

Allaitement artificiel ovin et enrichissement social : un bénéfice potentiel de la présence de brebis adultes sur la santé et le bien-être du jeune

NOWAK R. (1), KRAIMI N. (1), CHAILLOU E. (1), CORNILLEAU F. (1), DEVAUX M. (1), LEVY F. (1), PARIAS C. (1), BOISSY A. (2), BOIVIN X. (2), MIALON M.M. (2), BOUVIER F. (3), GUILLOTEAU L.A. (4)

(1) INRA Val de Loire, UMR85 PRC, 37380 Nouzilly

(2) INRA VetagroSup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Gènes-Champanelle

(3) INRA Val de Loire, UE 0332 Bourges-La Sapinière, 18390 Osmoy

(4) INRA Val de Loire, UMR83 BOA, 37380 Nouzilly

RESUME - L'absence de la mère est susceptible d'être source de perturbation pour les agneaux élevés en allaitement artificiel. Cette étude a évalué l'influence de la présence de brebis adultes, afin de pallier partiellement à la privation maternelle, sur le comportement et le bien-être de tels agneaux de leur naissance à l'âge de 5 mois. Trois groupes ont été examinés : agneaux maternés (AM), agneaux élevés en allaitement artificiel standard (AAS), et agneaux élevés en allaitement artificiel en présence de brebis adultes non allaitantes (AAB). Sur le plan comportemental, une préférence pour la mère s'exprime à 1 mois chez les agneaux AM, alors qu'elle se révèle à 2 mois pour les brebis adultes chez les agneaux AAB. L'état de santé des agneaux AM et AAB à 21 jours est meilleur que celui des agneaux AAS, l'arrière train étant moins souillé par les fèces. En début d'allaitement, la croissance est moindre chez les agneaux AAB et AAS que chez les agneaux AM mais les courbes s'inversent entre 30 et 60 jours, et à 5 mois, les agneaux maternés sont les moins lourds. Les analyses microbiologiques des fèces montrent qu'à 7 et 30 jours, la moitié des agneaux sont infectés par *Clostridium perfringens*, ceux du groupe AM étant les plus touchés (81%). Après sevrage, aucun agneau AM ne reste infecté alors que les autres conservent un pourcentage de positivité élevé ; les groupes AAB et AAS ne diffèrent pas significativement. La majorité des agneaux (69%) répondent à la vaccination contre la chlamydie mais celle-ci n'est significativement pas affectée par les traitements. Enfin, deux agneaux sont morts dans chacun des groupes en allaitement artificiel. La présence de brebis amenuise donc certains effets négatifs liés à l'allaitement artificiel ; cette pratique pourrait offrir des pistes intéressantes en terme d'amélioration du bien-être des agneaux.

Artificial feeding in sheep and social enrichment: potential beneficial effect of the presence of adult sheep on lambs health and welfare

NOWAK R. (1), KRAIMI N. (1), CHAILLOU E. (1), CORNILLEAU F. (1), DEVAUX M. (1), LEVY F. (1), PARIAS C. (1), BOISSY A. (2), BOIVIN X. (2), MIALON M.M. (2), BOUVIER F. (3), GUILLOTEAU L. (4)

(1) INRA Val de Loire, UMR85 PRC, 37380 Nouzilly

SUMMARY - The lack of mother is likely to be a source of disturbance for artificially fed lambs. This study investigated the effects of the presence of adult ewes in order to overcome partially maternal deprivation, on the behaviour and welfare of such lambs from birth to 5 months of age. Three groups were investigated: mothered lambs (AM), lambs reared in a standard artificial feeding system (AAS), and artificially fed lambs reared in the presence of non-lactating adult ewes (AAB). At the behavioural level, a preference for the mother is seen at 1 month of age in AM, whereas it is expressed at 2 months for the adult sheep in the AAB group. The health status at 21 days is better in AM and AAB than in AAS lambs, the anal region being less soiled by faeces. In the early milk feeding period, growth rate is lower in AAB and AAS than in AM lambs, but the curves are reversed between 30 and 60 days. At 5 months, mothered lambs were the least heavy. Microbiological analyses of faeces show that at 7 and 30 days, half the lambs are infected with *Clostridium perfringens*, the AM group being the most affected (81%). After weaning, no AM lambs remain infected while the two other groups are. No significant difference appears in the intensity of the infection between AAB and AAS lambs. Most lambs respond to vaccination against chlamydiosis, without significant differences between treatments. Finally, two lambs died in each artificially fed group. The presence of adult ewes reduces some of the negative effects of artificial feeding, and this could offer interesting ways to improve the welfare of lambs.

