



HAL
open science

Transition alimentaire au pâturage des chèvres laitières, incidence de la mise à l'herbe

Hugues Caillat

► **To cite this version:**

Hugues Caillat. Transition alimentaire au pâturage des chèvres laitières, incidence de la mise à l'herbe. Journées Nationales des GTV, May 2016, Nantes, France. hal-02739428

HAL Id: hal-02739428

<https://hal.inrae.fr/hal-02739428v1>

Submitted on 2 Jun 2020

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.

Transition alimentaire au pâturage des chèvres laitières, incidence de la mise à l'herbe

1- INRA, UE1373 Fourrages Environnement Ruminants, F-86600 LUSIGNAN, France
Hugues.Caillat@lusignan.inra.fr

RÉSUMÉ

Dans un contexte économique instable et où les systèmes caprins laitiers en France sont autonomes à seulement 55%, l'utilisation accrue d'herbe permet de répondre directement aux exigences de durabilité des élevages caprins. Le dispositif Patuchev de l'Inra de Lusignan a été mis en place en 2013 pour concevoir et évaluer des systèmes d'élevages caprins durables, en appliquant les principes de l'agro-écologie. Cette expérimentation-système vise à intégrer la prairie dans les rotations, à augmenter la part de fourrages dans la ration et évalue indépendamment les conduites de 3 troupeaux de 65 chèvres, caractérisées par deux périodes de reproduction et deux types d'alimentation à base d'herbe : un troupeau en reproduction saisonnée et pâturant et deux troupeaux désaisonnés l'un pâturant et l'autre conduit en bâtiment. Une surface de 10 hectares est attribuée de façon définitive à chaque troupeau pour produire le fourrage et les concentrés dans le but d'atteindre une autonomie globale du système supérieure à 75%. En 2013, l'élevage caprin conduit jusqu'alors de manière hors-sol avec une part importante de concentrés dans la ration a évolué vers des systèmes valorisant l'herbe pâturée ou conservée. La chèvre est un animal doté d'une forte capacité d'adaptation, et une transition alimentaire vers le pâturage n'a pas mis en évidence de problèmes métaboliques ou sanitaires majeurs, ni avoir affecté l'état corporel des animaux

des lots concernés. Il est toutefois important de préciser que ce type de transition exige de disposer de prairies productives et de valeur alimentaire élevée, d'un parcellaire regroupé et de contrôler le niveau d'infestation des parasites gastro-intestinaux. Les chèvres du dispositif ont été infestées dès la première année de pâturage, mais une gestion intégrée a permis de maintenir des niveaux faibles. Ces résultats soulignent l'importance d'une approche globale et d'une connaissance précoce des niveaux d'infestation, véritable élément contraignant lors d'une transition alimentaire de chèvres laitières vers le pâturage.

Mots clés : caprin, pâturage, transition, parasitisme, autonomie

La filière caprine française est riche de sa diversité. Premier producteur de lait de chèvre en Europe, la France dispose d'élevages caprins avec des systèmes alimentaires très divers, allant du pastoralisme à des conduites hors-sol, mais sont presque tous des utilisateurs importants de concentrés. Dans le contexte d'une demande mondiale croissante en produits animaux, Peyraud et al. (2012) [15] soulignent l'importance de maintenir cette diversité pour contribuer à une résilience globale des filières. Toutefois, pour faire face à la compétitivité d'autres bassins de production européens, le développement de systèmes à hautes performances devient un enjeu majeur pour

la filière caprine en France. Valoriser l'herbe dans les systèmes d'élevages peut s'avérer être une piste intéressante pour une plus grande autonomie, une maîtrise des coûts de production et une plus grande sécurisation des systèmes face aux aléas climatiques et économiques [16].

