon plusieurs points : coût de la mise en œuvre (investissement et/ou fonctionnement), organisation du travail, remise en cause du système initial (besoin d'investissement dans une distribution mécanisée du fourrage humide, taille du troupeau pour écouler la botte d'enrubannage par exemple). Globalement, l'enrubannage est la solution mise en avant dans la plupart des groupes dans un premier temps. Le séchage du foin en grange est privilégié dans les zones en AOP et aussi dans le cadre d'un investissement en milieu de carrière pour améliorer les conditions de travail.

Le pâturage et l'affouragement en vert permettent également de diminuer la surface fourragère à récolter au printemps, mais nécessitent d'avoir des parcelles portantes et proches. Pour les troupeaux déjà alimentés avec de l'herbe fraîche, il faudra veiller à une période de mise-bas adéquate par rapport à la pousse de l'herbe et à limiter le foin apporté à l'auge pour maximiser l'ingestion d'herbe. Du pâturage ou de l'affouragement en vert uniquement au printemps est également envisageable.

Une alternative possible si les solutions précédentes ne sont pas possibles sur l'élevage (troupeau de petite taille, faible mécanisation, cahier des charges limitant l'usage de fourrages humides) : envisager la vente sur pied ou la mise à disposition de la parcelle pour du pâturage par des animaux à faibles besoins. Cela permettra une valorisation précoce de la prairie, qui assurera une deuxième coupe qualitative (qui sera la 1ère coupe pour nourrir les chèvres). C'est une solution souvent mobilisée par les fromagers fermiers ayant un troupeau inférieur à 100 chèvres.

Comment prolonger le pâturage ou l'affouragement en vert en début d'été, avec des sécheresses estivales plus précoces (10-30 jours) et plus longues ?

Le pâturage et l'affouragement en vert concernent respectivement 8 % et 5 % des éleveurs de chèvres du bassin de production (Bossis & Jost, 2016). Pour ces systèmes valorisant l'herbe verte, l'enjeu est de pouvoir poursuivre cette valorisation malgré les déficits hydriques.

Pour les systèmes en affouragement en vert et en pâture, la luzerne est plébiscitée dans les zones favorables à sa culture. L'utilisation ponctuelle de l'irrigation pourra soutenir une exploitation supplémentaire. La luzerne peut être associée à d'autres espèces fourragères, telles que la fétuque élevée qui est plus tolérante à la chaleur. Dans les zones très séchantes (telles que le Limousin), le dactyle sera privilégié. Une alternative consiste à planter des espèces tardives et/ou tolérantes aux stress hydrique et thermique (tels que le trèfle violet, la fléole, la fétuque élevée) dans les

parcelles les plus tardives pour tenter de maintenir un couvert vert le plus tard possible. Il s'agit souvent de parcelles de fond de vallée fraîches présentes chez certains éleveurs. Ces solutions n'empêchent néanmoins pas un éventuel creux d'herbe en milieu/fin d'été. Dans certaines zones, le pâturage ou l'affouragement en vert de luzerne est complété par la valorisation en vert de sorgho multi-coups. Ce fourrage est appétent et riche en énergie, et donc bien complémentaire à la luzerne. Une fois la levée réussie, le sorgho est valorisable jusqu'aux premières gelées.

Pour les systèmes basés sur le pâturage uniquement, il ne sera pas toujours possible de couvrir les besoins des chèvres durant l'été uniquement par l'herbe pâturée. Il faudra sûrement prévoir un retour en chèvrerie durant une période plus ou moins longue, ce qui a pour conséquence de devoir prévoir un stock de fourrage appétent et riche suffisant pour la période estivale. Idéalement, l'enrubannage sera privilégié et/ou un foin de très bonne qualité, ce qui a été prévu dans nos simulations.

L'irrigation a été mis en avant comme une solution de sécurisation pour l'implantation ou la conduite de certaines cultures fourragères en été (telles que la luzerne ou le sorgho). Néanmoins, le coût (temps de travail et financier) est à prendre en compte.