INTRODUCTION

La relation mère-jeune chez les mammifères est un élément essentiel pour la survie et le développement du jeune car ce sont les femelles qui allaitent et prodiguent des soins à leur progéniture. Or en élevage ovin, il est commun de séparer précocement des agneaux de leur mère afin de les élever en allaitement artificiel. Cela concerne notamment les agneaux issus de portées nombreuses (David et al., 2014). Des conséquences négatives sur le comportement et la

santé du jeune sont rapportés car les agneaux font face à deux éléments perturbateurs : l'alimentation avec un lait reconstitué (Mialon et al., 2016), et un stress émotionnel lié à la privation maternelle (Napolitano et De Rosa, 2008) alors que la mère constitue une figure d'attachement particulière (Gaudin et al., 2015). A cela il faut rajouter l'absence de référents adultes leur permettant de s'initier plus efficacement aux transitions alimentaires par observation de

leur comportement. L'objectif de cette étude était d'amenuiser les effets néfastes de l'allaitement artificiel en élevant des agneaux en présence de brebis adultes non allaitantes. Cette présence conduirait les agneaux à développer un lien d'affinité avec elles, ce qui améliorerait leur état sanitaire, et favoriserait leur croissance ainsi que leurs défenses immunitaires.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET MODE D'ELEVAGE

Des agneaux de race Ile de France (Unité Expérimentale de Physiologie Animale de l'Orfrasière, INRA Val de Loire), ont été soumis à trois modes de conduite : avec leur mère (AM=16 dyades), en allaitement artificiel standard (AAS=16 agneaux), en allaitement artificiel en présence de brebis adultes (AAB=16 agneaux et 4 brebis). Les animaux des trois groupes étaient répartis dans deux sous-groupes de taille identique et élevés dans les parcs adjacents du même bâtiment. La mise en allaitement artificiel avait lieu 24h après la naissance, les agneaux ayant accès à du lait reconstitué jusqu'au sevrage à 60 jours (Agnodor Tradition plus, SOREAL NUTRITION ANIMALE, Vonnas, France) au moyen d'un distributeur automatique (Eurolouve, ALLIANCE PASTORALE, Montmorillon, France). L'Eurolouve est un appareil qui fabrique à volonté une quantité uniforme de lait reconstitué à température constante (40°C). Un accès à une alimentation solide (foin, granulés de luzerne) était possible à partir de 10 jours, dans une zone de nourrissage de 3 m² inaccessible aux brebis, où se trouvait également l'Eurolouve. Le sevrage s'est effectué par l'arrêt de l'alimentation lactée et le retrait des brebis pour les groupes AM et AAB alors que les agneaux restaient dans le même bâtiment jusqu'à l'âge de 5 mois.

1.2. VARIABLES MESUREES

24h après la naissance, chaque agneau a été pesé, sa température rectale mesurée, et un test de tonicité réalisé en le plaçant sur le dos ; une note était donnée allant de 1 (ne bouge pas) à 4 (se débat vivement et se lève). Les groupes ont été composés en n'y incluant que les agneaux pesant entre 3 à 5 kg et de manière homogénéiser leur phénotype (sexe ratio, poids, température, tonicité). Les agneaux AM et AAB ont été soumis individuellement à un test de préférence à 1 mois dans un parc de forme triangulaire. Ceux du groupe AM avaient le choix entre leur mère et une brebis maternelle issue du parc adjacent, et les agneaux du groupe AAB entre leurs 2 brebis familiales et les 2 brebis du parc adjacent. Le temps passé à proximité des brebis était mesuré au cours d'un test de 5 min. Ce test a été répété à 2 mois chez les agneaux AAB car la préférence n'était pas encore établie au premier mois.