L'herbe semble être la ressource fourragère la plus naturellement adaptable aux différentes conditions pédoclimatiques françaises et permet d'améliorer l'autonomie alimentaire grâce à son équilibre en énergie et protéines. Elle apporte une image positive aux fromages de chèvre et sur l'environnement au travers de la capacité de stockage de carbone des sols prairiaux mais également du maintien de la biodiversité et des paysages. Cependant, moins de la moitié des exploitations caprines françaises utilisent le pâturage [5], et seulement 5% en Poitou-Charentes. De plus, des contrastes importants existent sur la place de l'herbe entre les systèmes d'élevages du Sud et du Grand Ouest. Dans un contexte où les systèmes caprins sont autonomes à seulement 55% [2], contre 88% en systèmes bovins lait [3], l'utilisation accrue d'herbe peut permettre de répondre directement aux exigences d'autonomie alimentaire et économiques des élevages caprins, à l'occupation des surfaces et des territoires et au développement de fromages valorisés sous signe de qualité. Malgré des témoignages et résultats encourageants de transition de système alimentaire vers le pâturage [10] [12], cette conduite se heurte encore à des freins dans certains bassins de production et il s'avère donc opportun d'apporter des éléments sur l'incidence de la mise à l'herbe d'un troupeau caprin. Une expérimentation-système a donc été créée par l'INRA dans le but de comprendre les mécanismes et interactions de choix techniques dans le cas de systèmes caprins valorisant l'herbe sous forme pâturée ou conservée.

1. UN DISPOSITIF EXPERIMENTAL POUR CONCEVOIR DES ELEVAGES CAPRINS AUTONOMES ET ECONOMOMES

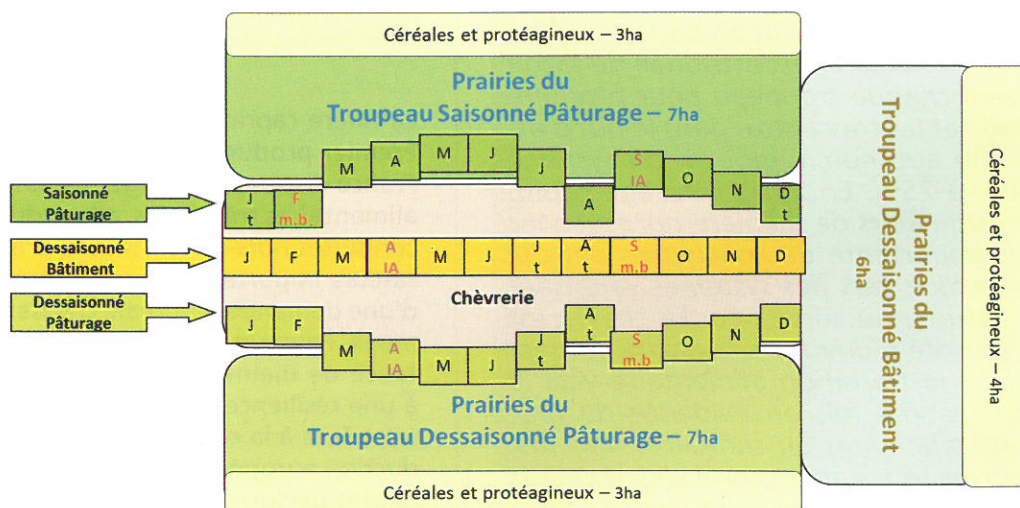
Le dispositif Patuchev de l'INRA de Lusignan a été mis en place en 2013 pour concevoir et évaluer la durabilité de systèmes d'élevages caprins, en appliquant les principes de l'agro-écologie [1] [4] – www.poitou-charentes.inra.fr/patuchev. La plate-forme Patuchev a donc pour vocation de répondre à la question : quel type de système d'élevage permettrait une meilleure autonomie en intrants sous contrainte de production ? Cette démarche associe la recherche de la performance économique, environnementale et sociale.

Patuchev vise à intégrer la prairie dans les rotations, à augmenter la part de fourrages dans la ration et évalue indépendamment les conduites de 3 troupeaux de 65 chèvres, caractérisées par deux périodes de reproduction et deux types d'alimentation à base d'herbe. Les trois troupeaux sont conduits de façon indépendante : un troupeau en reproduction saisonnée et pâturant (SP) et deux troupeaux désaisonnés l'un pâturant (DP) et l'autre conduit en bâtiment (DB). Une surface de 10 ha est attribuée de façon définitive à chaque troupeau pour produire le fourrage et les concentrés, et atteindre une autonomie globale du système supérieure à 75% (Figure 1).

