



**HAL**  
open science

## Goats' preferences for four types of brushes and impact on their welfare

Raphaëlle Botreau, Marie-Madeleine Mialon, Marianne Berthelot, Louise Deschrevel, Bruno Meunier, Hugues Caillat

### ► To cite this version:

Raphaëlle Botreau, Marie-Madeleine Mialon, Marianne Berthelot, Louise Deschrevel, Bruno Meunier, et al.. Goats' preferences for four types of brushes and impact on their welfare. 26. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants (3R 2022), Idele; INRAE, Dec 2022, Paris, France. pp.569-572. hal-03952675

**HAL Id: hal-03952675**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03952675>**

Submitted on 23 Jan 2023

**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.

## Préférences des chèvres vis-à-vis de quatre types de brosses et impact sur leur bien-être

BOTREAU R. (1), MIALON M.M. (1), BERTHELOT M. (2), DESCHREVEL L. (3), MEUNIER B. (1), CAILLAT H. (3)  
(1) INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle  
(2) Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, 79024 Niort  
(3) INRAE, UE1373 FERLus, Les Verrines, 86600 Lusignan

**RESUME** - Proposer des brosses aux chèvres pourrait constituer un axe d'amélioration de leur bien-être en satisfaisant leur besoin de toilettage, tout en leur apportant un enrichissement occupationnel et sensoriel. Cette étude vise à établir l'utilisation et les préférences des chèvres pour quatre types de brosses, et à évaluer l'impact sur leur bien-être. Quatre brosses ont été mises à disposition d'un lot de 50 chèvres en lactation sur deux périodes de 6 semaines en mars (P1) et en juin (P2) : une brosse fixe, deux brosses pivotantes de taille petite (mini) et moyenne (midi), et une brosse rotative automatique. Des observations comportementales (scans toutes les 10 min, sans individualisation) ont été réalisées pour étudier l'utilisation des brosses : utilisation pour se brosser (et zone du corps brossée) ou 'autrement' (principalement manipulations orales). L'impact des brosses sur le bien-être des chèvres a été évalué par des mesures sanitaires (abcès, boiterie, blessures, propreté) avant et après chaque période, et comportementales (postures et activités) en P1 avant et pendant l'accès aux brosses. La brosse automatique a été significativement la plus utilisée, suivie par la midi et la fixe, et enfin la mini. La brosse automatique a été utilisée exclusivement pour se brosser (91 % des scans où elle est utilisée) alors que les trois autres le sont aussi 'autrement' (26 à 31 % des scans). En P1, toutes les brosses ont majoritairement servi à se brosser la tête ( $p < 0,05$ ). En P2, l'utilisation a évolué pour la midi (utilisations tête et corps équivalentes) et l'automatique (utilisation corps majoritaire,  $p < 0,001$ ). L'accès aux brosses n'a pas impacté la santé et a entraîné une diminution du nombre de chèvres observées debout inactives et à se frotter aux barrières ( $p < 0,001$ ), sans impacter l'auto-toilettage. Ces résultats montrent que les chèvres utilisent différemment les brosses, ce qui les rend complémentaires. Leur mise à disposition simultanée constitue bien un enrichissement du milieu puisqu'elles sont toutes utilisées et que l'impact sur le bien-être est positif sur la période d'observation (report du grattage sur des supports adéquats et réduction de l'inactivité, ennui...).

## Goats' preferences for four types of brushes and impact on their welfare

BOTREAU R. (1), MIALON M.M. (1), BERTHELOT M. (2), DESCHREVEL L. (3), MEUNIER B. (1), CAILLAT H. (3)  
(1) INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle

**SUMMARY** - Offering brushes to goats could be a way to improve their welfare by satisfying their need for grooming, while providing them with occupational and sensory enrichment. This study aims to establish the use and preferences of goats for four types of brushes, and to assess the impact on their welfare. Four brushes were provided to a group of 50 lactating goats over two 6-week periods in March (P1) and June (P2): a fixed brush, two swivel brushes of small (mini) and medium (midi) size, and an automatic rotating brush. Behavioural observations (scans every 10 min, without individualisation) were carried out to study the use of the brushes: use for brushing (and area of the body brushed) or 'otherwise' (mainly oral manipulation). The impact of the brushes on goat welfare was assessed by health measures (abscesses, lameness, injuries, cleanliness) before and after each period, and behavioural measures (postures and activities) in P1 before and during brush access. The automatic brush was significantly the most used, followed by the midi and the fixed, and finally the mini. The automatic brush was used exclusively for brushing (91% of the scans where it was used) while the other three were also used 'otherwise' (26% to 31% of the scans). In P1, all brushes were used predominantly for head brushing ( $p < 0.05$ ). In P2, use changed for the midi (equal head and body use) and the automatic (majority body use,  $p < 0.001$ ). Access to brushes did not impact health and resulted in a decrease in the number of goats observed standing idle and rubbing against barriers ( $p < 0.001$ ), without impacting self-grooming. These results show that goats use the brushes differently, which makes them complementary. Their simultaneous provision constitutes an enrichment of the environment since they are all used and the impact on well-being is positive over the observation period (postponement of scratching on suitable supports and reduction of inactivity, boredom, etc.).

### INTRODUCTION

Afin d'améliorer le bien-être des chèvres laitières en élevage, et ainsi de mieux répondre aux attentes sociétales de plus en plus fortes, une solution consiste à mettre en place des objets d'enrichissement (amélioration du milieu de vie). Ces derniers agissent pour le bénéfice comportemental des animaux en réduisant l'expression de comportements inappropriés et en stimulant les émotions positives (Anses, 2015 ; Boissy *et al.*, 2007). Parmi les enrichissements les plus faciles à mettre en place et déjà disponibles dans le commerce se trouvent les brosses. Les brosses devraient permettre aux chèvres de satisfaire leur besoin de maintenance (toilettage) tout en améliorant leur confort en leur offrant un support adapté de brossage et de grattage. Cependant très peu d'études scientifiques ont montré leur intérêt pour les chèvres laitières,

et ces études comprenaient plusieurs types d'enrichissement dont des brosses (Gomes *et al.*, 2018 ; Kakarash *et al.*, 2021) ne permettant pas de conclure sur l'impact uniquement des brosses sur le bien-être des chèvres mais mettant en avant une utilisation non négligeable des brosses même en présence d'autres enrichissements.

Pour savoir si un objet constitue un enrichissement du milieu il faut vérifier s'il est utilisé et si son impact sur le bien-être des animaux est positif. Cette étude a eu pour objectif d'établir les préférences des chèvres pour 4 types de brosses proposées simultanément aux chèvres, et d'évaluer leur impact sur le bien-être de ces dernières. Nos hypothèses initiales étaient les suivantes :

- La brosse rotative automatique sera certainement plus utilisée que les autres brosses (non automatiques, et nécessitant ainsi sûrement plus d'efforts de la part des

chèvres)

- Les brosses longues et orientables permettront aux chèvres de se brosser plus facilement l'ensemble du corps
- L'accès aux brosses permettra globalement d'améliorer le comportement des chèvres, mais avec le risque de voir une augmentation des interactions agonistiques du fait de la compétition pour accéder aux brosses, ainsi qu'une augmentation du nombre d'abcès caséux les brosses constituant un support supplémentaire pour les bactéries responsables de ces derniers.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. ANIMAUX ET HEBERGEMENT

L'étude s'est déroulée sur le 1<sup>er</sup> semestre 2021 à la chèvrerie expérimentale de l'UE FERLus à Lusignan, dans le cadre de l'expérimentation-système INRAE Patuchev (Caillat *et al.*, 2013). Les résultats présentés ici concernent uniquement les chèvres en lactation du lot hébergé en bâtiment, sur aire paillée, sans accès à l'extérieur ni autres enrichissements. Au total le lot comprenait 50 chèvres de race Alpine ayant démarré leur lactation à l'automne. Compte tenu du cadre de l'expérimentation-système, il n'a pas été possible de constituer des sous-lots (notamment pour avoir un lot 'témoin' et un lot 'brosses'), le lot a donc été son propre témoin, avant et après mise en place des brosses (cf. section suivante)





### 1.2. BROSSES

Quatre brosses aux caractéristiques différentes, toutes disponibles dans le commerce, ont été mises simultanément à disposition des chèvres (Tableau 1) : une brosse pivotante et rotative automatique DeLaval (Auto), une brosse pivotante EasySwing® Mini (Mini), une brosse pivotante EasySwing® Midi (Midi) et une brosse fixe rectangulaire de la Société Ouest Vendée Brosse (Fixe). Seule la brosse Mini était déjà connue des chèvres. Les brosses ont été mises à disposition des chèvres sur deux périodes (Figure 1) : 6 semaines en mars (P1) puis laissées en place à partir de juin (P2). La brosse Auto a été installée 1 semaine avant les trois autres pour laisser le temps aux chèvres d'apprendre à s'en servir.