D'autres fourragères réputées pour produire du fourrage en été ont été identifiées et mises en discussion. Il s'agit notamment de la chicorée, du plantain, du moha, du millet, du teff grass, du tournesol. Certaines de ces productions fourragères estivales ont été testées, notamment dans un contexte très séchant ardéchois (Thorey *et al.*, 2024). Des travaux complémentaires seraient intéressants pour objectiver leur intérêt localement, en termes de production et de réponse laitière des chèvres.

A noter que dans la zone, les prairies permanentes sont peu utilisées pour nourrir les chèvres. Cette ressource est mobilisée par des bovins ou ovins allaitants. Dans le Limousin, où elles sont plus présentes, des réflexions sont en cours pour intégrer de la ressource ligneuse en intra parcellaire pour prolonger le pâturage estival pour les chèvres. Enfin, en pâturage, les sous-bois et haies peuvent être un appoint dans la ration estivale des chèvres.

Comment assurer des repousses d'herbe en fin d'été, avec des conditions sèches (de 7 à 9 années/10) et sa récolte ?

Avec les augmentations de température estivales et du déficit hydrique, la crainte réside dans la survie des espèces fourragères et les capacités de repousse à l'automne.

Certaines espèces fourragères peu tolérantes aux sécheresses (trèfle hybride par exemple) seront limitées dans les mélanges prairiaux. Par ailleurs, la production d'herbe sera surtout disponible à partir de mi-octobre, ce qui limitera la facilité de récolte d'un fourrage de qualité nutritive et sanitaire.

Comment gérer l'hydromorphie (parcelles hydro-morphes ou en cas de crues) et valoriser l'herbe lors d'hivers plus doux et humides ?

Les hivers plus doux vont favoriser la croissance de l'herbe sur cette période, amenant une valorisation possible en vert. Cette valorisation pourra être limitée par la portance des sols et le stade de lactation des chèvres (souvent en fin de gestation). Le développement de la pratique de la lactation longue des chèvres pourra faciliter cette valorisation. Il faudra également prendre en compte les conditions climatiques (température, vent, ...) pour éviter les « coups de froids » des chèvres.

Concernant l'hydromorphie, avec la tendance à l'augmentation de la pluviométrie hivernale, il sera encore plus important de limiter certaines espèces fourragères (notamment luzerne) dans ces parcelles non favorables.

En résumé, le tableau 2 présente les principales pratiques d'adaptation proposées par les groupes d'éleveurs, qui sont notamment une :

- diminution du chargement (augmentation de la SFP) et gestion d'une trésorerie fourragère plus importante (report de stock de 4-6 mois, prévoir un hangar de stockage du fourrage suffisant). Le chargement doit être en adéquation entre le potentiel productif local futur et les besoins du troupeau ; L'assurance récolte, elle, n'a été que rarement évoquée.
- diversification de la nature des prairies (mélanges inter et intraspécifiques, différentes compositions de prairie) et du mode de présentation de l'herbe aux chèvres (vert, conservé par voie sèche ou humide). Une première coupe précoce (par de l'enrubannage ou séchage en grange) ou un pâturage/affouragement en vert est nécessaire ;
- sécurisation de la prairie, avec des semis sous couvert de céréales et/ou oléoprotéagineux et une conduite de la fertilisation organique et minérale adéquate ;
- mobilisation la complémentarité entre le troupeau caprin et d'autres productions telles que les cultures annuelles et les bovins allaitants par la polyculture-élevage ou la polyculture-polyélevage.

Evaluation de la durabilité des systèmes proposés

Le tableau 3 présente l'évaluation technico-économique et environnementale des systèmes finaux étudiés. Ils sont réalistes avec les pratiques de terrain actuelles en termes notamment d'autonomie alimentaire, de production laitière et de niveau de complémentation apportée (Bossis *et al.*, 2024). Cet élément était important pour conserver la crédibilité des solutions proposées, étant donné le contexte actuel de la filière caprine.

