Expérience précoce et prédispositions génétiques : quels impacts sur l'adaptation comportementale et les performances d'agnelles sur parcours ?

MIALON M.M. (1), AIGUEPERSE N. (1), PARISOT S. (2), DURAND C. (2), GUITTARD A. (1), BONNAFE G. (2), DOULS S. (2), TORTEREAU F. (3), BOIVIN X. (1), GINANE C. (1)

(1) INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle
(2) UE0321 INRAE La Fage, Roquefort sur Soulzon - France
(3) UMR1388 (GenPhySE) INRAE, Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Université de Toulouse Paul Sabatier 31326- Castanet Tolosan - France

RESUME

Le type d'élevage des agneaux dans le jeune âge peut impacter fortement leurs performances et leur capacité d'adaptation à des challenges. La sélection génétique pour augmenter l'efficience est une voie pour favoriser l'adaptation à des milieux contraignants. Cette étude vise à étudier les effets respectifs et en interaction de l'expérience précoce (allaitement artificiel (AA) vs maternel (AM)) et de la lignée génétique pour l'efficience alimentaire (plus efficiente (EFF+) vs moins efficiente (EFF-)), pour 80 agnelles de race Romane dans un système en plein air intégral sur parcours. Les agnelles AM sont élevées sur parcours avec les mères dès la naissance et sevrées à J90. Les agnelles AA sont élevées en bergerie, sevrées à J40 et maintenues en bâtiment jusqu'à J100. De J100 à J200, les agnelles AA et AM sont conduites en lots séparés sur le parcours. Des pesées régulières et des prises de sang permettent de suivre la croissance et l'évolution de certains métabolites sur une période de 6 mois (J0 à J200). L'activité comportementale a également été observée. Sur les 3 semaines suivant l'entrée sur le parcours, la croissance des AA est très inférieure à celle des AM et un écart de poids significatif subsiste 3,5 mois plus tard. Lors de l'entrée sur le parcours, les AA ont montré une activité d'alimentation beaucoup plus faible et un temps d'exploration plus élevé que les AM. Après 10 semaines de pâturage, ces différences d'activités sont fortement atténuées. La lignée génétique n'a pas d'impact sur l'activité comportementale ni sur la croissance excepté une tendance pour une croissance plus faible des EFF- entre J90 et J200. Après 3 semaines sur le parcours dans les mêmes conditions, les AA ont un métabolisme orienté vers la mobilisation des réserves avec un niveau d'AGNE supérieur aux AM à J120 et J135 et une glycémie inférieure à J135. Leur concentration en urée est inférieure aux mêmes dates, suggérant l'ingestion d'un régime moins riche en azote que les AM. Concernant la lignée génétique, à J120 et J135, la lignée EFF- présente un plus fort niveau d'AGNE indiquant une plus forte mobilisation des réserves chez ces agnelles. Cette étude montre un effet marqué de l'expérience précoce sur le comportement, les performances et le métabolisme chez les agnelles, mais relativement transitoire. Nos résultats indiquent pour l'instant peu d'impact de la lignée génétique, seule ou en interaction avec l'expérience.

Early experience and genetic predispositions: what impact on behavioural adaptation and performance of ewe lambs on pasture?

MIALON M.M. (1), AIGUEPERSE N. (1), PARISOT S. (2), DURAND C. (2), GUITTARD A. (1), BONNAFÉ G. (2), DOULS S. (2), TORTEREAU F. (3), BOIVIN X. (1), GINANE C. (1)

(1) INRAE, Université Clermont Auvergne, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle

The type of suckling of lambs at early age can strongly affect their performance and ability to adapt to challenges. Genetic selection may help to increase efficiency, and consequently improve adaptation to constraints. This study aims to investigate the separate and interactive effects of early experience (artificial (AA) vs maternal (AM) rearing) and genetic line on feed efficiency (more efficient (EFF+) vs less efficient (EFF-)), using 80 Romane ewe lambs in a free-range system. AM ewe lambs were reared on free-range pasture with their mothers from birth, and weaned at D90. AA ewe lambs were reared indoors, weaned at D40 and then kept indoors until D100. From D100 to D200, AA and AM lambs were kept on free-range pasture, in separate groups. Regular weighing and blood sampling allowed monitoring growth and levels of certain metabolites, between D0 and D200. Behavioural activity was also observed. Over the 3 weeks following transitioning to pasture, AA grew much less than AM lambs, and a significant difference in weight was still observed 3.5 months later. Following transitioning to pasture, AA lambs showed significantly lower feeding activity and greater exploration time than AM lambs. After 10 weeks of grazing, these differences had mostly subsided. Genetic line had no impact on behavioural activity or growth, apart from a tendency to reduced growth of EFF- lambs between D90 and D200. Three weeks after transitioning to pasture, compared to AM, AA lambs had a metabolism oriented towards mobilisation of energy reserves, with greater NEFA D120 and D135 and lower blood glucose levels D135. These same days, urea levels were also lower, suggesting lower nitrogen ingestions. D120 and D135, compared to the EFF+ lambs, the EFF- lambs had a higher NEFA level, probably reflecting a greater use of energy reserves. This study shows a marked but relatively transient effect of early experience on behaviour, performance and metabolism in ewe lambs. Our results so far indicate little impact of genetic line alone or in interaction with experience.

INTRODUCTION

L'évolution agroécologique des systèmes d'élevage de ruminants implique une valorisation des ressources locales, laissant une part importante au pâturage, et l'acceptation d'un moindre contrôle de l'environnement avec divers aléas auxquels les animaux doivent s'adapter (Dumont et al. 2014). Cette adaptation passe par la résilience des animaux vis-à-vis des challenges rencontrés au cours de leur vie productive, et également par leur efficience sur des rations de valeur alimentaire variable et souvent faible.

Efficience et résilience peuvent avoir une composante génétique (Tortereau et al., 2020) et une composante environnementale, en particulier dans le jeune âge (Langenhof et Komdeur, 2018). L'interaction génotype x environnement sur ces deux mécanismes d'adaptation a été jusqu'à présent peu explorée voire ignorée (Mulder 2016).

Les systèmes d'élevage ovin avec des races prolifiques élevées sur parcours, offrent un cadre propice pour étudier l'interaction génotype x milieu. D'une part, le parcours représente un environnement à la fois diversifié et contraignant en particulier en termes de ressources alimentaires (hétérogènes en quantité et qualité). D'autre part, la prolificité implique qu'une partie des agneaux est élevée en allaitement artificiel en batiment, sans apprentissage possible dans le jeune âge de cet environnement, ce qui pourrait affecter leur adaptation sur le long terme à cet environnement (Pitel et al., 2019). D'un point de vue génétique, des travaux récents en race Romane montrent une héritabilité de l'efficience alimentaire et la possibilité de sélectionner des lignées sur ce trait (Tortereau et al., 2020). L'impact de l'environnement sur l'expression de cette efficience reste cependant à évaluer.

Dans la présente étude, nous testons l'hypothèse que des agnelles élevées sur le parcours dans le jeune âge et/ou issues de la lignée plus efficiente auront un comportement plus adapté et de meilleures performances que leurs congénères élevées en allaitement artificiel et/ou issues de la lignée moins efficiente, une fois toutes exposées après sevrage aux conditions du parcours.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET MODE D'ELEVAGE

