



**HAL**  
open science

## PSDR4 Flèche -L'herbe: un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest

Hugues Caillat, Remy Delagarde, Anne Ferlay, Philippe Barre, Catherine Disenhaus, Patrice Gaborit, Sylvie Giger-Reverdin, Anne-Lise Jacquot, Frantz Jenot, Benoît Leroux, et al.

### ► To cite this version:

Hugues Caillat, Remy Delagarde, Anne Ferlay, Philippe Barre, Catherine Disenhaus, et al.. PSDR4 Flèche -L'herbe: un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Innovations Agronomiques, 2022, 86, pp.231-245. 10.17180/ciag-2022-vol86-art20 . hal-03887183

**HAL Id: hal-03887183**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03887183>**

Submitted on 6 Dec 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## **PSDR4 Flèche - L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest**

**Caillat H.<sup>1</sup>, Delagarde R.<sup>2</sup>, Ferlay A.<sup>3</sup>, Barre P.<sup>4</sup>, Disenhaus C.<sup>2</sup>, Gaborit P.<sup>5</sup>, Giger-Reverdin S.<sup>6</sup>,  
Jacquot A-L.<sup>2</sup>, Jénot F.<sup>7</sup>, Leroux B.<sup>8</sup>, Wimmer-Bonneau E.<sup>9</sup>, Verdier G.<sup>10</sup>, Jost J.<sup>10,11</sup>**

<sup>1</sup> INRAE, FERLUS, Les Verrines, F-86600 Lusignan

<sup>2</sup> PEGASE, INRAE, Institut Agro, 16 Le Clos, F-35590 Saint-Gilles

<sup>3</sup> Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

<sup>4</sup> INRAE, P3F, Le Chêne, F-86600 Lusignan

<sup>5</sup> ACTALIA Produits laitiers, Avenue François Mitterrand BP49, F-17700 Surgères

<sup>6</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants, 16, Rue Claude Bernard, F-75231 Paris

<sup>7</sup> Chevriers Nouvelle-Aquitaine-Vendée, 12 bis rue Saint Pierre, F-79500 Melle

<sup>8</sup> Université de Poitiers, GRESCO, 8 rue René Descartes, F-86000 Poitiers

<sup>9</sup> EPLEFPA Terres et Paysages Sud Deux-Sèvres, Route de la Roche, BP 70013, F-79500 Melle

<sup>10</sup> Bureau Régional Interprofessionnel du Lait de Chèvre de Poitou-Charentes et Pays-de-la Loire, CS 45002, F-86550 Mignaloux-Beauvoir

<sup>11</sup> Institut de l'Élevage, CS 45002, F-86550 Mignaloux-Beauvoir

**Correspondance** : Hugues.Caillat@inrae.fr

### **Résumé**

Un des enjeux de la filière caprine française est de mettre au point, promouvoir et accompagner le développement de systèmes de production plus durables. Cependant, malgré une forte utilisation de l'herbe, principalement sous forme de foin, l'autonomie alimentaire des exploitations caprines françaises reste relativement faible (61 % en moyenne). Utiliser encore plus d'herbe est pourtant une des solutions techniques pour répondre aux exigences sociétales en matière d'élevage, mais également pour réduire le coût alimentaire et l'empreinte environnementale. Sur la période 2015-2020, les acteurs de la recherche, du développement et de la formation se sont mobilisés dans le projet PSDR4 Flèche pour comprendre la place et le niveau de valorisation de l'herbe dans les systèmes caprins, d'en déterminer les avantages et les freins techniques et sociologiques, et d'apporter des références scientifiques et techniques sur son utilisation. Ce projet a ainsi permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'utilisation des prairies multi-espèces par les chèvres, leur niveau de valorisation et les qualités nutritionnelles des laits et des fromages des systèmes herbagers. Associé à l'enseignement agricole, la transition agro-écologique des élevages caprins peut s'opérer pour les rendre plus durables, compétitifs et résilients aux aléas, tout particulièrement dans un contexte de changement climatique.

**Mots-clés** : Chèvre, Prairies, Pâturage, Fromages, Filière, Durabilité

### **Abstract: The herb: an advantage for dairy goat farms in France**

One of challenges of the French dairy goat sector is to develop, promote and support the development of sustainable farming systems. French dairy goat farms are strong users of grass, used mainly in hay, but the feeding self-sufficiency of these farms remains relatively low (on average 61%). Greater use of herb

is a technical solution to respond this societal demand, reduce feeding costs and the environmental footprint. On the 2015-2020 period, a strong mobilization of Research and Development stakeholders in the PSDR4 Flèche to understand the grass use place and level in dairy goat farming systems, to determine its technical and sociological pros and obstacles, and to provide scientific and technical knowledge. This project has made it possible to acquire new knowledge on the use of multi-species grasslands by dairy goats, their use level and the nutritional qualities of milks and cheeses. Associated with agricultural education, the agroecological transition of goat farms can take place to make them more sustainable, more competitive and more resilient to hazards, especially in a context of climate change.

**Keywords:** Goat, Grassland, Pasture, Cheese, Dairy goat sector, Sustainability

## Introduction

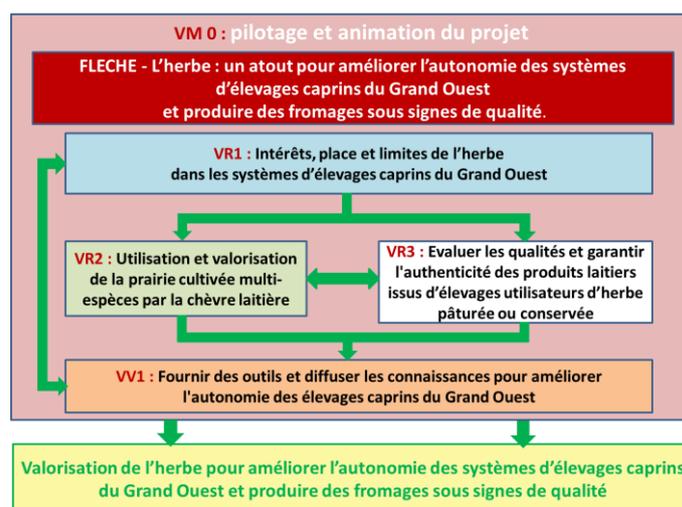
Dans l'Union Européenne (UE) à 28, la France est le premier producteur de lait de chèvre avec près de 600 millions de litres produits (27 % de la production) et compte le 4<sup>e</sup> cheptel (10 % de l'effectif total de l'UE). Le cheptel caprin français se caractérise par son orientation laitière marquée. En 2020, la moitié des exploitations de plus de 10 chèvres livre le lait à des industriels (79 % de la production et 72 % des effectifs de chèvres), l'autre moitié le transforme à la ferme (GEB-Idele, 2021). Cependant, ses deux filières (transformation à la ferme et livraison à un collecteur) génèrent des chiffres d'affaire à la production comparables. Cette structuration constitue un avantage pour répondre au besoin croissant en produits à base de lait de chèvre, tout en préservant une diversité de produits à haute valeur ajoutée. Sur le territoire français, la production se concentre principalement en régions Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire qui représentent 48 % de l'effectif et 52 % de la production française et ce, principalement livrée aux industriels (64 % des livraisons françaises).