### 1.3. MESURES POUR ETABLIR LES PREFERENCES D'UTILISATION DES BROSSES

Au cours des périodes P1 et P2 des observations comportementales ont été réalisées en direct sur deux semaines distinctes (Figure 1) pour évaluer l'utilisation des brosses par les chèvres. Des scans sur les 4 brosses ont été réalisés toutes les 10 minutes du lundi au jeudi (entre les scans, des observations en focus étaient réalisées pour calibrer des algorithmes à partir de données issues des accéléromètres posés sur les brosses, cf. poster Meunier *et al.*, 2022) et toutes les 2 minutes les vendredis. Au total 1152 scans ont été réalisés pour chaque brosse, sans individualisation des chèvres. Seules les chèvres interagissant

**Tableau 1** Brosses mises à disposition des chèvres, présentées dans l'ordre de leur position dans le parc d'élevage. Les dimensions indiquées correspondent à celle de la brosse à proprement parlé.

Auto	Mini	Fixe	Midi
20 cm x 50 cm	30 cm x 40 cm	43 cm x 33 cm	40 cm x 50 cm
			

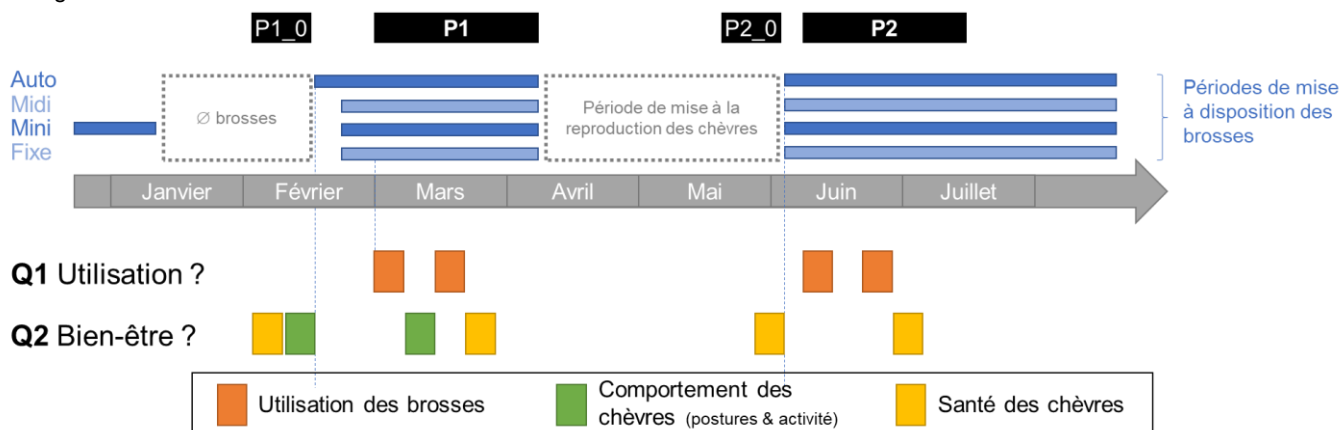
avec les brosses ont été observées.

L'éthogramme se composait des comportements suivants (regroupés pour les analyses statistiques, les comportements détaillés sont entre parenthèses) : se brosse x partie du corps brossée : tête vs. corps (dos-croupe, flancs, cuisses, pattes), utilise la brosse autrement (flaire, mâchouille, pousse, grimpe sur la brosse), utilise le support de la brosse (se frotte contre, lèche, grimpe sur, mâchouille).

### 1.4. MESURES POUR EVALUER L'IMPACT SUR LE BIEN-ETRE DES CHEVRES

Pour évaluer l'impact de la mise à disposition des brosses sur le bien-être des chèvres, des mesures comportementales et sanitaires ont été réalisées avant le début de chaque période (P1\_0 et P2\_0) et pendant chaque période (P1 et P2). Les mesures comportementales n'ont été réalisées qu'en P1 alors que les mesures sanitaires l'ont été sur les deux périodes (Figure 1).

