

Exploration des facteurs précoces de mortalité et de croissance des agneaux en allaitement artificiel en conditions contrôlées

MIALON M.M. (1), NOWAK R. (2), FALOURD P. (3), MARCON D. (3), DELVAL E. (1), MALLET C. (1), BOUVIER F. (3), BAURIER F. (4), MARQUIS C. (3), BOIVIN X. (1)

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

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

(3) INRA, UE 0332 Bourges-La Sapinière, 18390 OSMOY, France

(4) LDA du Cher, 18020 Bourges Cedex

RESUME

Dans les troupeaux ovins de race à viande, l'allaitement artificiel utilisé pour sauver des agneaux surnuméraires se traduit souvent par une rentabilité incertaine. L'objectif de cette étude était de réaliser une caractérisation multiparamétrique précoce sur un grand nombre d'agneaux élevés en allaitement artificiel, en conditions standardisées pour comprendre leur devenir. Un total de 715 agneaux de race Romane, issus de 5 périodes de naissance, ont été suivis jusqu'au sevrage. Des caractéristiques précoces telles que le poids à la naissance, la vigueur, la température, la croissance ont été enregistrées sur l'ensemble des agneaux et le dosage des IgG sériques effectué sur une partie seulement. La réactivité comportementale à 21 jours a été caractérisée au travers d'un test sur 30% des agneaux. La principale raison de mise en allaitement artificiel est liée à un problème détecté chez la brebis dans 36% des cas ou chez l'agneau dans 22% des cas et est liée à la portée multiple pour les cas restants. Les agneaux ont été sevrés à un poids moyen de $12,5 \pm 2,4$ kg et à un âge moyen de $38 \pm 4,7$ jours. Le taux de mortalité de 13% se répartit de façon équivalente avant et après 10 jours. Le poids à la naissance et la vigueur sont liés à la survie et la croissance de l'agneau. Lors du test à 21 jours, les agneaux qui recherchent moins la proximité de l'homme sont ceux qui ont la meilleure vigueur et la plus forte croissance. Au-delà de l'importance de la maîtrise de l'environnement, nos résultats confirment que la réussite de l'allaitement artificiel est conditionnée par l'état physique et le tempérament du jeune agneau.

Exploration of early mortality and growth factors for lambs in artificial rearing in controlled conditions

MIALON M.M. (1), NOWAK R. (2), FALOURD P. (3), MARCON D. (3), DELVAL E. (1), MALLET C. (1), BOUVIER F. (3), BAURIER F. (4), MARQUIS C. (3), BOIVIN X. (1)

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

SUMMARY

In sheep production, artificial rearing used to save lambs born from large litters often results in uncertain profitability. The objective of this study was to achieve an early multiparameter characterization on a large number of lambs raised in artificial rearing, under standardized conditions to understand their future. A total of 715 Romane lambs, from 5 birth periods, were followed until weaning. Early characteristics such as birth weight, vigour, temperature, and growth were recorded on all lambs and serum IgG assays performed on only one part. Behavioural reactivity at 21 days was characterized by a test on 30% of the lambs. The main reason for artificially feeding a lamb is related to a problem of the ewe in 36% of the cases or of the lamb in 22% of the cases and related to the litter size for the remaining cases. Lambs were weaned on average at 12.5 ± 2.4 kg and at 38 ± 4.7 days of age. The 13% mortality rate is uniformly spread before and after 10 days. The weight at birth and the vigour are related to the survival and growth of the lamb. During the test at 21 days, the lambs who are looking for less proximity to human are the ones with the best vigour and the fastest growth. Beyond the control of the environment, our results confirm that the success of artificial rearing is conditioned by the early physical state and temperament of the young lamb.

INTRODUCTION

Dans les troupeaux ovins de race à viande, l'allaitement artificiel (AA) est utilisé pour élever des agneaux surnuméraires (portée supérieure à deux) ou que la mère ne peut (absence de lait) ou ne veut allaiter. Cela peut se traduire par une mortalité importante, plus élevée que sous la mère et de possibles retards de croissance, avec une rentabilité incertaine (CIIRPO, 2014). Les facteurs de risques sont multiples en relation avec leur alimentation, le matériel utilisé, les soins apportés par les personnes (Fraselle 2012, Dwyer et al, 2016). Des études scientifiques analytiques existent depuis longtemps pour essayer de caractériser les leviers d'action pouvant être utilisés pour la diminution de la mortalité des agneaux d'AA et donc augmenter la rentabilité de cet atelier (facteurs alimentaires et sociaux : Napolitano et al, 2008). Mais ceux liés aux animaux eux-mêmes (ex vigueur néonatale, émotivité...) sont difficiles à identifier en raison de pratiques et

de conditions d'élevage très diverses et d'effectifs limités dans les études.