L'expérimentation s'est déroulée sur l'UE INRAE de La Fage (Causse du Larzac, Aveyron). Quatre-vingts agnelles Romane, filles de béliers de 2 lignées divergentes sur l'efficacité alimentaire (EFF- : moins efficiente *vs*. EFF+ : plus efficiente) ont été élevées en allaitement artificiel en bâtiment (AA) ou en allaitement maternel sur parcours (AM) dès 24 heures d'âge. Les agnelles AA ont été sevrées à 40 jours (J40, poids moyen 14kg) et sont restées en bergerie jusqu'à l'âge de 3 mois (J90) qui correspondait au sevrage des AM. Après le sevrage des AM, les 40 agnelles de chaque expérience précoce (AA et AM) ont été divisées en deux lots (répétitions) de 20 individus (chaque lot comportant 10 EFF- et 10 EFF+) et placées à J100 dans 4 parcelles expérimentales (1,1 ha) situées sur le parcours et séparées géographiquement et visuellement. Les quatre lots ont été conduits séparément jusqu'à J200. Ils ont été sur les parcelles expérimentales lors de 2 sessions de 4 à 5 semaines (J100 à J135 puis J170 à J200), séparées d'une intersession de même durée pendant laquelle tous les lots ont été transférés sur un autre parc pour économiser la végétation. A J200, les 80 agnelles ont quitté les parcelles expérimentales, ont été rassemblées en un seul lot et conduites sur un autre parc du parcours. Les AA et les AM étaient toujours restées séparées jusque-là.

Concernant l'alimentation, avant le sevrage, les agnelles AA ont été nourries avec du lait commercial reconstitué, et complémentées à partir de la 2ème semaine avec du concentré et du foin. Après sevrage et jusqu'à J90, elles sont restées en bergerie et ont reçu un régime à base de concentré et de foin à volonté. La litière était composée de paille. Les agnelles AM sont allées au pâturage sur le parcours du Causse dès 24h après la naissance où elles ont été allaitées par leur mère avec un accès au même concentré que les AA. Toutes avaient accès à de l'eau à volonté.

Une fois sur les parcelles expérimentales, les agnelles sont restées complémentées en concentré (10 kg/lot) jusqu'à J200.

1.2. MESURES ET ANALYSES

A J0, J35, J90 (sevrage des AM, avant session 1), J120 (milieu session 1), J135 (fin session 1), J170 (début session 2) et J200 (fin session 2), les agnelles ont été pesées. Des échantillons de sang ont été prélevés à J90, J120, J135, J170 et J200 pour doser certains marqueurs du métabolisme : glucose, AGNE, βOH et urée.

Au début de chaque session, l'activité de 12 agnelles / lot a été observée sur 3 créneaux ayant lieu le matin de l'entrée sur les parcelles expérimentales, l'après-midi du même jour et le lendemain matin (seuls les créneaux 1 et 3 seront présentés ici). Chaque créneau durait 2,5h pendant lesquelles les activités de pâturage, de repos et rumination, d'exploration et de déplacement étaient relevées toutes les 3 minutes par scan sampling.

Les données ont été analysées avec le logiciel SAS (Proc GLM et proc Mixed) avec les effets fixes de l'expérience précoce, de la lignée et du créneau (pour les scans d'activité), et leurs interactions. Les données métaboliques ont été analysées par date et les données comportementales par session.

2. RESULTATS

2.1. CROISSANCE et METABOLISME

2.1.1. Croissance

Pendant le 1er mois d'allaitement, la croissance est significativement plus faible chez les agnelles AA que chez les AM, puis l'écart se réduit jusqu'à J90 (Tableau 1) avec un poids de 24,7 kg vs 25,7 kg respectivement pour les AA et les AM (*P* = 0,08). Le challenge après J90 se traduit par une chute de croissance (GMQ J90-J120) chez les AA et les AM, mais de façon beaucoup plus marquée chez les AA. Au-delà de J120, les GMQ ne diffèrent plus mais l'écart de poids entre les AA et les AM ne se réduit pas (poids de 33,7 kg vs 37,4 kg respectivement pour les AA et les AM à J200, P<0,0001).

La croissance sur ces différentes périodes n'est pas influencée par la lignée génétique des pères. Seule une tendance apparaît entre J90 et J200 (P = 0, 07) avec une croissance plus faible des EFF-.

