

Amélioration de l'efficacité alimentaire chez les ovins allaitants et conséquences sur les émissions de méthane

TORTEREAU F. (1), WEISBECKER J.L. (1), COFFRE-THOMAIN C. (2), ESTIVALET L. (2), MARCON D. (2), LE GRAVERAND Q. (1), MARIE-ETANCELIN C. (1)

(1) GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, 31326, Castanet-Tolosan, France

(2) INRAE UE P3R, 18390, Osmoy, France

RESUME

Les ruminants génèrent à la fois des impacts positifs et négatifs sur l'environnement. S'ils sont peu en compétition avec l'alimentation humaine du fait de leur alimentation basée sur les fourrages, la production de méthane par la fermentation entérique des fibres végétales contribue au réchauffement de la planète. Des ovins de race Romane ont été sélectionnés de façon divergente sur l'efficacité alimentaire en phase de croissance (avec un accès *ad libitum* à du concentré basse énergie) depuis 4 générations. La présente étude s'intéresse à des mâles (n=120) et des femelles (n=80) issus de cette sélection, et testés pour leur efficacité alimentaire sous un régime majoritairement fourrager ainsi que pour leurs émissions de méthane. La différence significative de consommation résiduelle de 10% observée chez les agneaux mâles en croissance se confirme, dans une moindre mesure, chez des ovins en fin de croissance nourris avec davantage de fourrage (8% et 2%, respectivement pour les mâles et femelles). Cette différence favorable aux animaux efficaces s'accompagne malheureusement d'émissions de méthane supérieures (+3 à 4% par rapport à des animaux moins efficaces). Cette étude évoque un compromis, qu'il conviendra de confirmer plus largement, entre efficacité alimentaire et émissions de méthane chez des ovins allaitants de race Romane : malgré une consommation réduite, les animaux efficaces semblent émettre davantage de méthane.

Breeding for feed efficiency in meat sheep and consequences on methane emissions

TORTEREAU F. (1), WEISBECKER J.L. (1), COFFRE-THOMAIN C. (2), ESTIVALET L. (2), MARCON D. (2), LE GRAVERAND Q. (1), MARIE-ETANCELIN C. (1)

(1) GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, 31326, Castanet-Tolosan, France

SUMMARY

Ruminants have both positive and negative impacts on the environment. If they have a low feed-food competition index, with forage-based diets, methane production by enteric fermentation of plant fibers contributes to global warming. Sheep from the Romane breed have been selected divergently on feed efficiency in the growing period (with *ad libitum* access to low-energy concentrated pellets) for 4 generations. The present study focuses on males (n=120) and females (n=80) from this selection, tested for their feed efficiency on a forage-base diet and for their methane emissions. The significant difference in residual feed intake of 10% observed in growing male lambs was confirmed, to a lesser extent, in late-growth sheep fed with more forage (8% and 2% for males and females, respectively). This difference in favor of efficient animals is accompanied by higher methane emissions (+3 to 4% higher than with less efficient animals). This study tends to highlight a trade-off, which needs to be confirmed on a larger scale, between feed efficiency and methane emissions in the Romane meat sheep breed: despite reduced consumption, efficient animals seem to emit more methane.

INTRODUCTION

Le contexte de changement climatique impose à tous les secteurs des mesures permettant de limiter leurs impacts sur l'environnement. Pour les ruminants allaitants, ces enjeux peuvent se décliner en différents objectifs, comme limiter la compétition feed-food (en augmentant la part des fourrages dans les rations des animaux et en améliorant leur efficacité alimentaire) et atténuer les émissions de méthane entérique. Notre étude propose d'évaluer les liens phénotypiques qui existent entre efficacité alimentaire et émissions de méthane entérique chez des ovins allaitants. Si les liens phénotypiques et génétiques entre ingestion et émissions de méthane sont bien connus, les liens entre efficacité alimentaire et émissions de méthane restent à confirmer : les corrélations phénotypiques et génétiques sont contradictoires entre études (Paganoni *et al.*, 2017 ; Johnson *et al.*, 2022). Pour cela, nous avons mesuré les émissions de méthane d'ovins allaitants sélectionnés de façon divergente pour la consommation résiduelle (un critère d'efficacité alimentaire).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET PHENOTYPES