Pour l'évaluation comportementale, les postures et les activités des chèvres, non individualisées, ont été observées par scans et par focus sur 2 fois cinq jours consécutifs. Pour des raisons de faisabilité, le parc a été divisé en 6 zones virtuelles observées les unes après les autres, en scan puis en focus (toutes les chèvres présentes dans chaque zone ont été observées). Chaque jour, chaque zone a ainsi fait l'objet de 8 scans (espacés de 45 min.) et de 8 périodes de focus de 4 min. Au total, 480 scans et 32h de focus ont été réalisés. Les scans ont permis d'enregistrer le nombre de chèvres réalisant les activités détaillées ci-dessous croisées avec les postures/locomotion 'est debout et se déplace', 'est debout immobile' et 'est couchée' : Inactive / Rumine / Mange / Boit / Se lèche, se mordille, se gratte / Lèche ou mordille l'environnement / Se frotte à un élément de l'environnement (hors brosse) / Se brosse / Flaire/mordille la brosse / Interagit avec congénères.



**Figure 1** Calendrier expérimental, réalisé sur l'année 2021.

Les observations en focus ont été réalisées afin d'observer des comportements plus rares ou furtifs tels que les jeux ou les interactions sociales agonistiques en dénombrant le nombre de fois où chaque item comportemental de l'éthogramme a été observé : menace ou pousse une congénère / donne un coup ou mord une congénère / lutte entre deux congénères / lèche ou se frotte contre une congénère / tête une congénère / court / saute ou caracole / se lèche, se mordille, se gratte / se frotte à l'environnement / se brosse / balance la tête. Pour l'évaluation sanitaire, les chèvres ont été individuellement inspectées pour noter l'état de leur poil (bon/abîmé), la propreté du jarret (propre / un peu sale / très sale), la propreté de la mamelle (propre / un peu sale / très sale), les boiteries (oui / non), la prostration (oui / non), le nombre de blessures (pas de blessure / dépilation / égratignure ou griffure / plaie) et le nombre d'abcès caséux et leur stade de développement (fermé / dépilé / ouvert / cicatrisé).

## 1.5. TRAITEMENT DES DONNEES

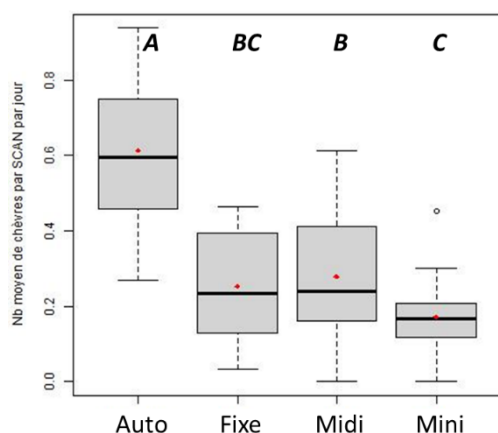
Les données ont toutes été analysées avec R (packages *stat*, *lme4* et *ordinal*) par des modèles linéaires généralisés mixtes, en données quantitatives ou multinomiales. Les données quantitatives ne suivant pas une loi de distribution classique ont été transformées en données multinomiales à 3 classes (en fonction des centiles 0,33 et 0,67 pour avoir des classes avec des effectifs homogènes). Les modèles comprenaient en effet aléatoire le jour de la semaine ou l'individu (données sanitaires) et en effets fixes la période, la semaine et les facteurs d'intérêts en fonction de la question (ex. le type de brosse, la zone broyée...) auxquels ont été rajoutés les interactions d'ordre 2 interprétables.

Les données des observations des comportements relevés en focus n'ont pas encore été analysées statistiquement.