L'objectif de cette étude conduite sur 3 années était de réaliser une caractérisation multiparamétrique précoce (comportement, physiologie) sur un grand nombre d'agneaux élevés en AA, dans des conditions les plus standardisées possible, afin de mieux comprendre leur devenir en termes de survie, croissance et réactivité comportementale.

1. MATERIEL ET METHODES

Le projet 00820.31 a été évalué par le comité d'éthique n°19 et a reçu un agrément le 8 juillet 2014.

1.1. ANIMAUX ET MODE D'ELEVAGE

A l'Unité Expérimentale INRA de Bourges, 5 périodes d'agnelage (2014-2016) ont été suivies. A la mise-bas, chaque

brebis a été placée en case d'agnelage avec ses agneaux pour favoriser le lien mère-agneau. Les agneaux ont reçu une injection de Duphacycline + Séléphos et 1 vaccin contre les affections respiratoires Ovilis Pastovax.

Tous les agneaux de race Romane élevés en AA ont été suivis jusqu'au sevrage. Cela a représenté un effectif total de 715 agneaux (52% de mâles et 48% de femelles) répartis entre 113 et 203 individus par période. Ces agneaux étaient issus de 485 mères différentes d'âge moyen $3,5 \pm 1,6$ ans et étaient nés dans des portées, respectivement doubles (18%), triples (68%) ou quadruples (14%). Les mises-bas de ces agneaux n'ont pas donné lieu à un signalement d'anomalie dans 94% des cas. Au moment de la mise bas, les brebis présentaient une note d'état corporel moyenne de $2,5 \pm 0,6$ (note de 1 très maigre à 5 très grasse). Cette note était $< 2,8$ dans 60,2% des cas, entre 2,8 et 3,5 dans 35,3% des cas et $> 3,5$ dans 4,5% des cas.

La pratique habituelle sur ce site est fondée sur les recommandations du CIIRPO (2014) avec une séparation entre les mères et les agneaux destinés à l'AA à 24 heures d'âge maximum. Si l'agneau est jugé creux (pas ou peu tété sa mère), du colostrum bovin décongelé est distribué au biberon (environ 200 ml). A l'arrivée en nurserie, les agneaux sont placés dans une case d'apprentissage ($1,5 \text{ m}^2$) avant de passer dans une case plus grande ($0,5 \text{ m}^2$ / agneau) une fois autonomes pour s'alimenter. Du lait reconstitué est distribué à la louve selon les prescriptions du fabricant (Agnodor Tradition plus, SOREAL NUTRITION ANIMALE, Vonnas, France) jusqu'au sevrage avec accès à une alimentation solide et de l'eau à partir de 8 jours. Une personne à 100% dédiée aux soins des agneaux s'assure de l'apprentissage alimentaire qui prend 2-3 jours.

Le sevrage a lieu à un poids compris entre 12 et 13 kg. En pratique, il a lieu autour de 40 jours sauf pour les agneaux pesant déjà plus de 12 kg à la pesée 30 jours et qui ont été sevrés à ce moment-là, soit 30% des agneaux.

1.2. MESURES ET ANALYSES

Pour tous les agneaux, les motifs de mise en AA ont été notés (état des brebis ; problème lié à l'agneau ; agneau surnuméraire...). De même, la température rectale a été mesurée à l'arrivée en nurserie et une prise de sang a été réalisée pour le dosage des IgG sériques.

A l'occasion de la prise de température, l'agneau a été placé sur le dos et la tonicité a été notée de 1 (ne bouge pas) à 4 (se débat vivement et se lève).

Dix minutes plus tard, l'agneau a été placé debout et la vigueur notée de 1 (très faible) à 4 (vif), ainsi que l'acceptation de la 1^{ère} tétine (de 0 = refus à 4 = tête avidement).

A 21 jours d'âge, 30% des individus, choisis aléatoirement à chaque période de naissance ($n = 232$), ont été caractérisés sur leur réactivité à l'isolement social dans un environnement inconnu (Phase A, 2 min) et à une personne inconnue (Phase B, 2 min). Pour cela l'agneau a été placé dans un couloir de $7,2 \text{ m}^2$ (divisé en 6 zones), seul puis en présence d'un humain inconnu se tenant en zone 6 à l'extrémité du couloir (2×2 minutes). Les vocalisations et comportements (locomotion, flairage, ...) ainsi que le temps passé dans la zone où se trouvait l'homme ont été enregistrés.