La propreté de l'arrière train a été notée visuellement toutes les 3 semaines pendant la phase d'allaitement selon le score suivant : 0=propre, 1=sale, 2=très sale. Les agneaux ont été pesés environ tous les 10 jours au cours du premier mois, et plus sporadiquement jusqu'à l'âge de 130 jours. Tout agneau mort était autopsié.

Les principaux agents à l'origine de pathologies digestives (Rotavirus, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium difficile*, *Cryptosporidium parvum*) ont été recherchés dans les fèces collectés à J7, J30 et J50 par détection de leurs antigènes spécifiques par ELISA (BioX Diagnostics, Rochefort, Belgique). Les échantillons sont considérés comme positifs à un pathogène lorsqu'ils ont un pourcentage de positivité supérieur à 6%.

La réponse immunitaire des agneaux a été évaluée suite à une vaccination par voie sous-cutanée à 3 mois d'âge (vaccin OVILIS® Chlamydia, INTERVET, Beaucauzé, France). Le dosage des anticorps dirigés contre *Chlamydomphila abortus* a été réalisé dans les sérums par

ELISA (IDvet, Grabels, France) au cours de 5 semaines consécutives. Les échantillons sont considérés comme positifs quand le taux d'anticorps est $\geq 60\%$.

Les variables étudiées ne suivant pas la loi de normalité, les données ont été analysées à l'aide de tests non paramétriques (Friedman et Wilcoxon pour données appariées ; Kruskal-Wallis et Mann-Whitney pour données indépendantes). Seul le poids a été étudié à l'aide de l'analyse de variance.

2. RESULTATS

2.1. COMPORTEMENT

Aucune différence significative n'est apparue entre le phénotype néonatal des 3 groupes. Les agneaux ont tous appris à boire à l'Eurolouve en l'espace de 3 à 4 jours, à raison de 4 sessions d'entraînement quotidien. Une fois tous les agneaux AAB autonomes, l'accès aux brebis adultes a été rendu possible par ouverture de la zone de nourrissage. Les agneaux ont alors cherché à accéder à la mamelle mais les brebis ont évité le contact en pivotant sur elles-mêmes, ou en montrant des signes de menace (tête baissée, suivi parfois d'un coup de tête). Aucune agression sévère n'a été constatée, les agneaux apprenant rapidement à esquiver. Cette situation s'est uniquement observée le premier jour après quoi les brebis ont accepté leur présence. Des contacts étaient fréquents, certains agneaux allant jusqu'à se coucher auprès des brebis, à l'identique de ce qui était observé dans le groupe AM.

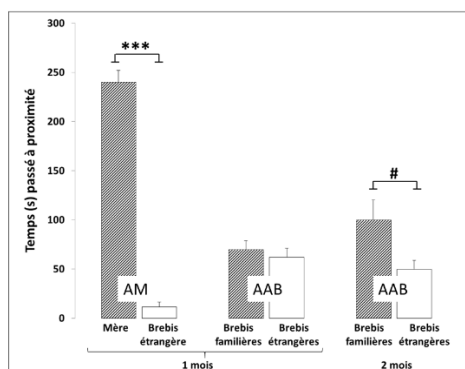


Figure 1 : Préférence sociale exprimée à 1 mois par des agneaux élevés avec leur mère (AM), et à 1 et 2 mois par des agneaux en allaitement artificiel élevés en présence de brebis adultes (AAB).