	Exp	Lign	Exp Lign.	* AA	AM	EFF-	EFF+
GMQ J0-J35	***	NS	NS	235	271	258	247
GMQ J0-J90	†	NS	NS	236	248	243	241
GMQ J90-J120	***	NS	NS	46	124	75	96
GMQ J120-J200	NS	NS	NS	92	95	91	96
GMQ J90-J200	***	†	NS	81	102	86	96

Exp : AA = Allaitement artificiel, AM = Allaitement maternel ;
Lign : EFF- : moins efficiente *vs*. EFF+ : plus efficiente.
** : P<0,05 ; ** : P<0,01 ; *** : P<0,0001 ; † : P<0,1 ; NS : P >0,1*

Tableau 1 : Croissance (GMQ en g/j à différentes périodes) selon l'expérience précoce (Exp) et la lignée génétique efficience alimentaire (Lign)

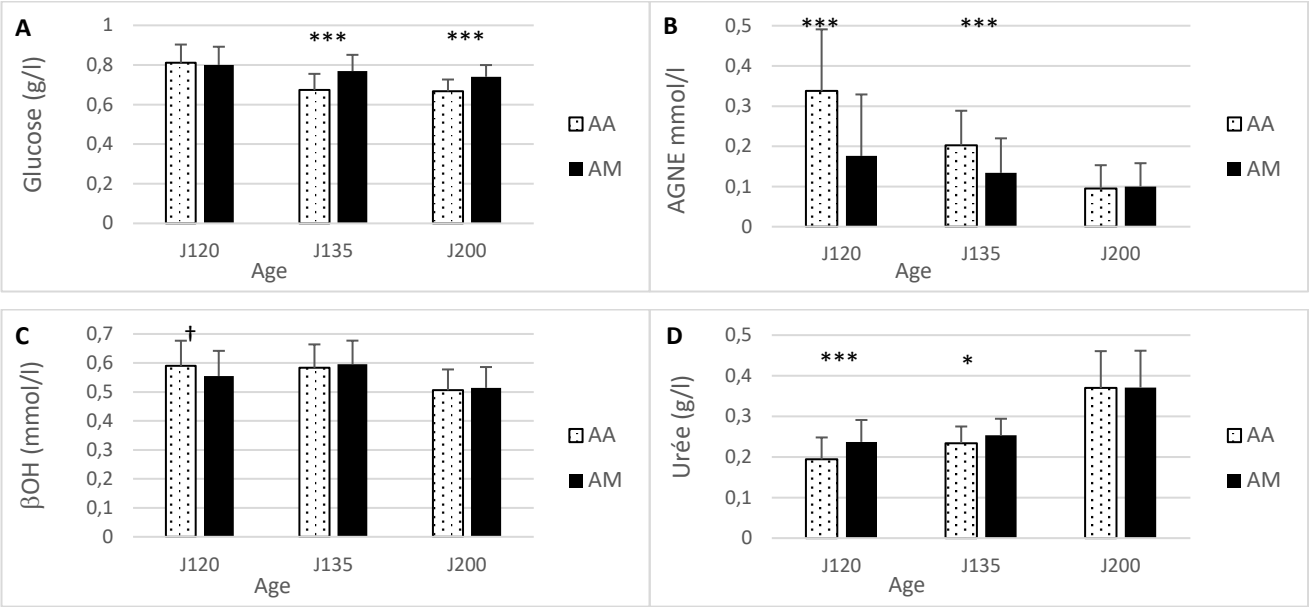

Figure 1 : Concentrations plasmatiques en glucose (1A), acides gras non estérifiés (AGNE, 1B), beta hydroxybutyrate (βOH, 1C) et urée (1D) à J120, J135 (fin session 1) et J200 (fin session 2) selon l'expérience précoce (AA : Allaitement artificiel et AM : Allaitement maternel).

2.1.2. Métabolisme

Quels que soient l'âge et le métabolite analysé, il n'y a pas d'interaction entre l'expérience et la lignée.

A J120, la glycémie ne diffère pas entre les agnelles AA et AM (Fig.1A). Par contre le niveau d'AGNE est beaucoup plus élevé chez les AA ainsi qu'une tendance pour un niveau supérieur en □OH (Fig.1B, C). Concernant l'urée, les AM ont un niveau supérieur à celui des AA (P<0,0001) (Fig.1D). Les agnelles de la lignée EFF- ont un niveau d'AGNE supérieur à celui des EFF+ (P<0,05) et ont tendance à avoir un niveau d'urée plus faible (P=0,08).