La morbidité/mortalité des agneaux a été enregistrée jusqu'à une semaine après sevrage et une autopsie a été réalisée au laboratoire départemental du Cher. Les classes d'âge de mortalité sont celles utilisées par CIIRPO (2014) : 0-2 jours, 3-10 j, ≥ 11 j et jusqu'à une semaine post sevrage dans notre étude. En raison des faibles effectifs, ces stades sont regroupés en précoce (< 11 j) et tardif (≥ 11 j) pour certaines analyses. Le taux de mortalité est codé 0 si l'agneau est mort précocement ou tardivement et 1 s'il est vivant au-delà de une semaine post sevrage.

Les agneaux ont été pesés au moment de l'identification, à 30 jours et au sevrage. Le GMQ exprime la croissance entre la naissance et le sevrage.

Des dosages d'IgG ont été réalisés par immunodiffusion radiale à partir des échantillons de sérum congelés. Pour des raisons de coûts, nous avons dû faire un choix. Le dosage a été réalisé pour tous les agneaux testés pour leur réactivité à 21 jours. De même il a été réalisé pour les agneaux morts ou malades en allaitement. Les résultats des dosages sur ces derniers animaux ont été comparés à ceux d'agneaux survivant au-delà de l'AA et de caractéristiques équivalentes (poids, date de naissance...).

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS Analytics pro 9.0. Les moyennes sont exprimées \pm SEM. Une analyse de la mortalité et de la croissance des agneaux a été réalisée par régression multiple avec sélection de variables (régression stepwise : proc reg ou glimmix pour taux de mortalité). Nous avons intégré les variables explicatives enregistrées précocement. Celles pour lesquelles l'analyse univariée montrait une signification inférieure à 15% ont été intégrées dans l'analyse globale.

Pour intégrer les variables enregistrées lors des 2 phases du test de réactivité à 21 jours, une analyse factorielle par phase (proc factor) a d'abord été réalisée afin d'obtenir des variables synthétiques de réactivité. Ces variables synthétiques caractérisant la réactivité de l'agneau ont été mises en relation avec les caractéristiques précoces et la croissance.

Pour révéler un lien entre 2 critères ou variables, des tests de χ^2 ou des calculs de corrélation ont été réalisés.

2. RESULTATS

2.1. DESCRIPTION DES ANIMAUX MIS EN AA

2.1.1. Causes de mise en AA

Dans 36% des cas, la raison majeure de mise en AA était liée à la brebis (lait insuffisant, rejet de l'agneau, brebis à l'état corporel jugé trop faible par l'animalier), dans 22% des cas à un problème de l'agneau résultant souvent d'un cumul de facteurs handicapants (creux car n'ayant pas tété, petit et chétif ou malformé) et pour les cas restants, uniquement au statut d'agneau surnuméraire avec plus de 80% des agneaux d'AA venant de portées triples ou quadruples. Dans notre ferme expérimentale, le choix de l'agneau mis en AA est fait de façon à maintenir une portée double la plus homogène possible en termes de poids sous la mère.

2.1.2. Caractéristiques des agneaux à la mise en AA

Le poids moyen à la naissance était de $3,3 \pm 0,8$ kg, 15% des agneaux pesant moins de 2,5 kg. Ce poids était surtout dépendant de la taille de la portée d'origine (3,6 kg pour ceux provenant de portée double, 3,3 kg triple et 2,9 kg quadruple ; $P < 0,001$) et avait tendance à augmenter avec l'âge des brebis ($P = 0,09$). Le taux de survie en fin d'allaitement des agneaux pesant moins de 2,5 kg était de 77% contre 89% pour ceux pesant 2,5 kg et plus ($P < 0,01$).

Pour 21% des agneaux, la note de vigueur était « faible » (note 2), 46% étaient « vifs mais creux » car n'ayant pas tété (note 3) et 33% étaient « vifs et ayant bu » (note 4).

La température rectale ($38,7 \pm 0,8^\circ\text{C}$) était positivement et significativement reliée avec la note de vigueur : de $38,1^\circ\text{C}$ pour les notes de vigueur 2 à $39,1^\circ\text{C}$ pour les notes 4 ($P < 0,01$). La proportion d'agneau ayant une température $< 38^\circ\text{C}$ à la mise en AA passait de 35% en note 2 à 2% en note 4.