Dans le test de choix réalisé à 1 mois, les agneaux AM ont rejoint leur mère plus rapidement que la brebis étrangère (6 s [2; 12] vs. 109 s [3; 300] ; $p < 0,05$) et ont passé plus de temps près d'elle ($p < 0,001$, Figure 1). Aucune préférence pour les brebis adultes familiales ne s'est exprimée chez les agneaux AAB à cet âge. Ils ont par contre montré une tendance à passer plus de temps près des brebis familiales que près des brebis étrangères lorsque ce test a été répété à 2 mois ($p = 0,06$, Figure 1).

2.2. STATUT SANITAIRE, CROISSANCE, MORTALITE

Seuls les scores à J7 et J21 ont été analysés pour l'indice de propreté. Au-delà, l'arrière-train reste souillé par des fèces sèches collées à la toison et rend l'interprétation difficile car cela reflète surtout l'état de propreté du jeune âge. Si aucune différence n'apparaît entre les groupes à J7, ce n'est pas le cas à J21 où les agneaux AAS sont plus sales ($p < 0,001$). Cet indice n'augmente significativement entre J7-J21 que dans ce groupe ($p < 0,001$, Figure 2). C'est également le cas chez les agneaux AAS qui sont enregistrés des épisodes de diarrhée (4 individus à J21).

La recherche de pathogènes dans les fèces a surtout permis de détecter des agneaux positifs à *C. perfringens* et *C. difficile*. Seuls 2 individus AM sont positifs pour *E. coli* à J30 et 8 individus pour *Cryptosporidium parvum* (2 AM à J30 et 6 autres à J75 répartis dans les trois traitements). À J7, 48% des agneaux sont positifs à *C. perfringens*, la majorité provenant du groupe AM. Ainsi, 81% des agneaux AM sont infectés alors que seulement 31% le sont dans les groupes AAS et AAB ($P < 0,01$). Le même constat est fait à J30 sans que les différences soient significatives. Par contre à J75 (2 semaines post-sevrage), il reste 12,5% d'agneaux positifs, plus aucun agneau AM n'est alors détecté positif alors que les agneaux en allaitement artificiel maintiennent une certaine intensité d'infection ($p < 0,01$, Figure 3).

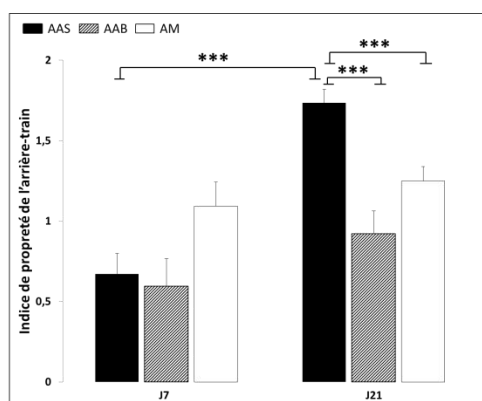


Figure 2 : Indice de propreté de l'arrière-train des agneaux à l'âge de 7 et 21 jours dans les différents traitements.

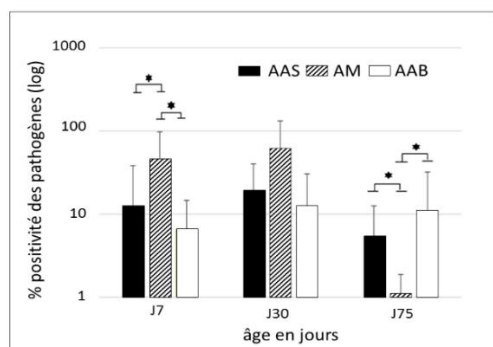


Figure 3 : Evolution du pourcentage de positivité lors de la production d'antigènes à *C. perfringens* dans les fèces des agneaux au cours du temps dans les différents traitements.