Dans le cadre du plan de filière définis lors des Etats Généraux de l'Alimentation, les enjeux de la filière caprine à l'horizon 2022 sont i) d'améliorer le revenu des éleveurs par une maîtrise des coûts de production, notamment par la recherche d'une plus grande autonomie alimentaire, ii) de rendre le métier d'éleveur plus attractif afin de retrouver une dynamique d'installation, iii) et enfin de mettre au point, promouvoir et accompagner le développement de systèmes de production durables (Anicap et Interbev, 2017). La filière caprine française s'attache ainsi à développer des systèmes caprins répondant à la demande des consommateurs au travers, entre autres, de produits sous signes de qualité. Malgré un démarrage tardif et une part qui reste faible dans la collecte nationale (3,3 % du lait livré, GEB-Idele, 2021 ; d'après Agreste et Agence Bio) la filière lait de chèvre de la filière Agriculture Biologique est aujourd'hui en plein essor avec un marché porteur (+ 51 % d'exploitations certifiées Bio entre 2015 et 2020 - GEB-Idele, 2021) et la très grande majorité des AOP chèvres impose l'herbe comme unique fourrage autorisé.

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 peut apporter une image positive aux fromages de chèvre et 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 Litrico, 2008 ; Plantureux et Amiaud, 2008 ; Jénou *et al.*, 2012). Malgré les travaux menés dans le CASDAR PraiFacE et le projet PSDR3 LAITOP (Peyraud *et al.*, 2010 ; Le Rohellec et Lusson, 2013), il restait nécessaire de préciser les freins aux évolutions vers des systèmes herbagers pour la filière caprine et de compléter les connaissances sur des freins techniques à l'utilisation croissante de l'herbe dans ces élevages. Grâce au Réseau d'Excellence Caprine (REXCAP) créé en 2012 en Région ex-Poitou-Charentes, INRAE a pu s'entourer d'acteurs de la filière présents sur le territoire des Régions du Grand Ouest (Bretagne, Pays de la Loire et Nouvelle-Aquitaine) pour mener des travaux en partenariat et répondre au manque de connaissances. Sur la période 2015-2020, les acteurs de la recherche, du développement et de la formation se sont ainsi mobilisés dans le cadre du projet PSDR4 Flèche (Caillat *et al.*, 2016a) pour

comprendre la place et le niveau de valorisation de l'herbe dans les systèmes caprins, apporter de nouvelles références scientifiques et techniques sur son utilisation pour en faire un véritable atout et améliorer la compétitivité de la filière caprine.

Le projet PSDR4 Flèche a ainsi été structuré en trois volets de recherche et un volet de valorisation interdépendants (Figure 1). Chaque axe a été co-porté par un binôme chercheur-acteur. Les objectifs du VR1, centré sur l'échelle exploitations/éleveurs, ont été de préciser les intérêts et les freins techniques, économiques, environnementaux ou culturels exprimés concernant l'accroissement de la part d'herbe pâturée ou conservée dans la ration des chèvres, et la place de la prairie dans la recherche d'autonomie alimentaire.



**Figure 1** : Représentation schématique des volets de recherche et de valorisation du projet PSDR4 Flèche

Les objectifs du VR2, centré sur la prairie et sa valorisation par les chèvres, ont été d'identifier, de mieux connaître et de prévoir la valeur alimentaire des mélanges prairiaux utilisés par les éleveurs caprins du Grand Ouest, et notamment leur valorisation au pâturage et sous forme de foin ventilé. Les objectifs du VR3 ont été de caractériser les composants biochimiques des laits et des fromages ayant un intérêt nutritionnel et/ou permettant l'authentification de l'origine des produits laitiers issus d'élevages caprins utilisateurs d'herbe pâturée ou conservée et l'ancrage à un territoire.

En termes de méthodes, des travaux d'enquêtes auprès des éleveurs et des acteurs de la filière ont été réalisés pour cerner les raisons des choix, des pratiques et des freins potentiels à l'utilisation de l'herbe par les éleveurs caprins du Grand Ouest. Les verrous de connaissances biotechniques ont été levés par un important dispositif expérimental original et unique présent dans le Grand Ouest, en combinant des approches expérimentales factorielles et systémiques, complémentaires par l'échelle d'approche et les résultats obtenus (Bonnes *et al.*, 2012). Quand cela a été possible et nécessaire, des collectes en fermes commerciales ont été réalisées grâce au réseau INOSYS-Réseaux d'élevage de l'Institut de l'élevage et des Chambres d'Agriculture du territoire, et le Réseau d'expérimentation et de Développement Caprin (REDCap), porté par le Bureau Régional Interprofessionnel du Lait de Chèvre de Poitou-Charentes et Pays de la Loire (BRILAC). Enfin, les équipements et compétences en nouvelles technologies (spectrométrie dans le proche infra-rouge) ont été mobilisés pour la caractérisation des fourrages et la composition fine en composés d'intérêts des laits et des fromages de chèvre. L'engagement de l'ensemble des acteurs a constitué une réelle opportunité d'une réflexion collégiale en amont sur le contenu et la structure du projet. Elle a permis à la recherche de prendre en compte les attentes professionnelles tout en apportant des réponses concrètes aux éleveurs et aux entreprises laitières.

Les compétences et les moyens dont dispose le REDCap (plaquettes, site internet, vidéos), associé à l'implication de l'enseignement agricole au travers de l'EPLFPA de Melle ont permis une large

dissémination des résultats du projet et ceux acquis dans les projets connexes portés par les partenaires acteurs du projet (REDCap, HERBIC, CAPHERB, 1/3 temps, Autocap,) afin de proposer aux professionnels de la filière caprine d'aujourd'hui et de demain une information complète sur les systèmes caprins utilisateurs de la prairie (Figure 2).

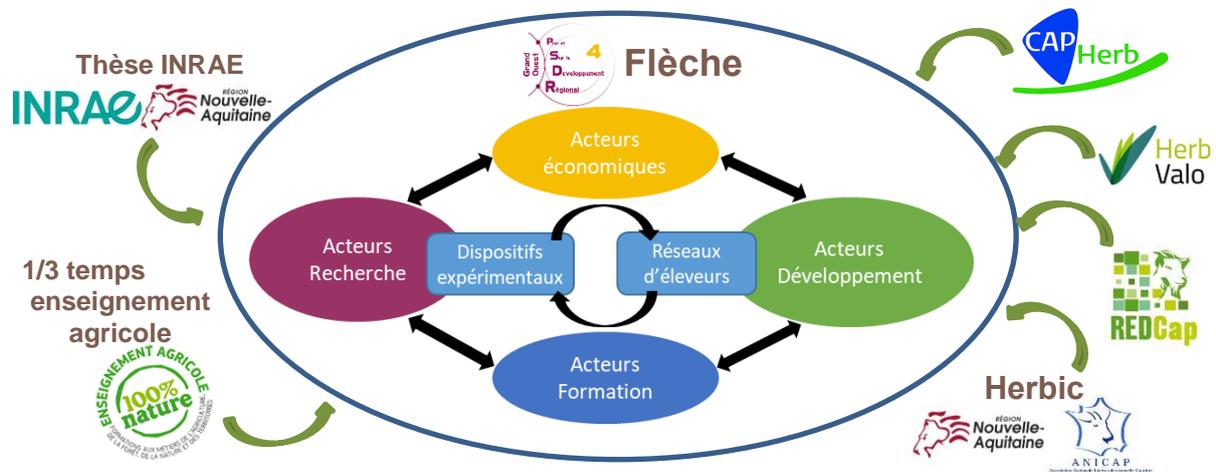


Figure 2 : Relations entre acteurs du projet Flèche et autres projets contributeurs

## 1. Une filière caprine du Grand Ouest basée sur des systèmes herbagers

### 1.1 Une autonomie alimentaire qui reste faible

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. Le foin peut être associé à de l'ensilage de maïs, de l'enrubannage, ou de l'herbe distribuée en vert dans d'autres systèmes. Les systèmes pastoraux, quant à eux, misent sur des stratégies de valorisation des parcours avec peu de concentrés. 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 moins autonomes que les élevages bovins laitiers (78 à 85 %, Brocard *et al.*, 2016). Cependant, Jost *et al.* (2017) notent dans le cadre d'une étude à l'échelle nationale une forte variabilité entre les systèmes d'élevages et constatent que l'autonomie alimentaire massive des élevages qualifiés de « pâturant » (sortie des chèvres plus de 90 jours effectifs par an) peut atteindre 76 %. Ce mode de valorisation de l'herbe par les chèvres constitue donc un potentiel de développement face à la volatilité du prix des matières premières, de la compétition qui peut exister sur l'utilisation de céréales et protéagineux pour l'alimentation humaine ou animale et l'image du produit (importations de tourteau de soja sud-américain en l'occurrence).