L'acceptation du 1^{er} biberon n'a pas été indépendante de la vigueur ($P < 0,001$). Plus de 50% des agneaux à note de vigueur 2 ou 3 étaient avidement le 1^{er} biberon alors que c'était seulement 1/3 pour ceux ayant une vigueur 4 car ils avaient déjà tété leur mère.

Le test de tonicité et la note de vigueur ne sont pas indépendants ($P < 0,001$). Ainsi parmi les 47% d'agneaux qui ne se débattent pas lors de la prise de température (note 1), 1/3 ont une vigueur faible (= 2), alors que parmi les 53% qui se débattent (notes 2 et 3) seuls 8% ont une vigueur faible.

2.2. MORTALITE, CROISSANCE ET REACTIVITE

Le taux de mortalité a été de 12% pendant la période d'AA (n = 88) et de 13% en intégrant les mortalités dans la semaine suivant le sevrage. Ces mortalités se répartissent en : 13% avant 3 jours d'âge, 34% entre 3 et 10 jours et 53% après 10 jours. Parmi ces agneaux morts, 66 ont été autopsiés. Les analyses montrent une nette prépondérance des causes digestives et des difficultés d'adaptation à la louve chez les agneaux chétifs : 38% de troubles digestifs (entérites infectieuses, entérotoxémies et pathologies de la caillette), 30% d'« inanition » qui correspond à des agneaux ne s'alimentant pas, 11% de troubles respiratoires et enfin des causes diverses. Avant 10 jours, la principale cause de mortalité est l'inanition (14/33) alors que ce sont surtout les problèmes digestifs qui affectent les agneaux au-delà de cet âge (20/33) ($P < 0,01$).

L'âge moyen au sevrage était de $38 \pm 4,7$ jours à un poids de $12,5 \pm 2,4$ kg avec un GMQ moyen de 244 ± 68 g/j.

Lors du test de réactivité à 21 jours, les agneaux se déplacent moins, vocalisent moins et passent trois fois plus de temps dans la zone 6 quand l'homme est présent lors de la phase B ($P < 0,001$) que lorsqu'il est absent lors de la phase A. L'augmentation du temps passé dans la zone de contact (49 sec en phase B vs 17 sec en phase A) n'est pas due au hasard mais résulte bien d'un choix des animaux.

Pour la phase A d'isolement, l'axe 1 de l'analyse factorielle (43,2% de la variabilité expliquée) caractérise l'agitation de l'animal, associé en valeurs positives (figure 1) avec des variables d'activités locomotrices (nombre de zones traversées, sauts) et en valeurs négatives à des variables d'exploration (regarde, flairer l'environnement).

Pour la phase B, quand l'homme est présent, l'axe 1 (43,5%) caractérise la réponse à l'homme associé en valeurs positives avec le temps passé près de l'homme, et en valeurs négatives à des variables d'agitation (nombre de zones traversées, nombre de regarde l'homme, vigilance).

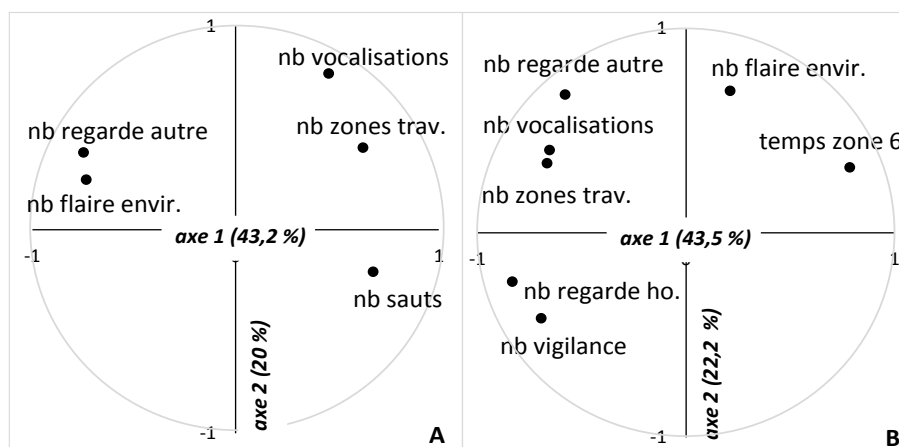


Figure 1 : Variables du test de réactivité sur les axes de l'analyse factorielle : phase d'isolement (A), phase avec l'homme (B)