En termes d'évaluation économique, les coûts du système d'alimentation sont cohérents avec les références (Bossis *et al.*, 2024). L'excédent brut d'exploitation et la rémunération permise le sont également. Ainsi les systèmes proposés restent économiquement viables, avec le choix de maintenir le niveau

TABLEAU 2 : Résumé des principales pratiques favorables et adaptations proposées par les groupes d'éleveurs pour s'adapter face au changement climatique

TABLE 2: Summary of the main favorable practices and adaptation proposed by breeder groups to adapt to climate change

Zone		Diminution du charge-ment	Diversification des modes de récolte des prairies	Diversification de la ressource four-ragère	Semis de la prairie	Investis-sement à envisager	Autre
Zone 1 – Poitou méridional	Melle	+ 5-7 ha de SFP (8,5 chèvres / ha SFP)	Foin et enrubannage (séchage en botte en AOP Mothais car enrubannage interdit)	Mélange intraspécifique en luzerne. Mélange de luzerne avec d'autres légumineuses (trèfles, lotier, sainfoin)	Semis des luzernes sous-couvert (au printemps)	Séchage en grange (botte)	4-6 mois de report de stock, hangar de stockage du fourrage. Irrigation.
	Villefa-gnan						
Zone 2 – Nord Deux-Sèvres	Gâtine	+ 3 ha (8 chèvres/ ha SFP)	Ration mélangée avec foin, enrubannage et ensilage	Mélanges prairiaux riche en trèfles et méteils immatures	Semis des prairies sous-couvert de méteil en automne	Séchage en grange (botte)	4-6 mois de report de stock, hangar de stockage du fourrage
	Haut-Bocage	+ 7 ha (5-6 chèvres / ha SFP)	Enrubannage, foin et pâture	Pâturage de sorgho, colza fourrager, PME tardives avec de la fléoles, chicorée	Semis des prairies sous-couvert en automne	Séchage en grange (botte)	4-6 mois de report de stock Pâturage estival limité, remplacé par du foin/enrubannage
Zone 3 - Creuse		+ 2-5 ha	Foin et enrubannage	Mieux valoriser la prairie naturelle, choix des espèces en PME (dactyle plutôt que fétuque élevée, luzerne)	Semis des prairies sous-couvert en automne	Séchage en grange (botte) et intégration de ressource ligneuse dans les prairies naturelles	4-6 mois de report de stock, hangar de stockage du fourrage Les bovins allaitants sont complémentaires aux chèvres
Zone 4 - Dordogne		+ 3 ha (6 ch/ha SFP)	Foin, enrubannage et pâture	En plus des prairies en légumineuses (luzerne et PME), pâturage de méteil immature (vesce-avoine), sorgho multi-coupes, RGH-Ti.	Semis des luzernes sous-couvert (au printemps)		4-6 mois de report de stock Mises-bas plus précoce
Zone 5 – Plaine Vendée		+ 6 ha	Foin et enrubannage	Mélange intraspécifique en luzerne. Sur-semis de méteil dans les luzernes		Séchage en grange (botte)	4-6 mois de report de stock, hangar de stoc-kage du fourrage Irrigation
Zone 6 - Anjou	Mauges	+ 1 ha	Foin, enrubannage et affouragement en vert	Sur-semis en dernière année de luzerne avec un méteil	Semis des luzernes sous-couvert (au printemps)	Séchage en grange (vrac) Ration mélan-gée	4-6 mois de report de stock. Irrigation.
	Segré	+ 1 ha	Foin et enrubannage Ensilage de maïs et MCPI (Ration mélangée)	Sur-semis en dernière année de luzerne avec un méteil	Semis des luzernes sous-couvert (au printemps)	Séchage en grange (botte)	4-6 mois de report de stock, hangar de stoc-kage du fourrage Irrigation.
Zone 7 - Sarthe		+ 1 ha	Export de la 1ère coupe (vente, pâtu-rage bovin allaitant)	Luzerne, méteil d'été, prairie naturelle	Semis des luzernes sous-couvert (au printemps)		4-6 mois de report de stock

d'autonomie alimentaire initial, malgré une diminution des produits liés aux cultures de vente et une augmentation des charges sur la SFP (implantation de prairie et conduite).