En matière d'efficacité d'utilisation des ressources végétales par les chèvres laitières pour produire des ressources animales, Rouillé *et al.* (2019) indiquent qu'en moyenne 83 % des protéines consommées par les chèvres sont non consommables par l'humain et le niveau d'Efficiencia Protéique Nette (EPN) est de 1,12. La filière est donc productrice nette de protéines pour l'alimentation humaine. Cependant, une variabilité entre systèmes alimentaires existe et les systèmes basant l'alimentation sur l'herbe verte (affouragement en vert, pastoraux et pâturage) ont les meilleures valeurs d'EPN, en lien notamment avec une réduction des quantités de concentrés apportées, et une plus forte valorisation de l'herbe dans les rations. L'expérimentation-système INRAE Patuchev a cependant montré l'importance d'un niveau

minimal de production laitière à atteindre pour compenser le choix des aliments en compétition avec la nutrition humaine. Il a également mis en évidence l'importance du compromis entre production sur la ferme de concentrés potentiellement en concurrence pour améliorer l'autonomie, et achat de concentrés du commerce à base de co-produits. Dans un système maximisant le pâturage et visant l'autonomie alimentaire, malgré une autonomie alimentaire massive en baisse, passant de 83 % à 78 %, l'EPN s'est amélioré de 44 %, passant de 0,82 à 1,18. Ceci révèle l'importance d'avoir, même au sein de systèmes valorisant une part d'herbe élevée, une réflexion sur le type de concentrés utilisés tels que les méteils grains (Kocken *et al.*, 2020).

### 1.2 Des systèmes économiquement viables mais avec une grande variabilité intra-système

À partir des résultats de 101 élevages caprins livreurs du Grand Ouest (Nouvelle Aquitaine, Pays de la Loire, Bretagne) issus des bases de données INOSYS Réseaux d'élevage, CAPTEC et COUPROD en 2017, Bossis et Puillet (2020) ont distingué 4 groupes selon le système herbager dominant. Leurs travaux ont mis en évidence que les systèmes pâturage ont l'autonomie alimentaire la plus élevée (71 %) par rapport aux systèmes enrubannage, foin et affouragement, 58 %, 50 % et 48 %, respectivement. Malgré une production laitière par chèvre plus faible pour ces systèmes (662 L/chèvre vs 848 L/chèvre en moyenne pour les 3 autres systèmes), la rémunération permise aux 1000 litres est la plus élevée grâce à un prix du lait plus élevée et davantage d'aides. Le coût du système alimentaire ramené au 1000 L est relativement proche entre les 4 systèmes, les systèmes pâturage étant pénalisé par des charges opérationnelles élevées au regard du litrage produit.

La part d'herbe plus élevée dans le régime peut permettre aux systèmes herbagers de mieux résister à l'envolée du prix des aliments concentrés et contribue à la réduction globale du coût de production du lait, et à l'amélioration du revenu. Cependant, cette étude met en évidence la forte variabilité des coûts intra-système que l'on peut imputer à la qualité du fourrage proposé et au manque de maîtrise technique des différents modes de valorisation de l'herbe. L'expérimentation-système INRAE-Patuchev (Caillat *et al.*, 2013) a mis en évidence l'importance de cette maîtrise technique, permettant ainsi d'améliorer la production laitière, tout en diminuant la quantité de concentrés distribués, en particulier dans un système basé sur la valorisation de l'herbe par le pâturage (Caillat *et al.*, 2016c).

### 1.3 Des performances environnementales encourageantes

Dans le cadre du projet PSDR4 Flèche, l'outil de simulation de l'Idele Cap'2ER® a été adapté en 2016 aux systèmes d'élevages caprins laitiers (Combourieu, 2016). Cet outil est donc aujourd'hui disponible ([www.cap2er.fr/Cap2er/](http://www.cap2er.fr/Cap2er/)) et permet ainsi de sensibiliser et de réaliser une première évaluation rapide des performances environnementales des élevages caprins. A partir des données de 16 exploitations enquêtées et les résultats moyens des exploitations du Grand-Ouest issues de la base de données Inosys Réseaux d'élevage (2009-2013), Vigan *et al.* (2020) montrent que les émissions brutes des gaz à effet de serre sont en moyenne de 1,05 kg éq CO<sub>2</sub>/L de lait produit alors que les émissions nettes des gaz à effet de serre sont en moyenne de 0,91 kg éq CO<sub>2</sub>/L de lait produit. Cette différence s'explique par le stockage de carbone permis par les prairies et les haies. Il permet une compensation moyenne sur l'échantillon de 13 % des émissions brutes des GES.

Les avancées permises par le projet Flèche se poursuivent désormais à l'échelle nationale par un soutien de l'Association Nationale Interprofessionnelle Caprine (ANICAP) qui souhaite mettre à disposition des éleveurs et des techniciens l'outil CAP'2ER® afin d'initier une démarche environnementale sur l'amont agricole pour la filière caprine.

## 2. Une place et une perception de l'herbe parfois divergentes entre acteurs de la filière

Malgré des résultats économiques et environnementaux encourageants pour les systèmes herbagers, on peut s'interroger sur la place qu'accordent à l'herbe les éleveurs et les acteurs de la filière caprine. Dans le Grand Ouest, principal bassin de production de lait livré, seulement 5 % des chèvres ont une alimentation à base d'herbe pâturée. Une enquête réalisée par des étudiants de l'Institut Agro-Agrocampus Ouest, en collaboration avec l'Université de Poitiers, auprès de l'ensemble des éleveurs et acteurs des filières des régions ex-Poitou-Charentes, Pays de la Loire et Bretagne a permis de recueillir leurs perceptions vis-à-vis de la place du pâturage au sein des systèmes caprins. Jacquot *et al.* (2019) notent que tous les enquêtés s'accordent sur les effets positifs du pâturage sur l'autonomie alimentaire et sur son adéquation avec les attentes sociétales. Cependant, ils sont aussi en accord sur ses effets négatifs potentiels sur la santé des chèvres comme le rapporte Hoste *et al.* (2012), ou sur les difficultés à le mettre en place en lien avec le parasitisme gastro-intestinal, qui se révèle comme étant le principal point technique critique, pour les éleveurs comme pour leur encadrement technique. Un autre frein identifié concerne la divergence entre acteurs au sujet de l'installation. La volonté de certaines laiteries est d'installer des cheptels assez importants sous label agrobiologique alors que les futurs installés aspirent majoritairement à des systèmes de plus petite taille en système fromager fermier (Inda *et al.*, 2019).

Au-delà du devoir d'explication indispensable auprès des consommateurs, des solutions pragmatiques doivent encore émerger pour que la réalité des élevages de chèvres soit en adéquation avec les exigences sociétales, en particulier autour du bien-être animal, gages d'une meilleure valorisation des produits et d'un revenu acceptable, et les contraintes auxquelles doivent faire face les éleveurs. Un chantier de prospective-stratégique (Jénot, 2020) a mis notamment en lumière le questionnement, voire la nécessité, de la sortie des chèvres au regard des attentes sociétales et des représentations des acteurs de R&D, et du lien entre herbe, pâturage et bien-être animal. Dans le cadre du plan de filière caprine, les acteurs de la filière s'engagent à évaluer les pratiques d'élevage et à les faire évoluer le cas échéant avec la mise en place, depuis 2017, d'une concertation avec trois associations welfaristes (Anicap, 2019) et à travers la mise au point d'indicateurs objectifs de mesure du bien-être des chèvres dans différents systèmes dans le cadre du projet Goatwell (Berthelot *et al.*, 2020 ; Caramelle-Holtz *et al.*, 2020).