Au-delà de J120 les AM ont une glycémie plus élevée (P<0,0001) que les AA jusqu'à J200. Les AA présentent encore un niveau d'AGNE supérieur (P<0,0001) et un niveau d'urée inférieur (P<0,05) à J135 mais il n'apparait plus de différence à J200. La différence entre lignées pour les AGNE en faveur des EFF- persiste à J135 (P<0,05) puis disparait.

2.1. ACTIVITES AU PATURAGE

Les activités comportementales n'ont pas été affectées par la lignée génétique, ni en tant que facteur principal, ni en interaction avec les autres facteurs testés (Tableau 2)

En session 1, au moment de la première entrée sur les parcelles expérimentales, les différences d'activités sont marquées entre les agnelles AA et AM, surtout lors du créneau 1 (Figure 2). Les agnelles AA ont passé environ un tiers de leur temps à explorer leur environnement contre moins de 1% pour les AM (P<0,0001). Inversement, l'activité d'alimentation a été deux fois moins importante chez les AA que chez les AM (p<0,0001). Les activités de repos et rumination d'un côté, et de déplacement de l'autre, ont été similaires entre AA et AM sur ce 1er créneau. Le lendemain matin (créneau 3), les AA ont passé une même proportion du temps que la veille pour s'alimenter (P=0,9). Elles ont en revanche fortement réduit leur temps d'exploration (de 34 à 5%, P<0,0001), au bénéfice du temps de repos et de rumination (de 11 à 52%, P<0,0001). Ce temps de repos et rumination a également augmenté chez les AM (de 10 à 27%, P<0,0001) au détriment des activités de pâturage (P=0,002) et de déplacement (P<0,0001).

En session 2, les différences entre lots et créneaux étaient nettement moins marquées. L'activité d'exploration ne représentait plus que de 0,5 à 1,3 % en moyenne selon les lots et les créneaux. L'activité d'alimentation représentait 50 à 55% du temps et l'activité de repos + rumination, de 40 à 45%. Seules les agnelles AM, lors du créneau 1, ont montré une répartition un peu différente avec une proportion de scans plus faibles pour l'alimentation P<0,0001) et plus forte pour le repos et la rumination (P<0,0001).

Tableau 2 : Significativité des facteurs testés sur les variables d'activité comportementale (proportion de scans passés sur chaque activité) pour la session 1 (1ère ligne) et 2 (2nde ligne)

Prop. scans pour activité de :	Exp	Lign	Cren	Exp* Lign	Exp* Cren	Lign* Cren
Pâturage	***	NS	*	NS	**	NS
	**	NS	***	NS	***	NS
Repos et Rumination	***	NS	***	NS	***	NS
	**	NS	***	NS	***	NS
Exploration	***	NS	***	NS	***	NS
	-	-	-	-	-	-
Déplacement	*	NS	***	NS	NS	NS
	NS	NS	***	NS	*	NS

Exp = Expérience précoce ; Lign = Lignée ; Cren = Créneau
** : P<0,05 ; ** : P<0,01 ; *** : P<0,0001 ; † : P<0,1 ; NS : P>0,1*

3. DISCUSSION

L'entrée sur les parcelles expérimentales (à J100) a bien représenté un challenge pour les agnelles élevées en allaitement artificiel (AA). La chute importante de GMQ sur la période J90-J120, le GMQ plus faible ainsi que les taux d'AGNE plus élevés chez ces agnelles que celles élevées en allaitement maternel (AM) sur cette même période, indiquent qu'elles ont mobilisé leurs réserves lipidiques. La tendance à un taux de βOH plus élevé chez les AA, appuie cette conclusion. Chez les AM, la mise sur les parcelles a également représenté un challenge, comme l'atteste la chute de GMQ entre les périodes J0-J90 vs J90-J120, mais dans une moindre mesure. Pour elles, le challenge était lié au sevrage social et alimentaire et au réallotement, qui peuvent affecter les performances (Mora-Medina et al., 2015), mais leur atout était de connaître l'environnement et de savoir s'alimenter et s'abriter.