En termes d'évaluation environnementale, les émissions de gaz à effet de serre sont dans la moyenne basse des références actuelles (Bossis *et al.*, 2024). On notera néanmoins une variabilité entre les systèmes finaux, pouvant justifier des optimisations complémentaires sur l'enjeu de contribuer à l'atténuation du changement climatique.

Discussion

Sur les choix méthodologiques

Comme précisé par Godoc *et al.* (2024), la méthodologie proposée repose sur une succession de modèles et d'outils dont les incertitudes et hypothèses ne sont pas à négliger. Ce travail propose une base méthodologique originale et pragmatique qui donne des tendances sur l'orientation prise par les systèmes fourragers caprins de l'Ouest.

STICS ne prend pas en compte les mélanges d'espèces prairiales. Nous avons donc modélisé l'association d'une graminée et d'une légumineuse pour simplifier l'approche.

La méthode du Rami fourrager® est intéressante pour

TABLEAU 3 : Evaluation des systèmes caprins adaptés au changement climatique, via des indicateurs de durabilité

TABLE 3: Assessment of goat systems adapted to climate change, via sustainability indicators

	Villefagnan (16)	Melle (79)	Auzance (23)	Mensignac (24)	Haut-Bocage (79)	Gâtine (79)	Segré (49)	Plaine de Vendée (85)	Le Mans (72)	Mauges (49)	Moyenne	Références
Autonomie alimentaire du troupeau caprin (%)	85%	85%	82%	82%	85%	86%	77%	88%	82%	92%	84%	61 %*
Autonomie protéique du troupeau caprin (%)	68%	83%	87%	80%	84%	88%	54%	79%	80%	76%	78%	56 %*
Part de fourrages dans la ration des chèvres (%)	63%	63%	67%	66%	63%	72%	68%	65%	65%	66%	66%	68 %*
Quantité de concentrés distribué par chèvre (kg/chèvre)	458	470	391	348	355	375	460	449	342	354	400	454*
Quantité de concentrés distribué par litre de lait (g/l)	482	494	558	435	592	395	460	493	526	416	485	533*
Coût du système d'alimentation (€/1000l)	332	332	373	230	351	565	565	404	523	413	409	558**
Excédent Brut d'Exploitation / Produit brut (%)	31%	31%	31%	34%	35%	45%	28%	31%	45%	31%	34%	
Disponible pour l'exploitant et autofinancement (€ / UMO exploitant)	52	50	20	19	32	104	35	68	29	22	43	32
	967	017	139	673	018	971	452	215	182	738	537	473**
Emissions brutes de GES (kg éq. CO2/l)	1,11	1,06	1,49	1,24	1,33	1,38	1,42	1,26	1,61	1,23	1,3	1,53
Empreinte carbone nette (kg éq. CO2/l)	1,05	1	1,39	1,14	1,16	1,35	1,38	1,22	1,18	1,2	1,2	1,43

modéliser simplement et visuellement le système fourrager au cours de l'année. Cependant, il ne prend pas assez en compte certaines éléments, tels que : i/le rendement des prairies plus faibles en début et fin de carrière de la prairie (limite liée à l'utilisation du modèle stics), ii/la variabilité possible de la qualité nutritive et sanitaire de l'herbe produite, iii/ le comportement alimentaire des chèvres au pâturage, induisant du gaspillage d'herbe verte. Pour corriger ces biais, des marges de sécurité ont été prises soit dans les hypothèses (taux de refus plus important, diminution du rendement moyen de la prairie par exemple) et dans les solutions proposées par les groupes (sécurisation avec de la surface en prairie supplémentaire par exemple).

La mobilisation de 10 collectifs d'éleveurs sur Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire permet d'être représentatif des systèmes caprins et des contextes pédoclimatiques des deux régions. Il ne manque que les systèmes caprins des Pyrénées-Atlantiques, qui sont en cours de réalisation dans le programme « CapClimat Territoires ». Il existe néanmoins un biais lié à l'approche participative choisie : la participation se fait sur la base du volontariat. Cette démarche s'appuie donc sur des éleveurs cherchant déjà une optimisation technico-économique et environnementale. Les marges d'optimisation sont donc vraisemblablement plus importantes pour les exploitations du Grand Ouest.