Les travaux d'enquêtes par les étudiants auprès de techniciens de la filière caprine ont également fait état de freins techniques autour de l'utilisation des prairies multi-espèces et leur valorisation par le pâturage. Ils ont soulevé l'importance d'améliorer les connaissances sur la conduite pratique du pâturage et les besoins d'accompagnement pour une diffusion en fermes.

## 3. De nouvelles connaissances pour les élevages caprins de demain

### 3.1 Des prairies pour les chèvres

#### 3.1.1 La construction de mélanges prairiaux adaptés

Ces dernières années, les projets du REDCap et Flèche ont permis d'apporter de nouvelles connaissances sur les mélanges prairiaux adaptés à une valorisation par les chèvres. L'espèce caprine présente des particularités concernant la valorisation des ressources fourragères par rapport aux autres espèces de ruminants. Les fourrages conservés par voie humide sont peu utilisés en élevage caprin (moins de 5 % d'enrubannage et d'ensilage d'herbe dans la ration annuelle moyenne des chèvres – Bossis et Jost, 2016) et le foin est le mode de conservation des fourrages le plus présent en élevage. Une des explications est liée au fait que la quasi-totalité des fromages produits sous signes de qualité sont fabriqués à partir de lait cru. Les choix des espèces fourragères et du mode de conservation du fourrage induisent ainsi des choix spécifiques des éleveurs de chèvres pour limiter les risques sanitaires

(fourrage conservé par voie humide et risque de listériose), avoir un impact positif sur la fromageabilité ou donner un goût aux fromages.

L'aptitude à la fauche de la luzerne et du trèfle violet en font les espèces les plus utilisées pour la production de fourrages conservés (Caillat *et al.*, 2016b). Les retours d'éleveurs et observations de terrain impliquent des choix spécifiques dans les mélanges prairiaux utilisés, en limitant ou supprimant l'usage de certaines fourragères moins consommées (trèfle blanc ou dactyle par exemple) et en favorisant des mélanges très riches en légumineuses. Des essais réalisés à INRAE Patuchev (Caillat *et al.*, 2019), et de manière complémentaire chez des éleveurs caprins du réseau REDCap (Jost et Caillat, 2017) ont permis d'évaluer différents mélanges prairiaux contenant principalement ces espèces, de les faire évoluer et de proposer des recommandations (Richard *et al.*, 2020 ; Jost *et al.*, 2020). Ces études ont soulevé l'importance de l'itinéraire technique (stratégie de fertilisation, stades de récolte, gestion de la 1<sup>ère</sup> exploitation et de son salissement) et de sensibiliser sur le stade de récolte de la prairie pour assurer la qualité du fourrage consommé par les chèvres. Ces mélanges ont ainsi permis d'améliorer les connaissances sur la construction, l'utilisation et la valorisation des prairies multi-espèces par les chèvres dans différents contextes pédo-climatiques et modes de valorisation.

### **3.1.2 Le développement d'équations de prédiction de la valeur alimentaire des foins**

Le développement de nouvelles technologies, telle que la spectrométrie dans le proche infra-rouge (SPIR), est prometteur pour un meilleur pilotage des rations à base d'herbe (Andueza *et al.*, 2011 ; Andueza *et al.*, 2016). Cette technique permet de disposer de nouvelles connaissances plus rapides et fiables de la valeur alimentaire de nombreuses ressources fourragères (notamment les mélanges), et permet d'estimer également la part de graminées et de légumineuses présentes. Les travaux récents de Barotin *et al.* (2020 ; 2021) sur des échantillons issus de prairies multi-espèces en vert ou en foin ont montré que ces équations étaient applicables sur ces deux formes de fourrages. Ces résultats sont particulièrement intéressants pour les éleveurs caprins qui utilisent principalement l'herbe sous forme de foin. Cela laisse espérer la création d'outils plus rapides et moins onéreux pour l'éleveur pour connaître la valeur alimentaire de son fourrage, son taux de matière sèche, et ainsi piloter plus finement le rationnement.

## ***3.2 Les niveaux de valorisation de l'herbe par la chèvre laitière***

Le projet CAPHERB (Casdar I&P 2015-2019), par un travail participatif et en mobilisant éleveurs, techniciens et chercheurs, a eu comme objectif d'accompagner les éleveurs dans la transition agroécologique de leurs systèmes alimentaires, vers une plus forte valorisation d'herbe de meilleure qualité. La synthèse de Jost *et al.* (2021) a montré que ce projet a répondu aux interrogations techniques récurrentes autour de l'ingestion et de la fibrosité de l'herbe, et a permis de mieux appréhender les freins, motivations et savoir-faire liés à la production et l'utilisation de l'herbe. En complément, sur la période 2015-2018, des travaux menés à INRAE de Lusignan, de Rennes et de Grignon ont permis d'apporter de nouvelles références sur les niveaux d'ingestion d'herbe au pâturage ou de foin séché en grange par des chèvres laitières.

### **3.2.1 De nouvelles références pour la conduite du pâturage**

Des essais méthodologiques pour quantifier l'herbe ingérée au pâturage (Charpentier *et al.*, 2017 ; Delagarde *et al.*, 2018), ainsi que sur la quantité d'herbe à offrir quotidiennement ont permis d'apporter des éléments de réponse sur la conduite des chèvres au pâturage. Après avoir proposé des quantités d'herbe de 1,7, 2,6 ou 3,5 kg de matière sèche/jour/chèvre (kg MS/j/ch) avec un temps d'accès non-limitant (11 h/jour) Charpentier *et al.*, 2019a concluent qu'une quantité de 2,6 kg MS/j/ch est suffisant pour maximiser les performances laitières individuelles. Les résultats complémentaires sur le temps d'accès aux parcelles (4 à 13 h par jour) (Charpentier *et al.*, 2019b), la variabilité inter-individuelle des niveaux d'ingestion (Caillat *et al.*, 2018) ou l'accès à des abreuvoirs au pâturage (Lemoine *et al.*, 2021) constituent

les premières mesures individuelles d'ingestion et de comportement alimentaire des caprins au pâturage sur prairies cultivées en France. Ces références contribuent ainsi à établir des équations de prévision des réponses des chèvres laitières aux différents facteurs de gestion du pâturage. Delagarde *et al.* (2021) ont synthétisé l'ensemble de ces nouvelles références et montrent que celles-ci sont adaptées pour le pâturage et capables de produire en moyenne 3,3 kg de lait par jour grâce à des ingestions élevées au regard de leur poids vif (1,8 kg à 2 kg de matière sèche d'herbe en 9 h d'accès (7 h de pâturage par jour), soit 4 à 5 % du poids vif).