Aucune différence significative n'a été constatée dans le poids de naissance entre les trois groupes (4,35 vs. 4,07 vs 3,99 kg respectivement pour AM, AAB et AAS). Les agneaux maternés ont la plus forte croissance en début d'allaitement ; ils sont les plus lourds à J7 (6,59 vs. 5,02 vs. 5,45 kg respectivement pour AM, AAB et AAS ; $p < 0,001$). Dès J30, la tendance s'inverse pour arriver au jour du sevrage (J60) à un renversement de situation où les agneaux maternés sont les moins lourds (20,96 vs. 24,71 vs. 25,24 kg respectivement pour AM, AAB et AAS ; $p < 0,01$). Cette situation perdure jusqu'à J130. Quatre agneaux sont morts au cours de l'étude : 2 dans le groupe AAS (inanition à J7 et J23) et 2 dans le groupe AAB (entérotaxémie et pancréatite, J25 et J22).

2.3. REPONSE A LA VACCINATION

Une réponse immunitaire se développe dans les 3 traitements dès la deuxième semaine suivant l'injection de *C. abortus*, mais seuls 69% des individus répondent

positivement à la vaccination. L'analyse des taux d'anticorps ne révèle pas de différence significative entre les traitements.

3. DISCUSSION

Cette étude montre et confirme les conséquences délétères de l'allaitement artificiel. Même s'il nous faut rester prudent compte tenu des faibles effectifs, on peut constater que tous les agneaux maternés ont survécu, alors que 2 agneaux sont morts dans chacun des groupes en allaitement artificiel. La présence de brebis adultes semble néanmoins temporiser certains effets alors que les agneaux tissent progressivement des liens avec elles. Même si ces liens n'atteignent pas le niveau d'expression de l'attachement à la mère, ils sont encourageants et pourraient influencer d'autres aspects du comportement des agneaux. Si les premiers échanges ont été caractérisés par des menaces voire quelques comportements de rejet de la part des brebis, les animaux ont vite appris à vivre ensemble et la cohabitation a été satisfaisante. Le lien avec les brebis adultes est lent à se mettre en place que dans le cas de la relation avec la mère et son expression n'est pas aussi importante car elles ne sont pas source de nourriture et de réconfort pour les jeunes, deux facteurs clés dans l'élaboration de l'attachement (Nowak et al., 2011). De plus, une relation d'affinité entre les agneaux eux-mêmes a pu se construire et, lors du test de choix où chaque agneau est testé individuellement, la séparation sociale a pu influencer leur réponse comportementale en créant une perturbation et amoindrir l'attractivité des brebis.

La présence de brebis adultes a été bénéfique à l'état de santé des agneaux car l'indice de propreté de la toison ne diffère pas entre les groupes AAB et AM. Chez les agneaux du groupe AAS par contre, cet état se dégrade au cours des 3 premières semaines et à J21 leur toison est plus souillée que celle des deux autres groupes d'agneaux du fait de l'apparition de diarrhées. Si les mécanismes impliqués sont inconnus, trois hypothèses complémentaires peuvent être avancées. La première est que ces brebis adultes aient transmis tout ou une partie de leur microbiote par contact direct ou indirect. On sait depuis longtemps que les agneaux élevés en allaitement artificiel développent une flore ruminale différente de ceux allaités par leur mère (Eadie, 1962 ; Fonty et al., 1987). L'écosystème ruminal s'implante progressivement après la naissance, et la séquence d'apparition des différentes espèces dépend de facteurs biotiques et abiotiques (Forano et al., 2010). Ainsi, la population microbienne portée par les brebis adultes a pu aider à la structuration du microbiote gastro-intestinal des agneaux. Cela aurait pu permettre une meilleure digestibilité du lait artificiel ou aurait aidés les agneaux à résister aux agents pathogènes environnementaux, réduisant ainsi les épisodes de diarrhées. La seconde hypothèse est que la structuration du microbiote aurait été influencée par la construction d'une relation affiliative stable avec les brebis. Chez le rat, des séparations maternelles répétées altèrent le microbiote intestinal du jeune (O'Mahony et al., 2009). Aussi, on peut imaginer que la présence de brebis adultes, potentiellement rassurantes, a pu temporiser les influences du stress liées à la privation maternelle et améliorer ainsi le bien-être des agneaux. La troisième, est que les agneaux copieraient le comportement alimentaire des adultes. En effet, mis en présence d'aliments nouveaux, les agneaux imitent leur mère (Saint Dizier et al. 2007), mais également les autres brebis, même si l'influence de ces dernières est moindre (Thorhallsdottir et al., 1990). En l'absence de mère, le rôle des adultes pourrait avoir plus d'importance. Chez les agneaux en allaitement artificiel, alimentation lactée et

alimentation solide seraient mieux équilibrées, et l'incidence des troubles digestifs pourrait en être réduite.