Tableau 1 Moyennes des caractères précoces selon le devenir des agneaux (stade de mortalité, survie au-delà du sevrage)

	N	Effet stade de mortalité	Moyennes ajustées			Erreur
			Mort ≤ 10 jours	Mort >10 jours	Vivant fin allaitement	
Poids naissance (kg)	715	***	2,60 a (n= 44)	3,43 b (n= 49)	3,33 b (n= 622)	0,77
Température (°C)	650	***	38,1 a	38,6 b	38,8 b	0,82
Vigueur mise AA	651	***	2,68 a	3,06 b	3,16 b	0,71
Tonicité	651	*	1,44 a	1,85 b	1,69 b	0,73
Acceptation du biberon	647	NS	2,93	2,85	2,96	1,2
Taille de portée (n)	715	NS	2,95	2,84	2,96	0,57
Age mère (années)	715	NS	3,18	3,57	3,57	1,6
NEC mère	665	NS	2,63	2,41	2,54	0,63

* : $P < 0,05$ *** : $P < 0,001$; a-b : les moyennes sans lettre commune diffèrent significativement

2.3. ANALYSE DES FACTEURS PRECOSES RELIES A LA MORTALITE, LA REACTIVITE ET LA CROISSANCE

2.3.1. Mortalité

Les agneaux qui meurent jusqu'à 10 jours diffèrent significativement sur des critères précoces de ceux mourant tardivement (>10j) et de ceux survivant au-delà de l'AA (tableau 1). Ils sont, en moyenne, plus légers à la naissance, moins vigoureux à la mise en AA, avec une température plus faible et une moindre tonicité. Par contre ces 3 catégories d'agneaux (morts jusqu'à 10j, morts tardifs, survivants) ne diffèrent pas sur la taille de leur portée de naissance, l'âge et la NEC des mères et l'acceptation du 1^{er} biberon. De même le sexe de l'agneau n'apparaît pas comme un facteur significativement impliqué dans la mortalité.

Pour ces agneaux morts précocement (< 11j) le niveau d'IgG diffère peu de celui d'un contemporain survivant ($+0,6 \pm 20,7$

g/l ; 17 paires ; $P > 0,05$). Il en est de même pour ceux à mort tardive ($-4,5 \pm 16,8$ g/l ; 34 paires ; $P > 0,05$). Bien qu'expliquant une faible part de variabilité ($r^2 = 4,8\%$), l'analyse en régression multiple incluant tous ces facteurs, hormis les IgG, met en évidence que les 2 facteurs favorisant un taux de mortalité élevé sont une température ($P < 0,001$) et un poids à la naissance faibles ($P < 0,01$).

2.3.2. Réactivité comportementale sur 30% des agneaux

La réactivité comportementale en phase 2 du test, en présence de l'homme, est reliée à la vigueur ($P < 0,01$) avec les agneaux à plus forte vigueur à la mise en AA qui cherchent moins la présence de l'homme dans le test à 3 semaines (tableau 2). Cette réactivité en présence de l'homme est également reliée significativement au niveau d'IgG du jeune agneau ($P < 0,01$).

Tableau 2 Corrélations (Spearman) entre facteurs précoces, réactivité comportementale à 21 jours et croissance en AA mesurés sur 232 agneaux

	Poids naissance	Temp.	Vigueur	IgG	Tonicité	Accept. 1 ^{er} biberon	Axe1 Ph. isolement	Axe1 Ph. avec homme
Température	0,01							
Vigueur	0,28***	0,39***						
IgG	0,06	0,48***	0,29***					
Tonicité	-0,11	0,14*	0,18**	0,10				
Acceptation 1 ^{er} biberon	-0,03	-0,27***	-0,24***	-0,05	0,19**			
Axe1 Phase isolement	-0,08	0,13*	0,05	0,09	0,03	0		
Axe1 Phase avec homme	0,00	-0,08	-0,17**	-0,23**	0,06	-0,05	0,04	
GMQ allaitement	0,55***	0,07	0,19**	0,11	-0,03	-0,04	0,08	-0,16*

* : $P < 0,05$ ** : $P < 0,01$ *** : $P < 0,001$

2.3.3. Croissance

Pour les agneaux qui survivent au-delà d'une semaine après sevrage, la croissance en AA est conditionnée par le poids naissance (+36,2 ± 3,1 g de GMQ/kg supplémentaire de poids naissance ; $P < 0,001$), la vigueur (+21,3 ± 3,9 g de GMQ/augmentation note de 1, $P < 0,001$), la température (+ 8,8 ± 3,9 g de GMQ/°C supplémentaire, $P < 0,05$) et le sexe (+ 16,2 ± 5,3 g chez les mâles par rapport aux femelles, $P < 0,01$). L'analyse en régression multiple montre que les 2 facteurs influant le plus sur la croissance ($r^2 = 21,59\%$) sont le poids à la naissance (r^2 partiel 20,8% ; $P < 0,001$), puis la vigueur à la mise en AA (r^2 partiel 0,79% ; $P < 0,05$).