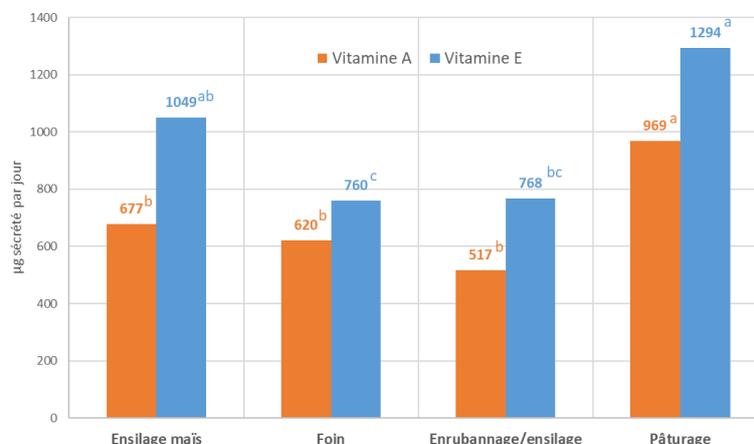
### **3.2.2 Du foin ventilé pour améliorer l'ingestion d'herbe par les chèvres**

En complément des essais sur le pâturage, des études ont été menées sur les niveaux de valorisation de foin séché en grange par les chèvres. Les observations de terrains avec le REDCap, le SEGRAFO ou sur le dispositif expérimental INRAE Patuchev ont rappelé l'importance d'une parfaite maîtrise de cette technique et de la qualité de la prairie pour disposer d'un foin conservant une bonne valeur nutritive (Jost, 2015 ; Humbert, 2018). Les travaux menés en station expérimental ont montré que ce foin peut être ingéré en grande quantité (1,8 à 2,2 kg MS/jour/chèvre), surtout par les chèvres de race Alpine, ce qui permettrait de réduire les quantités de concentrés tout en maintenant de bonnes performances laitières (Giger-Reverdin *et al.*, 2018 ; Giger-Reverdin *et al.*, 2021 ; Ribeiro *et al.*, 2019).

## *3.3 Les qualités nutritionnelles des laits et des fromages de chèvre dans les systèmes herbagers*

### **3.3.1 Une qualité nutritionnelle plus élevée pour les laits de systèmes herbagers**

La mobilisation des acteurs de la filière caprine du Grand Ouest dans le cadre du projet Flèche a permis, par un suivi de 29 élevages caprins, d'améliorer les connaissances sur la valeur nutritionnelle du lait de chèvre selon le mode de valorisation de l'herbe. Laurent *et al.*, (2019) ont ainsi mis en évidence que les teneurs en acides gras saturés du lait diminuent avec la part d'herbe fraîche et celles en acide alpha-linolénique ne sont pas différentes entre les régimes à base d'herbe pâturée ou conservée sous forme de foin. Cette étude a permis d'obtenir des résultats innovants sur les teneurs en vitamines de lait de chèvre issus des systèmes herbagers (Kocken *et al.*, 2019 ; Ferlay *et al.*, 2020). Par exemple, il est montré que les fourrages à base d'herbe verte ou conservée par voie humide ont induit des laits plus riches en zéaxanthine 4,84 et 3,97  $\mu\text{g}$  sécrété par jour par rapport aux autres groupes 1,39  $\mu\text{g}/\text{jour}$  en moyenne. Egalement, l'herbe verte a produit un lait plus riche en vitamines A (Retinol) (969  $\mu\text{g}/\text{jour}$ ) et E (Tocopherols totaux) (1294  $\mu\text{g}/\text{jour}$  de matière grasse) que les autres groupes à base d'herbe (foin ou herbe conservée humide) confondus (respectivement 576 et 763  $\mu\text{g}/\text{jour}$  en moyenne) (Figure 3).



**Figure 3 :** Sécrétion journalière de vitamines A et E selon le système fourrager (D'après Laurent *et al.*, en préparation)

### **3.3.2 Un transfert des composants d'intérêt nutritionnel dans les fromages**

Une étude complémentaire réalisée dans le cadre du projet HERBIC par Actalia-Produits laitiers sur le dispositif INRAE Patuchev et un élevage commercial a permis d'évaluer la fromageabilité et le transfert de ces composés d'intérêt nutritionnel dans les fromages. A partir de conduites au pâturage ou de régimes à base de foin séché en grange ou d'ensilage de maïs, il a été mis en évidence que ces teneurs en acides gras se retrouvent de manière identique dans les fromages et que le pâturage n'affecte pas les capacités technologiques des laits et les qualités des fromages. Concernant les vitamines, il a été observé des pertes en vitamines A, B2 et B6 lors des étapes de la fabrication mais un enrichissement en vitamine B9. Cependant, au cours de l'affinage, le fromage s'enrichit en vitamines B2 B6 (pyridoxamine et pyridoxine), B9 et B12 (sauf dans le cas où la ration est à base d'ensilage de maïs) (Gaborit *et al.*, 2020). Des tests auprès de consommateurs ont montré que les qualités sensorielles sont très appréciées pour l'ensemble des fromages et que des notes chèvrerie, animal, et chèvre sont plus prononcées pour les fromages fabriqués à partir de " laits de pâturage" (Gaborit *et al.*, 2018).

## **4. La transition agro-écologique des territoires et l'accompagnement des éleveurs d'aujourd'hui et de demain**

Les résultats obtenus par le projet Flèche ainsi que le projet Capherb apportent de nouvelles références et de nouveaux outils pour accroître significativement la durabilité des élevages caprins en France. Ils contribuent ainsi pleinement à l'enjeu d'une transition agro-écologique des élevages, souhaitée par la filière caprine et le Ministère de l'Agriculture.

### *4.1 De nouveaux outils et modules de formation*

Les méthodes obtenues, basées sur des analyses rapides des composants des produits laitiers sont en mesure de garantir leur intérêt nutritionnel et d'authentifier le régime alimentaire des chèvres (la part d'herbe dans le régime restant encore à évaluer). La mise à disposition d'équations de prédiction issues de données spectrales dans le proche infra-rouge sur des échantillons de foin, ou de fourrages frais, permet de déterminer rapidement la valeur biochimique des fourrages, et ainsi facilite leur utilisation. Ces méthodes peuvent contribuer à une valorisation des produits caprins sous signes de qualité, et à une meilleure maîtrise des régimes alimentaires pour assurer un revenu acceptable aux éleveurs. (Martin *et al.*, 2020 ; Barotin *et al.*, 2021).

L'adaptation d'outils à destination des étudiants, des éleveurs et des conseillers en élevage caprin constituent des applications opérationnelles pour sensibiliser à l'amélioration de la durabilité des systèmes en termes d'appui technique sur les mélanges prairiaux (Grassman), le rationnement (INRAtion® V5 – Rumin'al) ou de rendements des prairies pâturées (HerbValo ; Delagarde *et al.*, 2017). Le modèle SIGHMA (Puillet *et al.*, 2010) permet de simuler un troupeau caprin laitier sur une longue durée et en fonction des pratiques de conduite. Dans cet outil, des travaux récents ont permis d'introduire des surfaces végétales à l'origine d'une disponibilité d'aliments approvisionnant le troupeau, et de simuler les performances techniques du troupeau pour différents systèmes d'alimentation. Le modèle a été évalué avec une analyse de sensibilité globale et un grand nombre de simulations, bientôt disponibles sur SIGHMA-Web, permettent d'explorer les effets combinés des paramètres de conduite du troupeau (Puillet *et al.*, 2019). Enfin, la mise au point d'un outil d'évaluation de l'empreinte environnementale (Cap'2ER®) constitue également une avancée majeure pour situer l'élevage caprin dans la ferme France puisque, repris ensuite par la filière caprine nationale pour l'étendre à l'ensemble des élevages du territoire.