On peut noter que les agneaux maternés prennent plus de poids en début d'allaitement que ceux en allaitement artificiel, un phénomène déjà mentionné par Mialon et al. (2016) chez la race Romane, alors que les agneaux sont répartis dans les groupes de manière à homogénéiser leur phénotype néonatal (sexe, poids, tonicité). Cette différence montre que si la plupart des agneaux apprennent à se nourrir à l'Eurolouve, la mise en allaitement artificiel a un impact sur le démarrage de leur croissance : la privation maternelle, le changement alimentaire, le type de tétine et leur position sur une paroi rigide, sont autant d'éléments qui entrent en jeu. Par contre, une fois leur autonomie acquise, ils ont une croissance supérieure à celle des agneaux élevés par la mère. On peut imaginer que les agneaux en allaitement artificiel ont un apport alimentaire plus important. Les travaux de Mialon et al. (2016) montrent que le lait de brebis Lacaune apporte plus de matières grasses et de protéines que le lait reconstitué Agnodor Tradition plus, mais cette information est manquante chez la brebis Ile de France. De plus, l'Eurolouve distribue l'alimentation sans restriction, alors que ce n'est pas le cas des brebis qui au bout de quelques semaines contrôlent la fréquence et la durée des allaitements. Dans la mesure où le sevrage de nos agneaux élevés en allaitement artificiel a été plus tardif que dans le cas d'un élevage conventionnel, le bénéfice alimentaire n'en a été que plus important.

Quant aux pathogènes présents dans les fèces au cours de la période d'allaitement, ce sont les agneaux maternés qui sont les plus affectés sans que cela se traduise par un état de santé amoindri. C'est la présence de *C. perfringens* et *C. difficile* qui est principalement observée, bactéries commensales du tube digestif des ovins pouvant devenir pathogènes. Ces bactéries sont sans doute surtout transmises lors des tétées, *Clostridium* étant présent sur la mamelle et dans le lait de brebis (Bencini et Pulina, 1997). Toutefois, le niveau d'infection ne reflète en rien l'état de propreté de l'arrière train des agneaux ni l'occurrence de diarrhées. Un équilibre entre contamination transmise par la mère, protection par le lait maternel, et résistance liée à la présence d'une figure d'attachement sont sans doute à l'origine de cet état. Les diarrhées observées ne sont donc pas a priori d'origine infectieuse, mais plus probablement liées à la composition du lait artificiel moins digeste que le lait maternel. Mialon et al. (2016) avait clairement montré que l'état de santé des agneaux élevés en allaitement artificiel était amélioré s'ils recevaient du lait de brebis frais à la place de l'aliment en poudre.

Chez les agneaux maternés, l'infection ne perdure pas après le sevrage, contrairement à ceux élevés en allaitement artificiel. Le retrait des mères et l'arrêt de toute alimentation lactée entraîneraient la disparition de l'infection. Toutefois, on ne peut imaginer que l'enclos d'élevage ait été exempt de tout pathogène après retrait des mères, une contamination environnementale liée aux fèces maternelles étant fortement probable. Il est donc possible que les agneaux AM aient développé une meilleure protection contre *C. perfringens* comme si l'allaitement maternel les avaient mieux préparés à se défendre ultérieurement. Un effet bénéfique à court et long terme de l'allaitement maternel sur la santé de l'enfant est connu chez les humains de longue date (Hanson, 1999).