1.1. DES CHOIX TECHNIQUES REpondant A DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Pour répondre à cet enjeu, la culture de prairies multi-espèces et le séchage du foin en grange, avec capteur solaire ont été choisis pour maximiser l'ingestion et limiter l'usage des aliments concentrés

Figure 1 : Représentation schématique du dispositif expérimental Patuchev :



[6, 9]. Parmi les différentes familles végétales de ces prairies, les légumineuses, capables de capter l'azote présent dans l'air, permettent de limiter l'apport d'engrais azotés aux cultures et contribuent à renforcer l'autonomie en protéines dans les rations hivernales. Enfin, le parcellaire regroupé limite les déplacements pour la récolte des fourrages, et le séchage du foin par ventilation permettent une consommation moindre d'énergie fossile par rapport aux autres modes de conservation.

Pour planifier les mises-bas en contre saison tout en limitant l'usage d'hormones exogènes, un programme lumineux associé à un « effet bouc » pour la synchronisation, est appliqué [14].

Pour contrôler le niveau de parasitisme gastro-intestinal des systèmes pâturants, une gestion intégrée a été mise en place dès la première année de pâturage. Des rotations culturales de longue durée, le pâturage tournant rapide, l'utilisation de plantes à action anthelminthiques (dont les effets en condition d'infestation naturelle restent à évaluer) et des traitements ciblés sont combinés pour répondre à cet enjeu [7, 8]. Au-delà de l'intérêt pour stimuler l'ingestion [11], la technique de pâturage tournant, associé à une exploitation alternée des parcelles (pâturage/fauche), permet un temps de repos d'au moins 45 jours entre deux exploitations de pâturage et interrompt ainsi le cycle de développement du parasite. Également, sachant que 80% des parasites se trouvent dans les cinq premiers centimètres d'herbe, une hauteur d'herbe pâturée supérieure à 8 cm permet de limiter l'ingestion de larves de parasites par la chèvre. Les traitements ciblés sélectifs, utilisés avec une alternance des molécules, ont pour objectif de limiter le développement de résistance

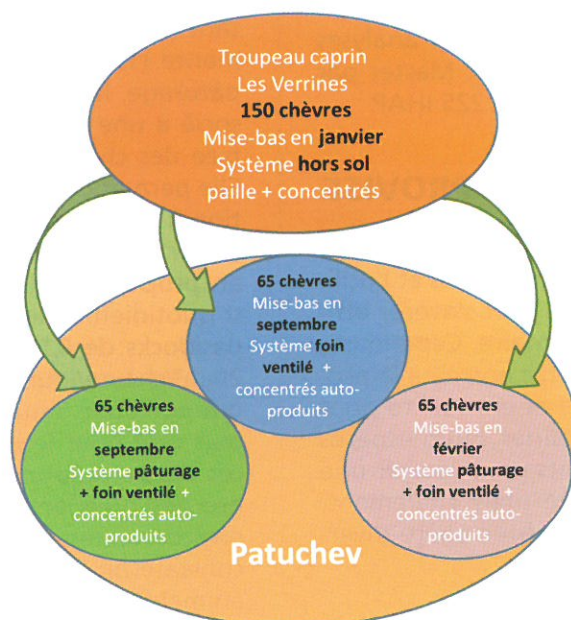
aux anthelminthiques, et l'action ciblée permet de limiter les pertes de lait dans le tank, au regard des délais d'attente désormais en vigueur pour cette espèce.

1.2. UN CHANGEMENT SEMI-PROGRESSIF

Jusqu'en 2011, le troupeau expérimental caprin de l'UE FERLus (Les Verrines - Inra Lusignan) était conduit avec une période de reproduction en avance de saison sexuelle (août) et une alimentation à base de concentrés et de paille. Pour la mise en place du dispositif Patuchev, deux changements conséquents ont été réalisés; l'un sur la conduite alimentaire (pâturage et/ou foin ventilé), l'autre sur la reproduction (deux périodes : avril et septembre). (Figure 2) Dès la répartition en lots homogènes du troupeau caprin existant (2011), le choix a été de désaisonner progressivement les chèvres des deux lots concernés, à raison d'avancer de trois semaines à un mois chaque année (de 2012 à 2015) la date du premier cycle de reproduction. Le choix de faire des lactations de 16 mois a été écarté, en raison du décalage de millésime qui aurait été généré entre les cohortes de chevrettes de renouvellement des lots DP-DB et SP (absence de chevrettes de millésime 2013 pour les lots désaisonnés).