La sensibilité des outils d'évaluation technico-économique des systèmes cités précédemment permet de prendre en compte les conséquences de la diminution du chargement, mais moins les modifications plus fines de conduite du système fourrager proposées, ainsi que la prise de risque du changement de

pratique (taux de réussite). Par ailleurs, nous n'avons pas évalué l'amortissement nécessaire lié au coût d'investissement de certains leviers (séchage en grange par exemple). Sur le volet atténuation, l'analyse en cycle de vie par le niveau 1 de CAP2'ER® permet des estimations rapides d'émissions, mais non suffisamment précises. L'ambition est de poursuivre ce travail avec une analyse de niveau 2, afin d'approfondir les leviers d'atténuation du changement climatique.

Sur les résultats

La diversification des systèmes choisie par les éleveurs lors des parties de Rami Fourrager® entraîne un recours accru au pétrole et à la mécanisation. Les associations de courte durée RGH-TV, la luzerne, les mélanges de céréales et protéagineux, les semis des prairies sous couvert de céréales, les récoltes de fourrages en enrubannage, l'augmentation du stock de foin de sécurité, le besoin en enrubannage pour pallier le manque d'herbe verte en été sont des solutions agronomiques et techniques d'intérêt. Elles nécessitent cependant des implantations plus fréquentes et des chantiers de récoltes consommateurs en carburant. Par ailleurs, l'augmentation des surfaces nécessaires en fourrages pour alimenter un même troupeau entraîne également une augmentation de l'énergie utilisée pour les exploiter. Sans le quantifier finement, cette étude souligne le coût énergétique de l'adaptation au changement climatique. Comme Godoc *et al.* (2024), il serait intéressant de quantifier cette sur-consommation avec par exemple l'outil Mécaflash® de la Fédération Régionale des CUMA de l'Ouest (estimation de la consommation de carburant et des frais de mécanisation). Ce

résultat est à prendre au sérieux pour la filière laitière du Grand Ouest qui n'échappera pas aux conséquences de la raréfaction des ressources fossiles à l'échelle globale.

Sur les suites à envisager : besoins d'accompagnement des éleveurs et de éleveuses

L'enquête en ligne a montré un besoin des éleveurs i/ d'accompagnement en appui technique individuel et collectif sur le sujet, ii/ de communiquer sur des leviers d'adaptation et iii/ de soutenir financièrement les changements de pratiques et investissements.

Ce premier travail pour la filière caprine a permis de sensibiliser une soixantaine d'éleveurs de chèvres, et mérite d'être diffusé plus largement aux éleveurs de ce bassin de production. Cette diffusion est en cours avec les partenaires techniques du réseau REDCap. Le travail réalisé correspond surtout à des actions de développement et de sensibilisation plutôt que des programmes de recherche. Ce travail a permis d'orienter de façon objective les feuilles de route des filières caprines régionales et nationales dans le cadre du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique. En s'appuyant sur l'expertise collective des éleveurs et des conseillers, à partir de données et de simulations objectives, nous avons pu orienter au mieux cette feuille de route pour prendre en compte les enjeux de la filière caprine. La méthode décrite ici a permis d'acquérir des références locales et concrètes d'adaptation, avec l'implication des conseillers de la zone. Ces résultats sont donc facilement mobilisables par les conseillers pour accompagner en individuel et/ou en groupe des éleveurs. Par ailleurs, cette méthode est également mobilisable pour animer des échanges avec des collectifs néophytes sur le sujet.

Les éleveurs et les éleveuses ont été satisfaits d'observer la cohérence technique et environnementale des systèmes co-construits. L'évaluation technico-économique et environnementale permet de conforter leurs choix de pratiques à mettre en place pour maintenir les objectifs de production malgré des aléas climatiques de plus en plus nombreux et intenses. Les éleveurs ont noté que ces leviers d'adaptation étaient progressivement inclus dans leur exploitation. Ils sont néanmoins assez inquiets des coûts d'investissement et de fonctionnement des leviers proposés, qui n'engagent pas une réussite à 100%. Ils mettent en avant aussi le besoin en trésorerie pour faire face à certains aléas.

