

Réussite à l'insémination en élevages ovins laitiers pyrénéens : facteurs de variation liés aux conduites de troupeaux

ARRANZ J.M. (1), FRERET S. (2), FIDELLE F. (1), FATET A. (2), DRUART X. (2), BECKERS J.F.(3), SULON J.(3), SOUSA N.M. (3), BODIN L. (4), DAVID I. (4), LAGRIFFOUL G. (5), BELTRAN DE HEREDIA I. (6), SASIETA L. (7), ARRESE F. (7), MAEZTU SARDINA F. (8), LANA SOTO M.P. (8), LASARTE M. (9)

(1) CDEO - 64130 Ordiarp (2) INRA - UMR 6175 Physiologie de la reproduction et des comportements - 37380 Nouzilly

(3) Université de Liège - B-4000 Sart-Tilman (4) INRA - UR 631 Station d'amélioration génétique des animaux - 31320 Castanet-Tolosan (5) CNBL ANIO - 31320 Castanet Tolosan (6) Neiker - Centro de Arkaute - 01080 Vitoria Gasteiz Sp

(7) Confelac - Arkaute - 01080 Vitoria Gasteiz Sp (8) ITG Ganadero - Avda Huici - Na-31610 Villava Sp

(9) ASLANA - Na-31170 Iza Sp

RESUME - En élevage ovin-lait, la réussite à l'insémination artificielle (IA) est un facteur clé pour la maîtrise de la reproduction et la mise en œuvre des schémas de sélection. Elle a été évaluée : 1) par dosage de la PAG plasmatique vingt huit jours après l'insémination ; 2) par l'analyse des résultats de mise bas (MB). La différence entre ces deux valeurs permet d'estimer le niveau de pertes embryonnaires et avortements. L'étude porte sur quatre-vingt-cinq lots d'insémination (8841 brebis de races Manech / Latxa tête rousse et tête noire principalement) réalisés de mai à août 2007, dans trois centres d'insémination (CIA) transfrontaliers : Navarre, communauté autonome d'Euskadi et Pyrénées Atlantiques. Les données de contrôle laitier et des CIA ont été mobilisées pour étudier les facteurs de variation de la fertilité individuelle. Un deuxième volet de l'étude, à l'échelle des lots, traite des conduites d'élevage pendant la période de lutte. Il s'appuie sur des enquêtes (alimentation, chantiers d'IA, sanitaire). La fertilité à vingt-huit jours s'élève à 61,3 % et celle à la MB à 55,2 %. Les pertes sont en moyenne de 6,2 %. Pour 2/3 des lots elles sont inférieures à 7 %. L'analyse des facteurs individuels, tant pour la fertilité à vingt-huit jours qu'à la MB, confirme les effets classiques des facteurs de variation de la fertilité à l'IA : intervalle IA-MB précédente, âge des femelles, mode de reproduction de la campagne précédente, production laitière au moment de l'IA, qualité de la semence. Les niveaux de pertes sont plus élevés pour les jeunes ou lorsque l'intervalle est court. Au niveau des conduites d'élevage, on observe une interaction forte race*région associée à des périodes d'IA et des conduites alimentaires différentes, mais avec des effets peu ou pas significatifs de ces conduites. Les enquêtes sanitaires font apparaître des niveaux de risques et des pathologies comparables d'une région à l'autre et élevés. Pour les lots à pertes élevées, celles-ci ont pu être reliées à des problèmes pathologiques particuliers, mais non prévisibles. Une telle approche, assez complète et globale des conduites, aura permis de renouveler le conseil en élevage et d'élargir les capacités d'intervention des techniciens.

Fertility after artificial insemination in Pyrenean dairy sheep herds : individual and herd factors linked to breeding practices

ARRANZ J.M. (1), FRERET S. (2), FIDELLE F. (1), FATET A. (2), DRUART X. (2), BECKERS J.F.(3), SULON J.(3), SOUSA N.M. (3), BODIN L. (4), DAVID I. (4), LAGRIFFOUL G. (5), BELTRAN DE HEREDIA I. (6), SASIETA L. (7), ARRESE F. (7), MAEZTU SARDINA F. (8), LANA SOTO M.P. (8), LASARTE M.(9)

(1) CDEO - 64130 Ordiarp

SUMMARY - In dairy sheep, fertility after artificial insemination (AI) is a key factor to control reproduction and implement breeding schemes. Fertility after AI was evaluated: 1) by plasma PAG concentration 28 days after AI; 2) by lambing rate (LR). The difference between these 2 parameters allows to estimate embryonic losses and abortions. The study involved 85 sheep batches (8841 ewes) inseminated between May and August 2007, in 3 AI centres (CIA) (Navarra, Autonomous Euskadi Community, Atlantic Pyrenees in France). Analyses were focussed on 2 dominant breeds (manech/latxa red face and black face) bred in the 3 areas. The study of individual factors was made on dairy control data and insemination data. The 2nd part of the study involved breeding practices, which were described thanks to a survey (feeding and sanitary practices, insemination conditions). Fertility rate estimate by PAG reached 61.3 % and LR 55.2 %. Mean losses are estimated at 6.2 points, they were below 7 points for 65 % batches. In the individual analysis of PAG fertility and LR, the effect known factors, such as interval date of lambing Y-1 and AI, age of ewes, milk yield at last control before AI, synchronisation treatments and semen quality, were confirmed. Losses were also higher in young females with short intervals previous to lambing-AI. In the breeding practices study, we observed a significant interaction between breed and area, associated with different periods of AI and feeding practices, but with little or no effect of these feeding practices. The sanitary survey showed a high level of risk with similar pathologies in all 3 areas. Abortion risk is high though not linked with measured losses. These losses can be explained by specific and non expected sanitary events. Such a global approach of breeding management will renew and broaden our advising and operating abilities in the field.