Depuis 2015, des ovins de race Romane sont sélectionnés à l'UE P3R de Bourges de façon divergente sur la consommation résiduelle calculée à partir de l'ingestion et de performances

individuelles enregistrées entre 3 et 5 mois d'âge sous un régime 100% concentré basse énergie *ad libitum* (Tortereau *et al.*, 2020). Les animaux de la lignée RFI- (efficace) ingèrent en moyenne 10% de concentré de moins que les animaux de la lignée RFI+ (inefficace) à performances égales (Marie-Etancelin *et al.*, 2023). Deux expérimentations ont été menées sur des mâles et des femelles nés entre 2019 et 2021. Pour chaque période d'enregistrement de l'ingestion individuelle, les animaux étaient élevés sur une litière de copeaux de bois afin de garantir la seule ingestion d'aliments distribués par les automates. En dehors de ces périodes de contrôle de l'ingestion, les animaux étaient élevés sur paille. Un total de 120 mâles appartenant aux deuxième et troisième générations de sélection a été phénotypé entre 6 et 10 mois d'âge pour leur poids vif, leur ingestion individuelle quotidienne de fourrage (foin de dactyle *ad libitum* et concentré rationné à 700 g/j) ainsi que pour leurs émissions quotidiennes de gaz à effet de serre (GES) avec deux unités GreenFeed (C-Lock®). Chacun des 120 mâles a été phénotypé sur une des 4 périodes de 6 semaines de mesure (25 à 36 mâles phénotypés par période). Pour des raisons techniques, les données d'ingestion et d'émissions de GES n'ont pas été collectées de façon concomitante ; les deux phénotypages ont été acquis sur deux périodes consécutives de 6 semaines chacune. Pour les femelles, 80 brebis d'un an de la quatrième génération de sélection ont été phénotypées pour leurs émissions de GES durant 3 périodes entre décembre 2021 et juin 2022. Ces brebis étaient nourries successivement avec du foin de dactyle

en bergerie (période 1), puis au pâturage (période 2) et à nouveau avec du foin en bergerie (période 3). C'est lors de cette période 3 en bergerie, que leurs ingestions de fourrage ont été enregistrées.

1.2. ANALYSES STATISTIQUES

Les données des mâles et des femelles ont été analysées séparément. En moyenne chaque animal avait trois à quatre données d'émissions de GES par jour. De plus, chacun d'eux avait une donnée de poids vif sur la période étudiée. Enfin, l'ingestion a été moyennée sur la même période que l'enregistrement des gaz (période 3 pour les brebis) ou bien sur une période précédant ou suivant l'enregistrement des émissions de GES pour les mâles.

Pour les mâles, les modèles d'analyse du poids vif et de l'ingestion moyenne prenaient en compte les effets fixes du lot, de la période et de la lignée ainsi que le poids vif en covariable pour l'analyse de l'ingestion. Pour les émissions de GES par les mâles, le modèle prenait en compte les effets fixes de l'heure, du lot et de la lignée et l'effet aléatoire du jour. Le poids et l'ingestion ont été considérés en covariables. Pour les femelles, les émissions de GES ont été analysées séparément pour chaque période, avec le même modèle que pour les mâles (l'ingestion moyenne n'étant en covariable que sur la période 3).

Enfin les corrélations entre les émissions de GES enregistrées sur chacune des 3 périodes ont été calculées sur les solutions

de l'effet animal d'un modèle linéaire contenant les effets fixes du jour de mesure, de l'heure, du lot et de l'animal.

2. RESULTATS

2.1. EFFETS DE LA LIGNEE DIVERGENTE SUR LES EMISSIONS DE GES

Les résultats concernant l'effet de la sélection divergente sur les émissions de GES, l'ingestion de foin ainsi que sur le poids vif sont présentés dans le tableau 1. Avec un régime composé de foin *ad libitum* et de concentré rationné à 700 g/j, des mâles de 10 mois de race Romane ont des performances d'émissions de GES et d'ingestion significativement différentes en fonction de la lignée divergente à laquelle ils appartiennent ; le poids vif et le GMQ ne varient pas en fonction de la lignée. Quel que soit le sexe, les animaux RFI- consomment significativement moins de foin que les animaux RFI+. Les mâles RFI- émettent plus de CH₄ mais moins de CO₂ que les animaux RFI+. Ces résultats se retrouvent en partie chez les femelles, avec des poids vifs et des GMQ qui ne varient pas entre les deux lignées, ainsi que des émissions de CH₄ qui sont supérieures chez les RFI- par rapport aux RFI+. Les résultats concernant les émissions de CO₂ par les femelles sont variables en fonction de la période et du régime étudiés.