## 2. RESULTATS

### 2.1. UTILISATION DES BROSSES

La brosse automatique a été utilisée quasi-exclusivement pour se brosse (91 % des scans où elle est utilisée) alors que les trois autres le sont aussi autrement (dont manipulations orales) ou pour leur support : 26 % pour la Mini, 29 % pour la Fixe et 31 % pour la Midi contre seulement 9 % pour l'Auto. Concernant l'activité de brosse, la brosse Auto a été significativement la plus utilisée (A, les lettres en italiques indiquent des différences avec  $p$ -value < 0,05), puis la Midi (B), la Fixe (BC), et enfin la Mini (C, cf. Figure 2). En P1, toutes les brosses ont majoritairement servi à se brosse la tête plutôt que le reste du corps ( $p < 0,05$ ). En P2, l'utilisation a évolué pour la Midi (utilisations tête et corps équivalentes) et l'Auto (utilisation pour se brosse le corps majoritaire,  $p < 0,001$ ).



**Figure 2** Boxplots du nombre moyen de chèvres qui se brossent par scan en fonction des brosses. Aucune loi de distribution n'était adaptée aux données, ces dernières ont donc été transformées en classes pour l'analyse statistique.

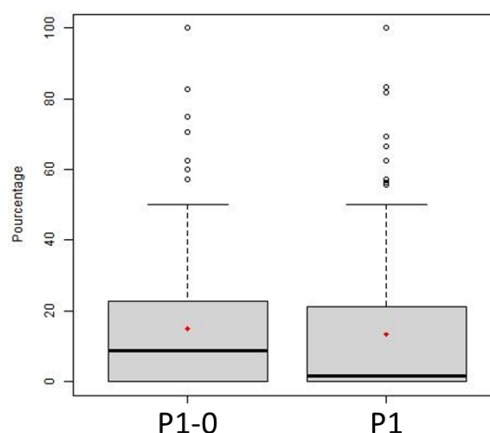
## 2.2. IMPACT SUR LE BIEN-ETRE DES CHEVRES

### 2.2.1. Evaluation comportementale

La mise à disposition des brosses a conduit à une diminution du nombre de chèvres inactives (toutes postures confondues,  $p < 0,001$ ). Afin de différencier le temps de repos (inactives couchées) du temps d'inactivité debout immobile, ces deux comportements ont été analysés. Alors que le temps de repos (immobiles couchées) n'évolue pas entre P1-0 et P1 ( $p = 0,54$ ), le temps d'inactivité debout immobile a lui diminué avec l'accès aux brosses ( $p = 0,02$ ).

Nous avons aussi observé une nette diminution des comportements d'auto-toilettage sur l'environnement (se frotte aux poteaux, barrières ou cornadis,  $p < 0,001$ ), avec un report de cette activité de toilettage vers les brosses. Les comportements d'auto-toilettage, eux, n'ont pas été significativement impactés par l'accès aux brosses ( $p = 0,09$ ). L'activité de rumination a elle augmenté entre P1-0 et P1 ( $p$ -value = 0,03). Les interactions sociales ont diminué en présence des brosses ( $p = 0,03$ ). L'analyse statistique des données recueillies en focus permettra de distinguer les interactions positives des interactions agonistiques (qui au pire restent stables entre P1-0 et P1 et au mieux pourraient diminuer, cf. Figure 3).

Les postures (toutes activités confondues) n'ont pas été impactées par l'accès aux brosses, de même que les activités autres que celles mentionnées préalablement.



**Figure 3** Boxplot des pourcentages de comportements agonistiques sur l'ensemble des comportements observés en fonction de la période (données issues des focus).

### 2.2.2. Evaluation sanitaire

Concernant l'état sanitaire du troupeau, sur l'ensemble des observations, 90% des chèvres avaient un pelage de bonne qualité (poils homogènes, brillants), 99% étaient très propres au niveau des jarrets et de la mamelle et 95% étaient exemptes de boiteries. Les données binomiales ou multinomiales étaient trop déséquilibrées entre les classes pour pouvoir faire une analyse statistique, mais l'accès aux brosses n'a visiblement pas impacté ces mesures. Le nombre d'abcès totaux (hors abcès cicatrisés), le nombre d'abcès fermés et le nombre de blessures totales chez les chèvres après installation des brosses n'étaient pas significativement différents de ceux observés avant que les brosses aient été installées, en P1 comme en P2 ( $p$ -values comprises entre 0,30 et 0,95).