L'analyse comportementale lors de l'entrée sur les parcelles à J100 (session 1) montre bien que les agnelles AM ont, dès le 1er créneau et encore lors du 3ème créneau, passé un temps conséquent et plus conséquent que les AA, à s'alimenter, alors que ces dernières ont priorisé l'exploration de leur nouvel environnement.

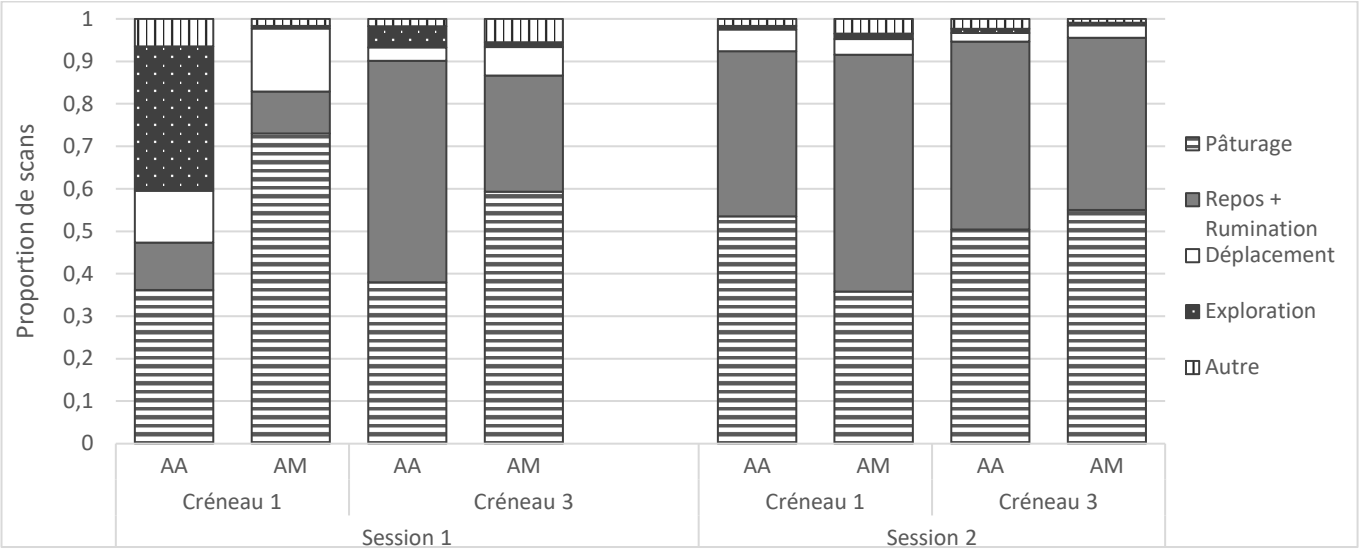

Figure 2 : Répartition des activités comportementales (proportion de scans) au cours des 1er et 3ème créneaux d'observation, lors des 2 sessions expérimentales, selon l'expérience précoce des agnelles (AA : allaitement artificiel, AM : allaitement maternel).