Enfin, les collectifs ont mis en avant un autre enjeu lié au changement climatique qui est l'adaptation du bâtiment d'élevage, pour un meilleur confort thermique en été (isolation et ventilation). Cela est nécessaire pour le bien-être des animaux, ainsi que pour limiter les risques métaboliques et physiologiques (notamment au niveau de la reproduction : fin de gestation, mises-bas). Le projet Casdar BATCOOL apportera des solutions à ce sujet.

Conclusion

L'ensemble des éleveurs et des éleveuses rencontrés sont très conscients de la réalité du changement climatique, parfois inquiets pour la planète, mais en même temps assez confiants dans leur capacité d'adaptation. Des solutions techniques existent et sont déjà mis en place. Les inquiétudes sont plus liées aux coûts des leviers mobilisés (investissement et/ou fonctionnement), ainsi que la réussite aléatoire de leur mise en place face aux aléas climatiques. Le premier consensus mis en avant par chaque groupe est la nécessité d'augmenter la surface fourragère, pour préserver l'autonomie fourragère du système. Ensuite, des pistes existent en mobilisant la diversité des ressources fourragères et de leur mode d'exploitation. La polyculture-élevage et/ou l'association d'un troupeau caprin et allaitant sont une force de nos systèmes vis-à-vis du changement climatique. Ce travail rappelle que le chargement adéquat est essentiel, et donc que l'accès à la terre est un enjeu fort.

La réussite de l'adaptation des élevages de chèvres mobilise à la fois des leviers techniques (comme cité ci-dessus), financiers (capacité d'investissement et de prise de risque), mais également organisationnels. Maintenir un tissu local d'élevage (densité d'élevages) est important pour préserver les entreprises de travaux agricole ou CUMA pouvant par exemple accompagner les éleveurs dans leurs chantiers d'enrubannage.

La filière caprine est par ailleurs diversifiée en termes de localisation des bassins de production et de systèmes alimentaires. C'est pourquoi en 2022, l'ANICAP a décidé d'engager un programme équivalent, dénommé « CapClimat territoire », afin de mettre en place une méthodologie similaire dans 10 autres zones de production caprine. Ce travail permettra d'affiner les leviers proposés et de mieux prendre en compte la diversité des systèmes d'élevage caprins français

Remerciements

Nous remercions l'ensemble des éleveurs et des conseillers ayant participé à ce travail collectif mené par le réseau REDCap entre 2019 et 2023. Ces résultats ont été obtenus dans le cadre des projets PEI Résilience des systèmes caprins de Nouvelle-Aquitaine financé par la région Nouvelle-Aquitaine et l'Europe, ainsi que par le projet Cap'Adapt financé par la région Pays de la Loire. L'ensemble des résultats est disponible sur le site internet du réseau REDCap : <https://redcap.terredeschèvres.fr/spip.php?rubrique102>. Ce travail bénéficie des synergies permises par l'UMT SC3D.