Pour assurer une bonne diffusion des connaissances et apporter des réponses aux verrous techniques, au-delà de l'enrichissement du site web du REDCap (<https://redcap.terredeschèvres.fr/>), 5 guides méthodologiques (séchage en grange, pâturage, enrubannage, affouragement en vert et « ration mélangée ») ou plaquettes (« Faire du bon foin ») sur différents modes de valorisation et de distribution de l'herbe ont été édités, ainsi que des plaquettes sur des recommandations de mélanges prairiaux

(«Quelles prairies multi-espèces pour les chèvres de l'Ouest ?»). Le partenariat mis en place avec les établissements d'enseignement a permis le démarrage de 2 modules d'enseignement dans plusieurs établissements agricoles (EPLEFPA de Melle, IREO des Herbiers, ÉFEA Les Trinottières) et ainsi apporter de nouvelles références aux éleveurs caprins de demain (Bonneau-Wimmer et Jacquot, 2020). Enfin, pour fournir aux éleveurs des solutions et aller vers des conduites et des systèmes durables, des journées thématiques telle que la journée technique Cap'Vert (Jost *et al.*, 2015 ; Caillat *et al.*, 2017 ; Jost *et al.*, 2019), constituent un ensemble de données et d'exemples de systèmes plus autonomes et économes, créant un effet d'entraînement pour les systèmes actuels du Grand Ouest ainsi que des autres bassins de production.

#### 4.2 La complémentarité des réseaux d'éleveurs et de la recherche

L'accompagnement mis en place par la mobilisation du REDCap dans le Grand Ouest, de Cap'Pradel dans le Sud-Est et des acteurs de la filière contribue à accroître l'autonomie territoriale, par la réduction des intrants, et à renforcer l'autonomie protéique et la sécurité fourragère des élevages. Développer les systèmes alimentaires herbagers contribue à une meilleure valorisation des produits laitiers caprins sous signes de qualité, et répond mieux ainsi aux attentes des consommateurs et à l'ancrage de la production au territoire.

La complémentarité des résultats technico-économiques issus des réseaux d'élevages, de l'approche système du dispositif Patuchev et des résultats obtenus chez les éleveurs du REDCap, illustrés par des journées portes ouvertes (en élevages ou sites expérimentaux INRAE ou du Pradel), constitue un ensemble de données et d'exemples de systèmes plus autonomes et économes créant un effet d'entraînement pour les systèmes actuels du Grand Ouest et des autres bassins de production en France (Centre, Bourgogne, Sud-Ouest, Rhône-Alpes) ou d'autres pays (canton de Vaud en Suisse, Lombardie en Italie).

L'implication des différentes interprofessions régionales, de structures de développement et de l'enseignement agricole et supérieur ont permis de mettre en place des actions ciblées (formations, guides et plaquettes, journées techniques, suivis expérimentaux en fermes commerciales) et de fédérer un collectif d'acteurs pour un enjeu commun.

#### 4.3 Une UMT pour re-concevoir les élevages de demain

Le projet Flèche aura consolidé un collectif de chercheurs, d'ingénieurs et d'enseignants du secondaire et du supérieur au sein d'une unité mixte technologique (UMT) dans un programme commun à vocation nationale. La stratégie de l'UMT SC3D (Systèmes Caprins Durables De Demain) est d'évaluer la durabilité des systèmes caprins d'aujourd'hui et d'imaginer les systèmes caprins durables de demain. Autour d'une dynamique régionale, l'ambition de cette UMT SC3D est de développer un lieu de création de conduites innovantes et efficaces aussi bien sur le volet «ressources alimentaires» que sur le volet «animal». L'originalité de cette UMT est de réunir des experts de la génétique ou écophysiologie végétale à des experts en alimentation et reproduction animale, présents sur les sites d'INRAE ou de l'Institut de l'élevage de Poitiers-Lusignan. Ce collectif a pour objectif de produire des résultats divers allant de la production de méthodologie à la production de résultats scientifiques ou techniques en valorisant la complémentarité des compétences associées au projet. L'ambition d'un tel projet est de fournir aux éleveurs et à la filière caprine des clés pour aller vers des conduites et des systèmes durables, et plus résilients aux aléas en réalisant des travaux sur les ressources fourragères et sur l'animal. Ces travaux s'appuient sur la valorisation de données collectées en élevages, à la fois pour améliorer le pilotage des exploitations, et pour tenter d'apporter des réponses aux attentes sociétales. Le transfert des résultats vers les éleveurs, les techniciens, les enseignants constitue un point fort de cette organisation.

## Conclusion

L'herbe constitue un véritable atout pour améliorer la compétitivité de la filière caprine face aux enjeux multiples auxquels elle doit répondre. Sur le plan économique, il a été montré l'intérêt des systèmes herbagers pour diminuer la dépendance aux achats de concentrés, et l'importance de la maîtrise technique du système fourrager au regard de la forte variabilité intra-système alimentaire. Sur le plan social, des élevages caprins économiquement viables et mieux intégrés dans leur milieu et leur filière représentent des atouts à faire valoir pour susciter de nouvelles installations, ou des reprises d'exploitations plus nombreuses. D'un point de vue travail, certains systèmes herbagers peuvent apparaître gourmands en temps de travail mais aujourd'hui, les solutions sont nombreuses pour réduire le temps et améliorer les conditions de travail. Enfin, sur le plan environnemental, l'augmentation de la part d'herbe dans la ration des chèvres permettra de limiter les besoins en intrants alimentaires, et donc les émissions de GES liées à la fabrication et au transport des aliments composés, à condition bien sûr que les systèmes mis en place soient optimisés sur le plan technique. Au-delà du piégeage partiel du carbone dans les sols, les prairies contribuent à réduire la charge phytosanitaire et à préserver la biodiversité.

La filière caprine dispose désormais de nouvelles références et d'outils pour orienter les choix et priorités. Entre 2009 et 2012, la filière laitière caprine française a connu une crise économique majeure liée à une trop forte croissance des approvisionnements en lait de chèvre face à des débouchés en repli. Aujourd'hui, la filière caprine française est en situation de résilience mais reste fragile. Les producteurs doivent développer leur résilience face à ces aléas de conjoncture. Au-delà de l'augmentation drastique du coût de l'énergie auquel va devoir faire face la filière caprine, le challenge des années à venir concerne également le renouvellement des générations (25 % des exploitations à transmettre dans les 5 ans), la réponse aux attentes sociétales et l'adaptation des élevages au changement climatique.

L'utilisation et la valorisation des prairies constituent un potentiel de développement durable des systèmes laitiers caprins en France. Elles permettent de pérenniser l'élevage de chèvres et la production de leurs fromages, ainsi que conforter l'image positive par le consommateur sur ce type de systèmes de production. Le partenariat entre les acteurs de la R&D et la formation, encouragé par l'interprofession caprine et les acteurs régionaux, a contribué à apporter de nouvelles références sur la valorisation de l'herbe par les chèvres et la caractérisation des produits laitiers. Les projets de ces dernières années ont aujourd'hui fédéré un collectif de chercheurs et ingénieurs pour concevoir des systèmes d'élevages caprins durables dans la nouvelle UMT Systèmes Caprins Durables De Demain. L'enjeu est de rendre ces élevages plus résilients face au changement climatique et d'accompagner leur transition agro-écologique. La mobilisation de collectifs aux compétences complémentaires au sein d'autres UMTs telles que Pilotage de la Santé des Ruminants, Génétique pour un élevage durable des petits ruminants, en particulier avec les apports du projet Smarter pour sélectionner des animaux adaptés au milieu, ou encore l'UMT Pasto constitue un véritable atout pour répondre aux défis auxquels doit faire face la filière caprine française.

## Remerciements

Les études présentées dans cet article ont reçu le soutien financier accordé par le 4<sup>e</sup> programme PSDR (INRAE, Institut Agro-Agrocampus Ouest et Régions Bretagne, Normandie, Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire) dans le cadre du projet Flèche.

L'ensemble des publications relatives aux 33 projets du programme PSDR4 est consultable : <https://www.psd4.fr/>

## Références bibliographiques

Andueza D., Picard F., Jestin M., Andrieu J., Baumont R., 2011. NIRS prediction of the feed value of temperate forages: efficacy of four calibration strategies. *Animal* 5, 1002-1013.