Les taux d'urée plus importants chez les AM que chez les AA, indiqueraient une alimentation plus riche en azote chez les premières (Carcamo et al., 2019), liée à une meilleure capacité à s'alimenter au sein de la flore très diversifiée tant sur le plan spécifique que qualitatif, du site expérimental. Cette meilleure utilisation des ressources alimentaires pourrait être liée à la fois à l'apprentissage par la mère de la sélection alimentaire (Mirza et Provenza, 1990), à un développement ruminal plus important permettant une meilleure digestibilité des aliments (Belanche et al., 2019a) ou au développement d'un microbiote plus mâture (Belanche et al, 2019b). Après J120, les différences entre agnelles AM et AA se réduisent. A la fin de la session 1 (J135), on observe encore une pénalisation des AA en termes de mobilisation des réserves (AGNE) et un taux d'urée inférieur. On voit apparaître un taux de glucose inférieur également. Cela indique que 5 semaines après l'entrée sur les parcelles, les agnelles AA sont encore pénalisées par le changement d'environnement. Néanmoins, les écarts sont peu ou moins importants entre les agnelles des deux expériences (AGNE, urée, βOH) et la plupart des différences ont disparu à J200. Le GMQ est ainsi similaire entre AM et AA sur la période J120-J200, même si l'écart de poids vif n'est pas rattrapé. Comportementalement également, on observe des profils d'activité assez proches entre AA et AM lors de la session 2. Cela indique que sur un pas de temps de quelques semaines, les agnelles inexpérimentées semblent avoir développé suffisamment de connaissances de leur environnement pour atteindre un même niveau de performance que les AM, malgré l'absence de modèle social. Concernant les lignées, les effets sont faibles et nous n'avons pas observé d'interaction entre la lignée et l'expérience sur les variables analysées. Les lignées ne diffèrent pas significativement sur la croissance des agnelles. Ces résultats sont en accord avec ceux de Touitou et al. (2022) sur des agneaux mâles des mêmes lignées. Le seul résultat significatif est une concentration en AGNE supérieure chez les EFF- au cours de la session 1, suggérant qu'elles ont plus mobilisé leurs réserves que les EFF+. Ce faible effet des lignées sur la croissance ou le métabolisme, pourrait être lié aux faits que les lignées sont récentes, ne sont sélectionnées que sur la voie mâle et que les traits reposent sur l'efficience alimentaire sur une ration concentrée et non fourragère (Tortereau et al. 2020). Concernant les activités comportementales, les animaux des deux lignées étaient mélangés au sein des lots et leur comportement (répartition d'activités) a pu s'influencer mutuellement, et réduire les différences éventuelles entre lignées.

CONCLUSION

Cette étude exploratoire a révélé un impact important de l'expérience précoce des agnelles sur leur adaptation aux conditions d'élevage sur parcours en plein air, leur croissance et leur métabolisme post-sevrage. Les mécanismes sous-jacents restent à déterminer, entre des effets liés à un déficit précoce ou à une difficulté d'adaptation ultérieure. La plupart de ces effets sont néanmoins transitoires même si un déficit de poids persiste au moins jusqu'à 6 mois d'âge.

Des résultats à venir concernant le microbiote ruminal, la réactivité comportementale générale, et la réussite à la reproduction permettront d'apporter un éclairage complémentaire.

Nos résultats indiquent pour l'instant peu d'impact de la lignée génétique, seule ou en interaction avec l'expérience.

Nous remercions tout le personnel de l'UE de La Fage où s'est déroulée l'étude. Nous remercions également M. Vauris (UMRH Caraibe) pour son aide pour l'organisation et le traitement des échantillons de plasma.

Cette étude a été financée par le programme Horizon 2020 de l'UE sous la convention n°772787 (SMARTER). Nous avons une pensée pour l'animatrice de ce projet, Carole Moreno.

Belanche, A., Cooke J., Jones E. et al. 2019a. Animal 13, 740–749.

Belanche A., Yanez-Ruiz D.R., Detheridge A.P. et al. 2019b. Environmental Microbiology 21, 4360–4377.

Carcamo J.G., Arias-Darraz, L., Alvear, C. et al. 2019. Tropical Animal Health and Production 51, 1943-1952.

Dumont, B., Gonzalez-Garcia, E., Thomas, M. et al. 2014. Animal 8, 1382-1393.

Lagenhof, M.R., Komdeur, J. 2018. Behavioural Ecology and Sociobiology 72, 34.

Mirza S.N., Provenza F.D. 1990. Applied Animal Behaviour Science 28, 255-263.

Mora-Medina, P., Mota-Rojas, D., Arch-Tirado, E. et al. 2015. Large Animal Review 21, 39-44.

Mulder H.A. 2016. Frontiers in Genetics 7, 178.

Pitel, F., Calenge, F., Aigueperse, N. et al. 2019. INRA Productions Animales 32(2), 247-262.

Touitou, F., Tortereau, F., Bret, L. et al. 2022. Metabolites 12, 304.

Tortereau F., Marie-Etancelin C., Weisbecker J.L. et al. 2020. Animal 14, 681–687