Concernant l'alimentation, le changement a été réalisé pendant la période hivernale en une seule fois, un mois avant les premières mises-bas de la campagne laitière 2013, soit en novembre 2012 pour les lots DP et DB et janvier 2013 pour le lot SP. Dans le système précédent une chèvre recevait quotidiennement de la paille (à volonté), 2 kg bruts de bouchons d'aliments complets contenant des concentrés et de

Figure 2 : Représentation schématique de la transition des systèmes d'élevages de l'UE FERLus



la luzerne sur-pressée, 500 grammes (g) bruts de foin de luzerne et 200 g bruts de maïs distribué en grain. Ce type de ration, stable sur la quasi-totalité de la lactation, présente l'avantage d'être simple et facile à distribuer. Dans le cadre de Patuchev, les chèvres des trois systèmes ont commencé par recevoir du foin ventilé et les premières sorties au pâturage ont eu lieu en mars 2013.

1.3. UNE APPROCHE MULTICRITERE ET PLURIANNUELLE

Les enjeux environnementaux sont prioritaires mais sous contrainte de viabilité : chacun des trois systèmes doit être performant, offrir un revenu et un métier attractifs pour l'éleveur et proposer des produits de qualité en lien avec une activité acceptable. Cette approche systémique nécessite ainsi de collecter des données d'ordre zootechnique (production laitière, ingestion, reproduction, poids, note d'état corporel, évènements sanitaires et suivi parasitaire), agronomique (production prairies et cultures, effluents, flux et bilans élémentaires, itinéraires techniques) et économique (matière utile produite à l'hectare, marge brute). Le dispositif expérimental prévoit également d'évaluer la biodiversité végétale et animale, l'activité biologique du sol et la qualité des eaux rejetées dans l'environnement afin de compléter l'approche multicritère de cette expérimentation-système. Sur le plan sanitaire et l'état des animaux, depuis 2011 chaque évènement sanitaire ainsi que les causes de réforme sont enregistrés dans une base de données. L'état général des animaux est quant à lui suivi au travers de notes d'état corporel et d'une pesée mensuelles. La cinétique d'infestation parasitaire a été suivie dès la mise au pâturage par des analyses coproscopiques mensuelles de groupe d'une quinzaine d'individus (une par trimestre, seulement en 2013, lors de la première année de pâturage). En complément, des analyses individuelles de toutes les chèvres présentes dans les troupeaux pâturants sont réalisées 5 fois par an. Ces analyses sont réalisées selon la méthode de Mc Master par l'ANSES de Niort et l'UMR Inra-ENVIT 1225 IHAP.

2. UNE TRANSITION NE S'IMPROVISE PAS

L'intégration des prairies dans les rotations et l'utilisation de l'herbe dans les rations peut s'avérer efficace pour diminuer le coût alimentaire. Cependant, une attention particulière doit être portée à la production des prairies en quantité et en qualité pour s'assurer d'une réussite. Les prairies multi-espèces présentent des atouts intéressants pour fournir une production régulière sur l'année mais également, l'avantage de proposer une offre fourragère diversifiée aux chèvres.

2.1. DES PRAIRIES MULTI-ESPECES POUR STIMULER L'INGESTION

Les prairies multi-espèces du dispositif Patuchev sont implantées pour 3 ou 4 années et contiennent principalement de la luzerne, du trèfle violet, de la féтуque élevée, de la fléole et du brome (Figure 3). Sur la période 2013-2015, la production moyenne des prairies a été de 9,5 tonnes de matière sèche (MS) par hectare, avec pour seul amendement des apports de compost, à raison de 8-10 tonnes par hectare. En termes de qualités, les analyses réalisées au LABCO de Surgères (365 échantillons) indiquent des valeurs de fourrage vert en moyenne de $0,77 \pm 0,09$ UFL pour $16,5 \pm 3,9\%$ de MAT par kg de MS (en g/kg de MS – PDIN : 103 ± 24 , PDIE : 84 ± 10 et PDIA : 37 ± 9), ce qui en fait des prairies de bonne valeur alimentaire très ingestibles. En raison de la curiosité bien connue de la chèvre, une association de plusieurs espèces est une solution également intéressante pour satisfaire cette particularité, stimulant alors l'ingestion d'herbe et facilitant ainsi la transition alimentaire au pâturage.