Pour l'échantillon particulier d'agneaux survivants à l'AA et testés à 21 jours, l'analyse globale prenant en compte les caractéristiques morphologiques et comportementales montre que les facteurs principaux conditionnant la croissance sont là aussi le poids de naissance, la réactivité en présence de l'homme puis en isolement, et dans une moindre mesure le sexe (tableau 3). La vigueur n'apparaît plus dans les facteurs principaux.

Tableau 3 Effet de caractéristiques à la naissance et de la réactivité à 21 jours sur le GMQ en AA exprimé en g/jour.

	Poids naiss. (kg)	Axe 1 Ph. avec homme	Axe1 Ph. en isolement	Sexe ♀ vs ♂
Signification	***	***	*	†
Paramètres	+43,4	-18,9	+10,7	-13,8
Erreur type	5,3	4,1	3,9	7,9
R ² partiel %	23,2	6,2	2,1	1

† : $P < 0,10$ * : $P < 0,05$ *** : $P < 0,0013$.

DISCUSSION

La présente étude porte sur une population particulière d'agneaux de race allaitante élevés en AA donc issus de brebis majoritairement très prolifiques. Ce suivi d'animaux d'une même race, en ferme expérimentale, nous a permis d'avoir des conditions les plus standardisées possible, respectant au mieux les recommandations du CIIRPO (2014) et de limiter les biais potentiels liés à une diversité de pratiques rencontrées dans les élevages. La mortalité obtenue correspond à celle observée en moyenne dans les fermes bien que de fortes variations existent encore entre fermes (Boivin et al, 2017, CIIRPO, 2014). La note d'état des brebis de cet échantillon particulier est relativement basse avec 60% d'entre elles ayant une note inférieure à 2,8 ce qui explique en partie que plus du tiers des causes de mises en AA sont liées à la brebis (incapacité d'allaiter sa portée). Dans seulement 32% des cas, la NEC de la brebis à la mise bas est ≥ 3 comme préconisé par le CIIRPO.

Les résultats de notre étude soulignent particulièrement l'incidence des caractéristiques des agneaux à la naissance sur la mortalité précoce (les 10 premiers jours) en AA donc sur la non-adaptation à ce type de conduite. Ces caractéristiques sont un poids à la naissance faible et généralement une

température et une vigueur faibles à l'entrée en allaitement. Ces données sont cohérentes avec les observations en élevage ovin allaitant décrites par Dwyer et al (2016). Il n'a pas été possible d'enregistrer la vigueur des agneaux dans les 5 minutes suivant la naissance comme préconisé par Matheson et al (2012). Mais la vigueur mesurée à la mise en AA semble être elle aussi un prédicteur intéressant à enregistrer si on ne peut le faire plus tôt. La mortalité précoce est majoritairement liée à l'inanition et concerne des agneaux qui n'ont jamais appris à se nourrir seul malgré les séances d'apprentissage. Par contre, les caractéristiques de l'agneau nouveau-né ne semblent pas expliquer la mortalité plus tardive, au-delà de 10 jours. D'après les résultats d'autopsie, cette mortalité semble surtout reliée à des problèmes digestifs. Une qualité de lait potentiellement inadaptée pour certains animaux, une possible surconsommation dans un système à volonté, un déséquilibre du microbiote ou un agent pathogène potentiellement agressif pourraient être des facteurs entraînant ces problèmes digestifs.

Nous n'avons pas trouvé de différence significative d'IgG sériques entre les animaux morts ou malades et leurs témoins sans problème. Le transfert d'immunité passive via l'absorption de colostrum est un élément fondamental pour la survie du jeune agneau qui naît pratiquement sans immunoglobulines. Ce transfert a été favorisé dans notre étude par l'utilisation de cases d'agnelage et la distribution éventuelle de colostrum au biberon dans des situations critiques.

Pour les agneaux s'étant adaptés à l'AA avec succès, leur poids à la naissance, leur vigueur et leur température à la mise en AA conditionnent également leur croissance. Ces résultats sont en cohérence avec Villette et Theriez (1981) et Dwyer et al (2016).