Andueza D., Picard F., Martin-Rosset W., Aufrere J., 2016. Near-Infrared spectroscopy calibrations performed on oven-dried green forages for the prediction of chemical composition and nutritive value of preserved forage for ruminants. *Applied Spectroscopy* 70, 1321-1327.

Anicap, 2019. Accès à l'extérieur des chèvres : où en sommes-nous ? 2p.

Anicap, Interbev, 2017. Plan de la filière caprine française à l'horizon 2022. Etats Généraux de l'Alimentation. 54 p.

Barotin C., Bonnal L., Andueza A., Maudemain S., Jost J., Caillat H., Julien L., Juanes X., Lesnoff M., Assouma M.H., Picard F., Fumat N., El Radi H., Barre P., 2021. La spectrométrie dans le proche infra-rouge pour évaluer la valeur alimentaire des fourrages. *Fourrages* 247, 41-50

Barotin C., Caillat H., Jost J., Delagarde R., Barre P., 2020. Préviation des compositions chimique et botanique (graminées / légumineuses) des prairies multi-espèces par spectrométrie proche infra-rouge (SPIR). In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 30-31.

Berthelot M., Mialon M.M., Aupiais A., Boissy A., Aubert C., Baudry C., Michel V., 2020. Reproductibilité, répétabilité et stabilité des indicateurs du bien-être des chevrettes autour de la mise à la reproduction. *Rencontres Recherches Ruminants*, 25, p. 393-397.

Bonneau-Wimmer E., Jacquot A-L., 2020. Impliquer et former les apprenants à la valorisation de l'herbe. In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 48-50.

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. 4 p.

Bossis N., Puillet L., 2020. Les systèmes caprins herbagers du Grand Ouest, des systèmes économiquement viables mais une grande variabilité intra système. In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 16-17.

Brocard V., Jost J., Rouillé B., Caillaud D., Caillat H., Bossis N., 2016. Feeding self-sufficiency levels in dairy cow and goat farms in Western France: current situation and ways of improvement. 26th EGF General Meeting on "The Multiple Roles of Grassland in the European Bioeconomy", Trondheim, Norway, p. 53-55.

Caillat H., Barre P., Delagarde R., Disenhaus C., Ferlay A., Freund G., Gaborit P., Giger-Reverdin S., Jacquot A-L., Jénot F., Jost J., Le Caro L., Leroux B., Pelletier E., Wimmer E., Verdier G., 2016a. L'herbe: un atout pour améliorer l'autonomie des systèmes d'élevages caprins du Grand Ouest et produire des fromages sous signes de qualité. Projet PSDR Flèche. Bretagne, Normandie, Nouvelle-Aquitaine, Pays de la Loire, Série Les 4 pages PSDR, 4p.

Caillat H., Bossis N., Jost J., Pierre P., Legarto J., Lefrileux Y., Delagarde R., 2016b. Les légumineuses dans les systèmes caprins : quelles espèces pour quelles valorisations? In: AFPF (Ed.), Les légumineuses fourragères et prairiales : quoi de neuf ? . *Fourrages*, 227, p. 199-206

Caillat H., Bruneteau E., Ranger B., Furstoss V., Guillet I., Paraud C., Hoste H., El Korso R., Delagarde R., Quenon J., Bossis N., Guillouet P., 2016c. Conception de systèmes d'élevages caprins laitiers durables : éléments sur la transition agro-écologique du dispositif Patuchev. *Rencontres Recherches Ruminants*, 23, p. 247-250.

Caillat H., Charpentier A., Ranger B., Bruneteau E., Boisseau C., Delagarde R., 2018. Variabilité inter-individuelle de l'ingestion d'herbe par des chèvres laitières au pâturage. *Rencontres Recherches Ruminants*, 24, p. 170.

Caillat H., Fatet A., Jost J., 2017. Journée technique Cap'Vert. 2ème édition., Actes de la journée technique, Lusignan, France. 32 p.

- Caillat H., Ranger B., Duprat A., Audebert G., Jost J., 2019. Development of multi-species grasslands in low input dairy goat farming systems: multiple services and benefits, limits. In: Improving sown grasslands through breeding and management, Grassland Science in Europe, Zürich, 24, p. 45-47.
- Caillat H., Ranger B., Guillouet P., 2013. PATUCHEV: un dispositif expérimental pour concevoir et évaluer des systèmes d'élevage caprins performants et durables, Rencontres Recherches Ruminants, 20, p. 296.
- Caramelle-Holtz E., De Crémoux R., Aupiais A., Berthelot M., Michel V., 2020. Bien-être en élevage caprin : définition, pratiques et freins selon différents acteurs de la filière. Rencontres Recherches Ruminants, 25, p. 405.
- Charpentier A., Caillat H., Gastal F., Delagarde R., 2019a. Intake, milk yield and grazing behaviour of strip-grazing Alpine dairy goats in response to daily pasture allowance, Animal, 13:11, p 2492–2500, DOI: 10.1017/S1751731119000703
- Charpentier A., Caillat H., Gastal F., Delagarde R., 2019b. Intake, milk production and grazing behaviour responses of strip-grazing dairy goats to daily access time to pasture and to dehydrated lucerne supplementation, Livestock Science, 229, 90-97. DOI: 10.1016/j.livsci.2019.09.019
- Charpentier A., Mendowski S., Delagarde R., 2017. Prediction of in vivo digestibility of pasture-based diets in dairy goats from faecal indicators. In: Grassland resources for extensive farming systems in marginal lands: major drivers and future scenarios. Grassland Science in Europe, Alghero, 22, p. 533-535.
- Combourieu Q., 2016. Création d'un outil d'évaluation environnementale en élevage caprin -Tests, analyse des résultats et identification de leviers d'action. Rapport de mémoire de fin d'études Isara Lyon, 50 p.
- Delagarde R., Belarbre N., Charpentier A., 2018. Accuracy of the ytterbium-faecal index method for estimating intake of pasture-fed dairy goats. Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, p. 419-421.
- Delagarde R., Caillat H., Charpentier A., 2021. Capacité des chèvres laitières à pâturer des prairies temporaires multiespèces. INRAE Productions Animales, 34, 15-28. DOI : 10.20870/productions-animales.2021.34.1.4694
- Delagarde, R., Caillat, H., Fortin, J., 2017. HerbValo, une méthode pour estimer dans chaque parcelle la quantité d'herbe valorisée par les ruminants au pâturage. Fourrages, 229, 55-61.
- Ferlay A., Graulet B., Buchin S., Cornu A., Martin P., Miranda G., Girard C.L., Laurent C., 2020. Effet de l'herbe pâturée ou conservée sur les qualités nutritionnelle et sensorielle des laits des systèmes caprins du Grand-Ouest. In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 37-40.
- Gaborit P., Caillat H., Clochet J., 2018. Impact of grass-based diets on the qualities of milk and goat cheeses Hay vs Pasture. 10th Cheese Symposium, Rennes, France
- Gaborit P., Graulet B., Buchin S., Cornu A., Caillat H., Girard C.L., Ferlay A., 2020. Effet de la nature des fourrages sur les teneurs en composés d'intérêt nutritionnel ou sensoriel des laits et des fromages caprins. In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 44-47.
- GEB-Idele, 2021. Les chiffres-clés du GEB – Caprins 2021 – Productions lait et viande. Institut de l'élevage, CNE.
- Giger-Reverdin S., Sauvant D., Caillat H., 2018. Valorisation des rations à base de foin ventilé par les chèvres laitières. Rencontres Recherches Ruminants, 24, p. 171.
- Giger-Reverdin S., Sauvant D., Caillat H., 2021. Feed efficiency of barn-dried hay obtained in a sustainable goat farming system (Patuchev) for dairy goats. In: Lopez-Francos A., Joven M., et al. (Eds). Efficiency and resilience of forage resources and small ruminants production to cope with global challenges in Mediterranean areas. Options méditerranéennes, 125, 421-423.
- Hoste H., Manolaraki F., Arroyo-Lopez C., Torres Acosta J.F.J., Sotiraki S., 2012. Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion. Fourrages, 212, 319-328.