Figure 3 : Vue du mélange prairial offert pour le pâturage sur le dispositif Patuchev



2.2 UN PATURAGE EFFICACE

Chez la chèvre, il a été montré que le foin est d'autant plus ingéré que la proportion de refus augmente [13]. Pour maximiser l'ingestion d'herbe au pâturage, la technique du tournant dynamique, associé à une hauteur d'herbe élevée (14 cm) à l'entrée des chèvres s'avère une solution intéressante. Elle permet de reproduire les conditions d'alimentation à l'auge, en offrant une quantité d'herbe plus importante que ce que la chèvre pourrait ingérer et en proposant une nouvelle surface à pâturer quasi quotidiennement. Le parcellaire est constitué de paddocks de 0,5 ha avec l'objectif d'offrir environ $20 \text{ m}^2/\text{chèvre}/\text{jour}$. Les premières sorties au pâturage ont eu lieu le 5 mars 2013 pour le lot DP et 15 jours plus tard pour le lot SP. Les chèvres avaient jusqu'à ces dates toujours été élevées en bâtiment et malgré des premiers jours un peu stressants (nouveau environnement, clôture électrique), nous avons constaté un apprentissage rapide. La chèvre est un animal doté d'une forte capacité d'adaptation et en

3 semaines l'ensemble des chèvres pâturaient. Pour soutenir cet apprentissage, la quantité de foin distribuée en bâtiment a été diminuée au prorata du temps d'accès au pâturage, en faisant l'hypothèse que 10 heures d'accès au pâturage permettaient d'ingérer 2,2 kg de MS d'herbe. Au cours des premiers mois de pâturage, aucun problème métabolique n'a été observé, seule une augmentation sensible mais ponctuelle du niveau cellulaire autour de la mise au pâturage a été observée. Sur la période 2013-2015, les chèvres ont ainsi pâturé en moyenne 195 jours pour le système SP et 164 jours pour le système DP.

2.3 L'IMPORTANCE D'UNE GESTION INTEGREE DU PARASITISME GASTRO-INTESTINAL

Bien qu'aucun problème sanitaire majeur n'ait pu être mis en évidence avec la mise à l'herbe, les chèvres des systèmes pâturants ont été infestées par des strongles gastro-intestinaux (*Oesophagostomum* et *Teladorsagia/Trichostrongylus* principalement) dès leur première année de pâturage (septembre 2013). La figure 4 présente la cinétique d'infestation depuis 2013, au travers du nombre d'œufs excrétés par gramme de fèces (OPG) de strongles gastro-intestinaux par les chèvres de chaque système (moyennes de groupe). Le niveau moyen annuel d'excrétion des systèmes a été de 198 et 310 OPG en 2014 et 2015, respectivement pour le système SP et 198 et 150 OPG pour le système DP. Ces niveaux sont restés relativement faibles tout au long de la période étudiée quel que soit le système, mais on note cependant une tendance à une augmentation en fin de saison pour les primipares du lot SP. Au cours de cette période, le chargement moyen a été relativement faible avec 6,6 chèvres par hectare de prairies pour le système saisonné contre 7 chèvres/ha pour le système conduit en contre-saison (objectif de 8,6 chèvres/ha prairies). Il met toutefois en évidence l'importance d'une vigilance accrue en début d'été et l'efficacité d'un traitement sélectif ciblé réalisé sur 2 à 15% des chèvres, selon leur niveau d'infes-

tation, associé à une alternance des molécules utilisées. Toutefois, un traitement systématique est réalisé au tarissement pour chaque troupeau pâturant.