Un des résultats les plus intéressants de cette étude est apporté par la caractérisation de la réactivité comportementale face à l'homme à 21 jours, corrélée à la vigueur à la mise en allaitement. On peut faire l'hypothèse que les agneaux les plus vigoureux en AA ont nécessité une période d'apprentissage à la louve plus courte, ce qui a limité les interactions avec le soigneur et leur dépendance vis-à-vis de celui-ci. Une analyse plus détaillée des performances d'apprentissage pourrait étayer cette hypothèse. Nos résultats montrent aussi que la croissance en AA est expliquée non seulement par le poids naissance des agneaux, leur sexe, mais aussi par leur réponse à l'isolement social et par leur réponse à l'homme. Ce résultat pourrait être expliqué par l'existence de différents traits de tempérament qui pourraient être sélectionnés si un déterminisme génétique était associé. Selon Matheson et al (2012), la vigueur dans les 5 min après la naissance présente une héritabilité de l'ordre de 0,40. De même, Hazard et al (2014) ont montré que les réponses comportementales mesurées au sevrage lors de situation d'isolement social en environnement nouveau et d'exposition à un humain sont des caractères sous influence génétique. Un tempérament réactif semble être un atout pour leur croissance en allaitement artificiel, peut-être par une stratégie active d'adaptation.

La recherche de leviers d'action pour optimiser la survie, dans le jeune âge, des agneaux en races prolifiques et leur robustesse future nous amène à explorer conjointement les caractéristiques du jeune animal et les pratiques d'élevage afin d'agir surtout de façon préventive et curative si nécessaire. Ainsi au vu de nos résultats, on peut s'interroger sur le choix très fréquent en élevage d'agneaux légers pour l'allaitement artificiel et leurs chances de survie s'ils étaient restés sous la mère, en concurrence avec les autres membres de la fratrie. Sachant que ces agneaux petits ont moins de chances de survivre en allaitement artificiel, il pourrait sembler plus pertinent de les laisser sous la mère et de choisir un agneau plus gros pour l'allaitement artificiel, offrant ainsi aux deux agneaux plus de chance de vivre et au final une rentabilité économique potentiellement meilleure. Laisser les agneaux même en portée triple sous la mère serait évidemment préférable mais le succès reste aléatoire car il dépend de nombreux facteurs dont l'hétérogénéité de la portée, l'aptitude maternelle de la brebis et l'attention portée par l'éleveur à la naissance (Morel et al, 2008).

Le poids naissance des agneaux est dépendant de l'alimentation des brebis en fin de gestation, plus particulièrement en race prolifique. Il s'agit d'une piste indispensable à suivre pour avoir des agneaux à bon potentiel de survie. Ainsi le suivi de l'état corporel des brebis, couplé à la réalisation d'un diagnostic de gestation avec dénombrement si nécessaire, permettent d'alimenter les brebis au plus près de leurs besoins en fin de gestation selon leur état et le nombre de fœtus qu'elles portent.

Une seconde piste à explorer au regard de nos résultats serait la sélection génétique. La sélection pourrait porter sur la vigueur et/ou la réactivité des agneaux. En effet, selon Matheson et al (2012), la vigueur dans les 5 min après la naissance présente une héritabilité de l'ordre de 0,40. Un phénotypage à grande échelle (14000 agneaux) réalisé dans 2 races de l'ouest de la France donne des paramètres génétiques encourageants laissant envisager une intégration du caractère en sélection à moyen terme (idele 2018). Mais le faire dans ces conditions reste très contraignant et le faire plus tard à la mise en AA comme dans notre étude serait plus facile.

Concernant l'adaptation des agneaux à l'allaitement artificiel, les agneaux détectés précocement « à problème » doivent bénéficier d'un mode d'élevage particulier sans qu'ils ne deviennent dépendants de l'homme. Sevi et al (1999) ont montré que celle-ci est plus aisée si l'aliment distribué est composé de lait de brebis pur ou mélangé à de l'aliment d'allaitement. Des résultats récents (Mialon et al, 2016) montrent que le lait de remplacement reste moins riche en protéine et plus riche en lactose que le lait de brebis Romane. Il peut pénaliser la croissance et la santé digestive des agneaux en début d'allaitement (Mialon et al, 2016). Il semblerait que la qualité du lait dans les 3 premières semaines de vie devrait encore être reconsidérée. Peut-être, à l'image de ce qui existe chez l'enfant, faudrait-il différents types de lait, un lait de démarrage et un lait de « croissance ». Par ailleurs, il semblerait que le lait actuel, s'il est consommé en excès par des agneaux gloutons alimentés à volonté à la louve, puisse être associé à des mortalités brusques en lien avec des problèmes digestifs type acidose. La mise à disposition la plus précoce possible d'aliment solide et d'eau permet de limiter cette surconsommation de lait et facilite le sevrage (CIIRPO).