## 3. DISCUSSION

Les brosses sont toutes utilisées par les chèvres, même si ces dernières semblent préférer se brosse en premier avec la brosse Auto, en second avec les brosses Midi et Fixe et en dernier avec la brosse Mini. Cette préférence pour la brosse rotative automatique se retrouve aussi chez les vaches laitières (Gutmann, 2010, cité par Mandel *et al.*, 2016). Alors que les brosses Fixe et Mini sont très largement utilisées pour se brosse la tête, les brosses Auto et Midi sont utilisées à la fois pour se brosse le corps et la tête. Ces différences

d'utilisation ont varié entre les périodes, ce qui nous conduit à supposer que les chèvres avaient appris à se servir des brosses Auto et Midi pour se brosser le corps. Par ailleurs, les brosses Fixe, Mini et Midi sont toutes utilisées pour d'autres activités que le brossage, telles que les manipulations orales, permettant l'expression d'un répertoire comportemental plus large. Concernant la brosse Mini, le fait que les chèvres connaissent déjà cette brosse peut peut-être expliquer en partie le moindre intérêt porté par les chèvres à cette brosse, mais la taille de la brosse a pu aussi la rendre moins pratique à utiliser en comparaison avec les autres brosses proposées. Les quatre brosses testées dans cette étude apparaissent donc comme complémentaires les unes des autres en termes d'utilisation. Les résultats apportés par les accéléromètres et leurs algorithmes (Meunier *et al.*, 2022) viendront compléter ces résultats avec une analyse sur le plus long terme, 24h/24, 7j/7, notamment en termes de durée d'utilisation de chaque brosse et d'évolution avec la saison ou l'accès au pâturage. Sur l'ensemble des comportements observés, seuls quatre ont été significativement impactés par l'ajout de brosses dans les aires paillées. Par exemple, les comportements d'abreuvement, d'alimentation et les auto-toilettes sont restés inchangés entre P1-0 et P1. En revanche, les grattages sur l'environnement, le temps que les chèvres passent « debout inactives », les interactions des chèvres entre-elles et la rumination ont été modifiés. Ces trois premiers comportements ont diminué avec l'installation des brosses tandis que le quatrième, la rumination, a augmenté. Chez des bœufs, Park *et al.* (2020) n'ont pas montré de différence dans le temps passé à ruminer en fonction de l'accès ou non à une brosse. Dans une étude sur de jeunes génisses, Velasquez-Munoz *et al.* (2019) ont observé une augmentation du temps passé à manger et une augmentation de la rumination en présence de la brosse. Nous retrouvons ici le même résultat sur des chèvres, confirmé par une augmentation de la quantité de foin ingéré entre P1-0 et P1 (1,8 vs. 2,1 kg MS / chèvre). Cependant nous ne pouvons conclure que seul l'accès aux brosses a eu cet effet puisque la quantité de foin distribué aux chèvres a elle aussi augmenté et que la qualité a pu varier, conduisant à une meilleure ingestion. Nous avons pu observer une diminution des interactions sociales en présence des brosses, sans augmentation (voire diminution) des interactions agonistiques. Il faut cependant signaler que dans notre étude quatre brosses sont mises à la disposition de 50 chèvres, soit 1 brosse pour 12,5 chèvres. Nous avons donc des conditions propices à une faible compétition des chèvres pour l'accès aux brosses. Velasquez-Munoz *et al.* (2019) ont mis en évidence chez leurs génisses une diminution du temps d'inactivité avec l'accès à une brosse, ce que nous avons aussi montré chez nos chèvres. Le temps passé inactif n'est pourtant pas si simple à interpréter en termes d'état émotionnel (Fureix et Meagher, 2015), pouvant refléter des états négatifs comme positifs en fonction du contexte. Nous faisons l'hypothèse que dans notre étude cette augmentation du temps passé debout inactif (sans modification du temps passé couché inactif, assimilé ici à du repos) pourrait être un signe d'ennui qui selon la définition de Fureix et Meagher (2015) pourrait être induit par la monotonie ou par un niveau sub-optimal de stimulation. Tous nos résultats vont dans le même sens : un impact positif des brosses sur le comportement des chèvres, leur permettant de reporter les activités de grattages contre l'environnement vers des éléments adaptés à cette activité (les brosses), sans diminuer le temps d'auto-toilette, tout en diminuant le temps passé debout inactive qui pourrait s'apparenter à de l'ennui et en n'augmentant pas les interactions agonistiques. Une étude sur le long terme permettrait d'affiner ces résultats, notamment en termes de désintérêt ou non des chèvres pour les brosses. Dans notre étude, les brosses ont été enlevées entre P1 et P2 puis remises en place, ce qui a pu générer chez les chèvres un regain d'intérêt pour elles. C'est tout