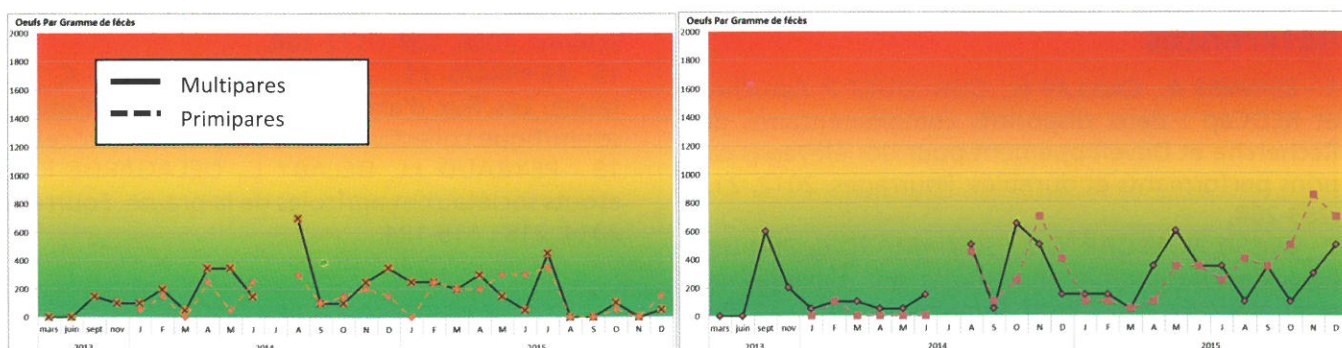
2.4 UN BILAN POSITIF AVEC DES PERFORMANCES LAITIÈRES MOINS COUTEUSES

Avant 2013, la production de matière utile (MU) annuelle était en moyenne de 66 kg/chèvre (soit 991 kg de lait, 35,0 g/kg en TB et 31,6 g/kg en TP) avec un coût alimentaire moyen estimé à 232 /chèvre. Si l'on observe les performances du système saisonné sur la période 2013-2015, le passage d'un système fortement utilisateur de concentrés à un système valorisant l'herbe par le pâturage, a entraîné une baisse d'environ 16 kg de MU par chèvre liée à une production laitière moyenne de 743 kg/chèvre à 34,6 g/kg en TB et 32,8 g/kg en TP. En revanche, celle-ci a été moins coûteuse à produire puisque le coût alimentaire a été estimé à 101 €/chèvre. Grâce à une part significativement plus importante de fourrages de qualité dans la ration (76%, dont 50% ingéré au pâturage), seulement 242 kg de concentrés par chèvre et par an, dont la plupart auto-produits ont été utilisés, soit 62% de moins que dans le système hors-sol (343 g/Litre de lait vs 644). Malgré une production laitière plus faible, le coût alimentaire est diminué et les objectifs d'autonomie globale du système sont atteints.

CONCLUSION

Ces premiers résultats montrent qu'une transition vers plus d'autonomie, en valorisant principalement l'herbe sous forme pâturée, peut s'avérer concluante dès les premières années. La chèvre est un animal doté d'une forte capacité d'adaptation et une transition alimentaire vers le pâturage n'a pas mis en évidence de problèmes métaboliques ou sanitaires majeurs, ni avoir affecté l'état corporel des animaux. Il est toutefois important de préciser que ce type de transition exige de disposer de prairies productives et d'une valeur alimentaire élevée, d'un

Figure 4 : Evolution du niveau d'OPG de strongles gastro-intestinaux sur la période 2013-2015
 a) Système désaisonné (DP) b) Système saisonné (SP)



parcellaire regroupé et de contrôler le niveau d'infestation des parasites gastro-intestinaux. La combinaison de ces éléments est un gage de réussite pour stimuler l'ingestion d'herbe au pâturage et ainsi assurer des performances zootechniques répondant aux attentes des éleveurs. Malgré la baisse de production laitière, celle-ci reste synonyme d'efficacité lorsque le coût alimentaire est maîtrisé.

Lors d'une transition alimentaire vers le pâturage, une vigilance accrue devra être apportée aux conditions météorologiques et en particulier à la température extérieure lors des premières sorties lorsque l'humidité est présente (éviter de sortir lorsque la température est inférieure à 7-8°C). La pluie ne doit toutefois pas empêcher une sortie précoce car les chèvres s'habituent à pâturer sous la pluie lorsque celle-ci n'est pas battante et continue toute la journée. Une transition se réalise sur deux à trois semaines car la chèvre est en mesure de diminuer d'elle-même sa consommation de foin en bâtiment, si l'herbe est offerte en quantité suffisante et qu'elle dispose d'un temps d'accès suffisant. Cependant, lorsqu'il s'agit d'une herbe jeune, il sera nécessaire de veiller à distribuer un foin tardif ou de la paille à l'auge pour favoriser la rumination.