Références bibliographiques

- AcclimaTerra, Le Treut, H. (2018). Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires. Éditions Région Nouvelle-Aquitaine, 488 p.
- Bertin, J. (1998, première édition 1967). Sémiologie graphique, les diagrammes, les réseaux les cartes, Éditions de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales, 430 p.
- Bonneau-Wimmer E., Jacquot A.-L. et Jost J. (2024). Impliquer et former les apprenants à la valorisation de l'herbe : place de l'enseignement (exemples au Campus Terre et Paysages en Deux-Sèvres et à l'Institut Agro). *Fourrages*, 260.
- Bonnes A., Caillat, H., Guillouet P. (2012). Patuchev et REDCap : deux dispositifs complémentaires de Recherche et Développement pour des élevages caprins performants et durables. *Fourrages*, 212, 263-268.
- Bossis N., Jost J. (2016). Observatoire de l'Alimentation des chèvres laitières françaises, Institut de l'Élevage.
- Bossis N., Jost J., Cadu M., Lebas M., Vigan A. (2024). Performances économiques et environnementale des élevages caprins : approche globale et par système alimentaires. *Fourrages*, 260.
- Brisson N., Mary B., Ripoche D., Jeuffroy M.-H., Ruget F., Nicoulaud B., Gate P., Devienne-Barret F., Antonioletti R., Durr C., Richard G., Beaudoin N., Recous S., Tayot X., Plenet D., Cellier P., Machet J.-M., Meynard J.-M., Delécolle R., (1998). STICS : A generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie*, 18(5-6), 311-346.
- Chambre d'Agriculture de Nouvelle-Aquitaine (2019). Oracle - Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement Climatique. 144p.
- Durand JL, Bernard F, Lardy R, Graux AI, (2010). Changement climatique et prairie : l'essentiel des impacts. In Brisson et Levraut. Livre Vert du projet CLIMATOR. 180-190.
- Durand JL, Enjalbert J., Hazard L., Litrico I, Picon-Cochard C., Prudhomme MP., Volaire F (2015). Adaptation des prairies semées au changement climatique. Actes du colloque présentant les méthodes et résultats du projet Climagie (métaprogramme ACCAF), 16-17 nov 2015, 226 p.
- Godoc B., Castellan E., Lebrun M., Huchon J.C., Sarazin C., Francesetti C., Linclau O., Joffet I., Leborgne G., Madrid A. (2024). Conséquences énergétiques, économiques et environnementales de l'adaptation au changement climatique de systèmes fourragers bovins lait du Grand Ouest. *Fourrages*, 258.
- Institut de L'Élevage, (2020). La Méthode Nationale De Calcul Des Coûts De Production En Élevage Herbivore - Principes Généraux et Indicateurs. Collection Théma. Institut de L'Élevage, 10 pages
- Institut de L'Élevage, (2022). Guide simplifié de la méthodologie d'évaluation environnementale d'une exploitation agricole. Equipe CAP'2ER®. Institut de l'Élevage, 20 pages
- Institut de l'Élevage (2024). Chiffres clefs de la filière caprine. Collection les chiffres clefs du GEB. https://idele.fr/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2Fd22cb6c6-e08f-480e-8cbb-37a4ef132fe7&cHash=2ea419a2632c3a86485d961e3be778fa
- IPCC, (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. *Cambridge University Press*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- Jost J., Py V., Vandewalle A., Ferrand N., Minette S. (2024a). Reconception et évaluation des systèmes de culture des élevages caprins de plaine pour favoriser l'autonomie alimentaire. *Fourrages*, 260.
- Jost J., Ranger B., Bonneau-Wimmer E., Tardif V., Garnier M.-G., Soulard T., Proust M., Bourasseau M. (8), Couvet R., Lesne R., Py V., Lemaitre A.-L., Breton A., Desmaison P., Subileau O., Cadu M., Lebas M., Minette S., Verdier G., Bossis N., Caillat H. (2024b). REDCap : dix années de travail collectif pour promouvoir et accompagner les élevages caprins plus herbagers et agroécologiques, Rencontre Recherche Ruminants (sous presse)
- Martin G., Felten B., Magne M.-A., Piquet M., Sautier M., Theau J.-P., Thénard V., Duru M., (2012). Le rami fourrager : un support pour la conception de scénarios de systèmes fourragers avec des éleveurs et des conseillers. *Fourrages*, 210, 119-128.
- Moreau J.C., Madrid A., Brun† T., Ruget F. (2020). Dans les filières bovines, apprivoiser le changement climatique. La méthode déployée dans le cadre de Climalait et Climaviande. *Fourrages*, 244, 9-18
- Thorey P., Boyer C. (2024). Évaluation de ressources fourragères pour le pâturage estival des chèvres en contexte séchant du sud Ardèche et en AOP Picodon. *Fourrages*, 260.