l'intérêt du travail mené actuellement sur les accéléromètres pour avoir un suivi long terme 24h/24 de l'utilisation des brosses. Pour ce qui est de l'impact des brosses sur la santé des chèvres, notre étude ne montre aucune conséquence que ce soit sur l'état du poil, les blessures, la propreté ou encore les boiteries. Nos résultats semblent montrer que les brosses ne font pas augmenter le nombre d'abcès sur les chèvres à court terme. Toutefois cette conclusion est partielle puisque les abcès ont des origines multifactorielles et ont parfois des temps d'incubation bien plus longs que les périodes expérimentales de cette étude. Il serait donc judicieux de poursuivre les investigations sur le lien potentiel entre brosse et abcès caséux, *via* des mesures microbiologiques sur les brosses et une durée d'étude plus longue. A la fin de cette étude nous avons pu constater visuellement (évaluation qualitative) un bon état de conservation des 4 modèles de brosses. La densité de poils sur chaque brosse semble s'être maintenue et les supports n'ont pas été ou peu abîmés. Contrairement à la brosse automatique, les 3 autres brosses présentent toutefois l'avantage d'un mécanisme simple, potentiellement moins à risque d'usure ou de défauts, et ne consommant pas d'électricité.

## CONCLUSION

Les quatre brosses étudiées ont toutes été utilisées par les chèvres et semblent même être complémentaires leur permettant de se brosser des zones différentes du corps et de réaliser d'autres activités (telles que les manipulations orales). Cependant, certaines brosses semblent être préférées à d'autres, la brosse rotative automatique étant la plus utilisée par le troupeau, mais c'est aussi la plus coûteuse pour l'éleveur (installation et maintenance). Par ailleurs, la mise à disposition simultanée de ces quatre brosses a eu un impact positif (bien que modéré) sur le bien-être des chèvres (comportement amélioré et santé maintenue). Cette étude confirme donc l'intérêt de brosses de différents modèles comme enrichissement du milieu pour les chèvres laitières.

*Nous remercions tout le personnel de l'UE FERLus où s'est déroulée l'étude, notamment B. Ranger et C. Boisseau. Cette étude est une des actions du réseau d'excellence caprine de Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire (REXCAP). Elle a bénéficié du soutien financier d'INRAE et de la Région Nouvelle-Aquitaine.*

- Anses, 2015.** Saisine 2013-SA-0180, Maisons-Alfort, France
- Boissy A., Arnould C., Chaillou E., Colson V., Desire L., Duvaux-Ponter C., Greiveldinger L., Leterrier C., Richard S., Roussel S., Saint-Dizier H., Meunier-Salaun M.C., Valance D., 2007.** Inra Prod. Anim., 20, 17-22
- Caillat H., Ranger B., Guillouet P., 2013.** Renc. Rech. Ruminants, 20, 296
- Fureix C., Meagher R.K., 2015.** Appl. Anim. Behav. Sci., 171, 8-24
- Gomes K.A.R., Valentim J.K., Lemke S.S.R, Dallago G.M., Vargas R.C., da Costa Paiva A.L., 2018.** Acta Scientiarum. Anim. Sci., 2018, v. 40
- Gutmann A., 2010.** In 24th Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung Conf. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen, Switzerland, 78-81
- Kakarash N.A., Ramzi D.O., Ismael D.O., Marif H.F. 2021.** Assiut Vet. Med. J., 67, 170, 11-18
- Mandel R., Whay H.R., Klement E., Nicol, C.J., 2016.** J. of Dairy Sci., 99, 1695-1715
- Meunier B., Deschrevel L., Delahaye Q., Boisseau C., Berthelot M., Mialon M.-M., Caillat H, Botreau R., 2022.** Renc. Rech. Ruminants., 2022
- Park R.M., Schubach K.M., Cooke R.F., Herring A.D., Jennings J.S., Daigle C.L., 2020.** Appl. Anim. Behav. Sci., 228, 104995
- Velasquez-Munoz A., Manriquez D., Paudyal S., Solano G., Han H., Callan R., Velez J., Pinedo P., 2019.** BMC Vet. Res., 15, 8