Enfin, il faut souligner l'importance de réaliser des analyses coproscopiques dès la première année de pâturage. Comme cela a été constaté sur le dispositif Patuchev, malgré l'absence de passage antérieur d'autres ruminants, les parasites gastro-intestinaux ont infestés les chèvres très rapidement. La connaissance précoce du niveau d'infestation du troupeau est indispensable pour gérer au mieux et de manière intégrée le parasitisme, véritable frein aujourd'hui à la valorisation de l'herbe par le pâturage.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien financier de la Région Poitou-Charentes dans le cadre du Réseau d'Excellence Caprine (REXCAP) et du projet STRéP du méta-programme GISA de l'Inra. Ce travail a pu être réalisé grâce à la technicité de l'équipe expérimentale associée au dispositif Patuchev et au partenariat avec l'UMR Inra-ENVT IHAP ainsi que l'ANSES de Niort pour le suivi parasitaire, qu'ils en soient tous remerciés.

Références

1 - BONNES A., CAILLAT H., GUILLOUET P. Patuchev et REDCap : deux dispositifs complémentaires de Recherche et Développement pour des élevages caprins performants et durables. *Fourrages*. 2012, 212 : 263-268.
 2 - BOSSIS N., LEGARTO J., GUINAMARD C. Etat des lieux de l'autonomie alimentaire des élevages caprins français, *Renc. Rech. Ruminants*, 2014, 21, Paris, FRA : INRA. Institut de l'Élevage. p.127.

3 - BRUNSCHWIG P, DEVUN J. L'autonomie alimentaire des troupeaux bovins en France, état des lieux et perspectives. Institut de l'Élevage, CNIEL, CIV. 2012.

4 - CAILLAT H., RANGER B., GUILLOUET P. PATUCHE V: un dispositif expérimental pour concevoir et évaluer des systèmes d'élevage caprins performants et durables. *Renc. Rech. Ruminants*, 2013, 20, Paris, FRA : INRA. Institut de l'Élevage. p.296

5- CAILLAT H., BOSSIS N., JOST J. Les légumineuses dans les systèmes caprins : quelles espèces pour quelles valorisations? Journées AFPP, 2016, Paris, p.145-153.

6 - DELABY L., PECCATTE J. R. Valeur alimentaire de foin ventilés issus de prairies multispécifiques. *Fourrages*. 2008, 195 : 354-356

7 - HOSTE, H., CHARTIER, C., LEFRILEUX Y. Control of gastrointestinal parasitism with nematodes in dairy goats by treating the host category at risk. *Veterinary Research*. 2002, 33 : 531-545.

8 - HOSTE H., JACKSON FJ, ATHANASIADOU S. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitology*. 2006, 22 : 253-261.

9 - HUYGHE C., LITRICO I. Analyse de la relation entre la diversité spécifique des prairies et leur valeur agronomique. *Fourrages*. 2008, 194 : 147-160.

10 - LEFRILEUX Y., MORAND-FEHR P., POMMARET A. Aptitude des chèvres hautes productrices de lait à valoriser les prairies temporaires au pâturage. *INRA Productions Animales*. 2012, 25(3) : 277-290.

11 - MEURET M. Piloter l'ingestion au pâturage. *Etudes et Recherches Systèmes Agraires et Développement*. 1993, 27 : 161-198.

12 - MIMAULT C., BONNES A. Changement de système fourrager en élevage caprin : du maïs ensilage au pâturage. *Fourrages*. 2012, 212 : 275-278.

13 - MORAND-FEHR P., GIGER S., SAUVANT D. Utilisation des fourrages secs par les caprins, In: Demarquilly, C, (Eds), XVI Journées du Grenier de Theix, Clermont-Ferrand, France, 1985/05/21-23, INRA Versailles, INRA Publications, Paris, France, Les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation. 1987 : 391-422.

14 - PELLICER-RUBIO, M.T., LEBOEUF B., BERNELES D. High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the "male effect" in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestogens. *Animal Reproduction Science*. 2008, 109 : 172-188.

15 -PEYRAUD J.L., CELLIER P., DONNARS C. (éditeurs). Les flux d'azote liés aux élevages. Expertise scientifique collective, 2012, 506p. Inra (France)

16 - PEYRAUD J.L, DELABY L., DELAGARDE R. Les atouts sociétaux et agricoles de la prairie. *Fourrages*. 2014, 218 : 115-124.