Enfin, les résultats concernant la vaccination ne permettent pas de mettre en évidence un éventuel impact favorable des brebis adultes sur l'intensité de la réponse immunitaire des agneaux. Ceux du lot AAS semblent s'immuniser plus fortement que les agneaux du lot AM mais statistiquement aucune différence n'a été mise en évidence. Certaines études ont montré que la mise en allaitement artificiel

pouvait avoir des conséquences néfastes, la privation maternelle induisant un déficit immunitaire (Napolitano et al., 2008). Toutefois dans ces travaux, la réponse était mesurée alors que les agneaux étaient encore allaités. Dans notre étude, la vaccination et l'immunisation qui en suivent ont eu lieu un mois après le sevrage. Or un sevrage à 60 jours reste précoce chez les ovins. A cet âge, même si les agneaux semblent s'adapter à leurs nouvelles conditions de vie, le lien avec la mère perdure après la séparation (Ungerfeld et al., 2018). Il n'est donc pas exclu que ceux qui avaient été maternés subissent toujours à 4 mois les conséquences du retrait de leur mère et que cela influence le développement de leur système immunitaire. Ainsi, les réponses à la vaccination résulteraient de la privation maternelle et d'une alimentation reconstituée chez les agneaux élevés en allaitement artificiel, mais également de la perte de la figure d'attachement après sevrage chez les agneaux maternés.

4. CONCLUSION

La présence de brebis non allaitantes amenuise certains effets négatifs observés chez les agneaux en allaitement artificiel. Outre le fait qu'elles offrent un enrichissement social, l'effet le plus saillant de ces brebis est observé au niveau de la propreté de l'arrière train, l'incidence des diarrhées étant réduite par rapport aux agneaux élevés en allaitement artificiel standard. Cet état de santé amélioré n'est toutefois pas lié à une moindre présence d'agents infectieux intestinaux dans les fèces. C'est plutôt au niveau d'un cadre alliant relations affiliatives, microbiote gastro-intestinal et digestibilité du lait en poudre que se trouvent sans doute les pistes à explorer.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet Ovin2A financé par la Région Centre et du MétaProgramme GISA WHELP soutenu par l'INRA. Nous remercions le personnel de l'Unité Expérimentale de Physiologie Animale de l'Orfrasière (INRA Val de Loire) pour les soins apportés aux animaux.

- Bencini R., Pulina G. 1997.** Australian Journal of Experimental Agriculture, 37, 485-504.
- David I., Bouvier F., Ricard E., Ruesche J., Weisbecker J.L. 2014.** Animal, 8, 982-990.
- Eadie M. 1962.** Journal of General Microbiology, 29, 563-578.
- Fonty G., Gouet P., Jouany J.P., Senaud J. 1987.** Journal of General Microbiology, 133, 1835-1843.
- Forano E., Fonty G., Chaucheyras-Durand F. 2010.** Bulletin des GTV, 52, 21-27.
- Hanson L.A. 1999.** Acta Paediatrica, 88, 42-46.
- O'Mahony S.M., Marchesi J.R., Scully P., Codling C., Ceolho A.M., Quigley E.M.M., Cryan J.F., Dinan T.G. 2009.** Biology of Psychiatry, 65, 263-267.
- Mialon M.M., Nowak R., Boivin X., Durand, D., Fassier T., Delval E., Bage A.S., Bouvier F., Cornilleau F., Parias C., Guilloteau L.A. 2016.** 23^{èmes} Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. 7-8 décembre 2016, Paris, 23, 27-30.
- Napolitano F., De Rosa G., Sevi A. 2008.** Applied Animal Behaviour Science, 110, 58-72.
- Nowak R., Keller M., Lévy F. 2011.** Journal of Neuroendocrinology, 23, 1042-1053.
- Saint-Dizier H, Lévy F, Ferreira G. 2007.** Developmental Psychobiology, 49, 98-106.
- Thorhallsdottir A.G., Provenza F.D., Balph D.F. 1990.** Applied Animal Behaviour Science, 25, 25-33.
- Ungerfeld R., Freitas-de-Melo A., Nowak R., Lévy F. 2018.** Applied Animal Behaviour Science, 205, 28-33.