Caractère	Mâles			Femelles période 1 (bergerie)			Femelles période 2 (pâturage)			Femelles période 3 (bergerie)		
	Effet lignée	RFI-	RFI+	Effet lignée	RFI-	RFI+	Effet lignée	RFI-	RFI+	Effet lignée	RFI-	RFI+
Poids vif (kg)	NS	64,33	64,18	NS	50,2	49,7	NS	54,6	54,7	NS	60,02	60,44
GMQ (g/j)	NS	76	81	NS	4	4	NS	8	8	NS	-3	-2
Ingestion foin (kg de MS)*	<0,0001	1,03	1,11	-	-	-	-	-	-	0,03	1,01	1,03
CH ₄ (g/j)	<0,0001	38,86	37,50	<0,0001	32,10	30,90	<0,0001	42,08	40,09	<0,0001	49,52	47,45
CO ₂ (g/j)	0,0002	1326	1335	<0,0001	1159	1137	0,04	1549	1539	NS	1767	1774

Tableau 1 Effets de la lignée divergente sur les caractères enregistrés sur les mâles et les femelles et moyennes corrigées pour les animaux efficaces (RFI-) ou inefficaces (RFI+). Les femelles étaient alimentées indoor de foin (1) et (3) ou au pâturage (2).

* L'ingestion de foin a été enregistrée pendant quelques semaines avant ou après l'enregistrement des émissions de GES pour les mâles, mais en même temps que les émissions de GES pour les femelles

2.2. CORRELATIONS ENTRE EMISSIONS DE GES SOUS DIFFERENTS REGIMES ALIMENTAIRES

	Bergerie (1)	Pâturage (2)	Bergerie (3)
Bergerie (1)	-	0,66	0,58
Pâturage (2)	0,68	-	0,59
Bergerie (3)	0,53	0,48	-

Tableau 2 Corrélations entre les émissions de GES (CH₄ au-dessus et CO₂ au-dessous de la diagonale) enregistrées sur trois périodes successives.

Les femelles ont été phénotypées pour leurs émissions de GES durant trois périodes successives. Pour chacun des deux gaz, les émissions sont corrélées positivement entre les différentes périodes, avec des niveaux de corrélations variant de 0,58 à 0,66 pour le CH₄ et de 0,48 à 0,68 pour le CO₂ (Tableau 2).

3. DISCUSSION

Le dispositif de lignées divergentes sur la consommation résiduelle permet de montrer qu'une différence génétique sur ce caractère s'accompagne phénotypiquement de différences significatives sur les émissions de GES : les descendants (mâles et femelles) de béliers efficaces émettent en moyenne plus de méthane que les animaux issus de béliers moins efficaces, malgré une ingestion moyenne significativement

inférieure. Ces premiers résultats tendent à indiquer un antagonisme entre efficacité alimentaire et émissions de méthane, en accord avec les résultats de Johnson *et al.* (2022) mais devront être confortés chez les mâles avec des phénotypes d'efficacité alimentaire et d'émissions de méthane obtenus sur les mêmes périodes exactement. L'estimation de corrélations génétiques entre ces deux caractères permettra de confirmer ces observations en race Romane.

Enfin, les émissions de GES enregistrées en bergerie avec une alimentation basée sur des fourrages secs sont corrélées positivement aux émissions enregistrées au pâturage : si ces corrélations se confirment au niveau génétique, le phénotypage en bergerie pourrait également permettre la réduction des émissions de GES des brebis au pâturage, où le phénotypage est plus contraignant.

CONCLUSION

La sélection pour une meilleure efficacité alimentaire en phase de croissance sous un régime concentré améliore également l'efficacité alimentaire sous un régime basé sur des fourrages. Cependant, les émissions de méthane des animaux efficaces sont en moyenne supérieures à celles des animaux moins efficaces, que ce soit avec du fourrage sec ou au pâturage.

Ce compromis entre efficacité alimentaire et émissions de GES doit être confirmé au niveau phénotypique, avec davantage d'animaux mesurés concomitamment pour ces différents caractères, et estimé au niveau génétique.

Ces travaux ont été financés par les projets SMARTER (H2020) et GrassToGas (ERA-GAS).

Johnson P. *et al.*, 2022. Front. in Genet., 13, 911639

Marie-Etancelin C. *et al.*, 2023. EAAP, Lyon, France

Paganoni B., Rose G. *et al.*, 2017. J. Anim. Sci., 95, 3839-3850

Tortereau F., Marie-Etancelin *et al.*, 2020. Animal, 14:4, 681-687