- Humbert L., 2018. Analyser et comprendre l'impact des foins ventilés sur la production laitière caprine. Mémoire de fin d'études. Agrocampus-Ouest, Rennes, Paris, 24 p.
- Huyghe C., Litrico I., 2008. Analyse de la relation entre la diversité spécifique des prairies et leur valeur agronomique (bibliographie). *Fourrages*, 194, 147-160.
- Inda D., Jacquot A.-L., Marnet P.-G., Disenhaus C., Flament J., Coquard B., Leroux B., 2019. Autonomy and forage grasses in goat farming of western France. First results of a sociological survey. In: Lopez-Francos A., Jouven M. et al. (Eds). Efficiency and resilience of forage resources and small ruminants production to cope with global challenges in Mediterranean areas. *Options méditerranéennes*, 125, 305-308.
- Jacquot A.L., Marnet P.G., Flament J., Inda D., Disenhaus C., 2019. Perception du pâturage par les acteurs de la filière caprine dans le Grand Ouest, *Fourrages*, 238, 167-170.
- Jénot F., Verdier G., Bossis N., 2012. Etude de prospective stratégique de la filière caprine en Charentes et Poitou. Répercussions prévisibles sur l'évolution des systèmes alimentaires. *Fourrages*, 212, 257-261.
- Jénot F., 2020. Quels scénarii d'avenir et quelle stratégie en faveur de la valorisation de la prairie, de l'amélioration de l'autonomie alimentaire des systèmes caprins du Grand-Ouest et de la production de fromages de chèvre sous signes de qualité à horizon 2025 ? Projet PSDR Flèche, PSDR Grand Ouest. Série Focus PSDR4. 7 p.
- Jost J., 2015. REDCap – Sécher son foin en grange ne s'improvise pas !. Fiche REDCap, Institut de l'élevage 8 p.
- Jost J., Bossis N., Faça B., Bluet B., Bossis C., Couvet R., Poupin B., Lazard K., Gervais P., Lefrileux Y., Pommaret A., Delagarde R., Caillat H., 2021. CAPHERB – Faciliter les transitions des systèmes d'alimentation caprins vers des systèmes plus herbagers. *Innovations Agronomiques*, INRAE, 82, 67-80. DOI :10.15454/j8y3-3t54).
- Jost J., Bossis N., Pavie J., 2017. Caractéristiques et performances des élevages caprins pâturant en France : situation actuelle et enjeux pour l'avenir. In : Le pâturage au cœur des systèmes d'élevage de demain, journées AFPP, Paris, p. 172-173.
- Jost J., Caillat H., 2017. Design and assessment of multispecies pastures for sustainable dairy goat production systems in Western France. In: Grassland resources for extensive farming systems in marginal lands: major drivers and future scenarios, *Grassland Science in Europe*, Alghero, 22, p. 164-166.
- Jost J., Caillat H., Fatet A., 2015. Journée technique Cap'Vert : Liste des posters présentés dans chaque atelier. Journée technique Cap'Vert, Lusignan, France. 20 p.
- Jost J., Caillat H., Fatet A., 2019. Journée Technique Cap'Vert 3ème édition - Posters présentés dans les ateliers. Journée Technique Cap'Vert, Lusignan, France. 50 p.
- Jost J., Richard F., Caillat H., 2020. Quelles prairies multi-espèces en élevages caprins du Grand Ouest ? Choix des espèces et variétés, pratiques des éleveurs et références productives en élevages et en station expérimentale. In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 27-29.
- Kocken T., Jost J., Ranger B., Caillat H., 2020. Efficience d'utilisation des ressources alimentaires d'un troupeau caprin visant l'autonomie alimentaire pour produire des denrées alimentaires pour l'Homme. *Rencontres Recherches Ruminants*, 25, p. 223.
- Kocken T., Minier M., Gaborit P., Caillat H., Laurent C., Graulet B., Ferlay A., 2019. Impact de la nature du fourrage sur la qualité nutritionnelle du lait de chèvre. Projet PSDR Flèche, PSDR Grand Ouest. Série Focus PSDR4. 6 p.
- Laurent C., Caillat H., Girard C.L., Ferlay A., Laverroux S., Jost J., Graulet B. Impacts of production conditions on the contents of vitamins, carotenoids and the color indices of goat milks. En préparation.
- Laurent C., Graulet B., Caillat H., Girard C.L., Jost J., Bossis N., Le Caro L., Ferlay A., 2019. Characterization of milk goat composition according to feeding systems in Western France. 70th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Ghent, Belgium, p. 218.

Lemoine M., Delagarde R., 2021. Drinking water intake, milk production, and grazing behaviour of Alpine dairy goats in response to daytime water deprivation on temperate pastures. *Applied Animal Behaviour Science*, soumis.

Le Rohellec C., Lusson J.-M., 2013. Freins et leviers au développement de l'herbe dans les exploitations agricoles de l'Ouest à partir de l'analyse d'enquêtes individuelles de 42 éleveurs en système non herbager, 10 conseillers et 9 futurs éleveurs. Réseau Agriculture Durable des Civam, 96p, p. 61-63.

Martin B., Laurent C., Graulet B., Cornu A., Girard C.L., Cantalapedra, G., Chantelauze C., Gelé M., Ferlay A., 2020. Traçabilité des conditions de production des laits de systèmes herbagers caprins du Grand Ouest. In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 41-43.

Peyraud J.L., Le Gall A., Dupraz P., Delaby L., 2010. Produire du lait en maximisant le pâturage pour concilier performances économiques et environnementales. *Rencontres Recherches Ruminants*, 17, p. 17-24.

Plantureux S., Amiaud B., 2008. Intérêts des prairies à flore complexe pour la préservation de la biodiversité. *Actes Journées AFPP*, 26-27 mars 2008, p. 161-162.

Puillet L., Martin O., Sauvant D., Tichit M., 2010. An individual-based model simulating goat responses variability and long term herd performance. *Animal*, 4, 2084-2098

Puillet L., Verges V., Blavy P., Chabrier P., Picheny V., 2019. Tools for evaluating trade-offs between robustness to price and yield variations in dairy goat farms. *Book of abstracts of the 70th Annual Meeting of European Federation for Animal Science*, Ghent, Belgium 26-30 Aug 2019, 349.

Ribeiro M.G., Jobim C.C., Daniel J.L.P., Gastal F., Barre P., Caillat H., 2019. Effect of particle reduction in barn dehydrated hay with an active solar roof collector system: goat intake VI ISFQC Proceedings Book, 6th International Symposium on Forage Quality and Conservation, Piracicaba, Brazil, November 7-8th. Poster.

Richard F., Jost J., Pierre P., Barre P., 2020. Composition des prairies multi-espèces : Règles d'assemblage et stratégies de sélection. Résultats d'enquêtes auprès de prescripteurs, PSDR Grand Ouest, Série Focus PSDR4 4 p.

Rouillé B., Laurent M., Bluet B., Faça B., Morin E., Bienne F., Jost J., 2019. Contribution nette des productions laitières bovine, caprine et ovine à l'alimentation protéique humaine en France. *Fourrages*, 240, 305-309.

Vigan A., Combourieu Q., Moreau S., 2020. Évaluation de l'impact environnemental d'élevages caprins du Grand Ouest. In : Caillat H. et al., L'herbe : un atout pour les élevages caprins du Grand Ouest. Projet PSDR Flèche, colloque de restitution, webinaire, p. 18-20.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son DOI)