Par ailleurs, les agneaux en AA sont conduits en l'absence d'adulte ce qui peut pénaliser la mise en place de la flore digestive. Nowak et al (2018) ont montré que la présence de brebis non allaitantes dans des lots d'agneaux en AA semble avoir un impact favorable sur l'état sanitaire de ces agneaux avec moins d'arrière trains souillés par des diarrhées. En effet les microorganismes présents dans l'environnement, et en particulier apportés lors des contacts avec la mère, colonisent

très rapidement le tube digestif initialement stérile du nouveau-né bien avant qu'il ne reçoive une alimentation solide. L'utilisation de probiotiques tôt dans la vie pourrait éventuellement être une voie pour aider à la maturation de la flore digestive dans la situation de l'AA, en l'absence d'adulte, afin d'avoir une flore pleinement fonctionnelle bien au-delà de la période d'allaitement.

CONCLUSION

Cette étude a bénéficié d'un effectif d'agneaux conséquent et malgré un taux de mortalité relativement faible, des pistes d'amélioration intéressantes se dessinent. Elle confirme le rôle majeur de l'état de l'agneau à la naissance (poids-vigueur-tonicité) sur ces chances de survie et sa croissance et elle souligne l'importance d'un comportement autonome et débrouillard pour s'adapter. Ces résultats questionnent aussi sur les pratiques autour de l'allaitement. Laisser les agneaux chétifs sous la mère et/ou avoir un lait de remplacement plus appétant au démarrage sont des pistes à creuser.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet Ovin2A financé par la région Centre. Les auteurs remercient l'ensemble du personnel de l'UE 0332 pour sa forte implication.

Boivin X., Malarange P., Jarousse A., Gautier J.M., Mallet C., Bouvier F., Mialon M.M., Kling-Eveillard F., Guilloteau L. 2017. In Proc. of the 7th Internat. Conf. on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group level. Wageningen (NLD): Academic Publishers. 280 p.

CIIRPO 2014. Disponible sur <http://www.inn-ovine.fr/regles-de-base-lallaitement-artificiel/>

Dwyer C.M., Conington J., Corbiere F., Holmøy I.H., Muri K., Nowak R., Gautier J.M. 2016. *Animal*, 10(3), 449-459.

Fraselle A., 2012. Thèse d'exercice ; Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 134 p.

Hazard D., Moreno C, Foulquie D., Delval E., François D., Bouix J., Salle G., Boissy A. 2014. *BMC Genomics* 15(1) 778.

Idele 2018 <http://idele.fr/domaines-techniques/ameliorer-le-troupeau/performances-et-phenotypes/publication/idele-solr/recommends/selection-de-la-vigueur-des-agneaux-deja-14-000-agneaux-phenotypes.html>

Matheson S.M., Buenger L., Dwyer C.M. 2012. *Behavior genetics*, 42(6), 899-911.

Mialon M.M., Nowak R., Boivin X., Durand D., Boissy A., Fassier T., Delval E., Bage A.S., Bouvier F., Cornilleau F., Parias C., Guilloteau L.A. 2016. *Renc. Rech. Ruminants*, 23, 27-30.

Morel P.C.H., Morris S.T., Kenyon P.R., 2008. *Aust J Exp Agri*, 48 : 984-987.

Napolitano F., De Rosa G., Sevi A., 2008. *Applied Animal Behaviour Science* 110(1-2):58-72.

Nowak R., Boivin X. 2015. *Applied Animal Behaviour Science* 164, 12-28.

Nowak R., Kraimi N., Chaillou E., Cornilleau F., Devaux M., Levy F., Parias C., Boissy A., Boivin X., Mialon M.M., Bouvier F., Guilloteau L. 2018. *Renc. Rech. Ruminants*, 24, Sevi A., Napolitano F., Casamassima D., Annicchiarico G., Quarantelli T., De Paola, R. 1999. *Applied Animal Behaviour Science* 64, 249-259.

Villette Y., Theriez M. 1981. *Ann. Zootech.*, 30, 151-168.