INTRODUCTION

Dans les élevages ovins-lait, l'insémination artificielle (IA) est un outil technique indispensable pour la création et la diffusion du progrès génétique, et ce en dépit de contraintes propres à l'espèce ovine : nécessité de synchroniser les chaleurs, utilisation de semence fraîche, coût relatif élevé des actes. Au niveau national français, le taux de fertilité moyen en brebis laitières est d'environ 66 % (Perret, 2007), mais est variable suivant les zones. Les centres d'IA (CIA)

d'Ordiarp (France, Pyrénées Atlantiques : FR), d'Oskoz (Espagne, Navarre : NA) et d'Arkaute (Espagne, communauté autonome d'Euskadi : CAE), qui interviennent sur les mêmes races ovines, sont confrontés à des situations d'élevage contraintes (transhumance, déficits alimentaires saisonniers, risques sanitaires liés aux fortes densités et regroupements de troupeaux) et présentent des résultats inférieurs. Ils se sont associés pour mener ce travail. L'objectif de cette étude, à l'instar des travaux menés en

élevages bovins laitiers (Fréret *et al.*, 2006), est d'étudier les facteurs de variation de la réussite à l'IA liés à la conduite des troupeaux et de quantifier l'importance des interruptions de gestation postérieure à l'IA (mortalités embryonnaires et fœtales, avortements).

1. MATERIEL ET METHODES

Quatre-vingt-dix-neuf lots d'IA (9810 brebis) ont été sélectionnés dans soixante-quinze élevages commerciaux, représentatifs de la diversité des systèmes d'élevages, avec des résultats d'IA répétables et contrastés. Les IA ont été réalisées entre le 21/05/2007 et le 30/08/2007.

Compte tenu de la qualité de l'information recueillie (disponibilité de l'information, incohérences) des sous échantillons d'étude ont été créés, intégrant ou non les lots en race basco-béarnaise (dix lots) et en race caranzana (un lot), pour se focaliser sur les deux races dominantes présentes dans les trois régions : la manech tête rousse / *latxa cara rubia* (LCR) et la manech tête noire / *latxa cara negra* (LCN).

Ainsi, deux fichiers ont été constitués pour traiter les deux niveaux d'approche de la fertilité : un fichier « brebis » (8841 brebis, quatre-vingt-cinq lots d'IA) pour l'étude des facteurs de variation de la fertilité à l'échelle individuelle, et un fichier « lot » (quatre-vingt-trois lots à conduite homogène, soit 7539 femelles) pour l'étude des relations entre les conduites de troupeaux et la fertilité mesurée à l'échelle des lots.

1.1. SUIVI INDIVIDUEL DES BREBIS ET DONNEES DES BELIERS D'INSEMINATION

On dispose pour l'ensemble des brebis issues des dispositifs de contrôle laitier officiel des informations généalogiques, de l'âge, des caractéristiques de reproduction de l'année N-1 (date de mise bas, mode reproduction), des données de production (numéro de lactation, production à la campagne N-1, lait au dernier contrôle). Pour les IA, sont enregistrés les dates, les anomalies, les doses de PMSG (400 à 600 UI), le type d'éponge (20,30 ou 40 mg de FGA), le code inséminateur, l'horaire d'IA moyen du lot, le numéro et l'âge du bélier. Pour chaque bélier d'IA, on dispose des paramètres de l'éjaculat utilisé : horaire de collecte, nombre de sauts, volume et concentration de la semence, motilité des spermatozoïdes.

Un premier diagnostic de gestation est réalisé au moyen d'un dosage de la *Pregnancy-Associated Glycoprotein* (PAG) (El Amiri *et al.*, 2007), à partir d'une prise de sang réalisée entre le vingt-cinquième et le trente-cinquième jour après IA. A la mise bas (MB), les dates, les anomalies (agneaux mort-né,...) et la taille de la portée ont été relevées. Les MB, sur IA et retours de chaleurs, sont enregistrées sur une période de trois à cinq mois.

1.2. ENQUETES SUR LES CONDUITES D'ELEVAGE

Les pratiques et les conduites ont été recueillies par des enquêtes portant sur :

- la conduite alimentaire au moment de la lutte : nature et quantité des aliments distribués, leurs valeurs alimentaires, estimation des quantités d'herbes pâturées basée sur la durée d'accès au pâturage. Les apports ont été notés à cinq dates : IA - 15 j, le jour de l'IA, IA + 15 j, IA + 30 j et IA + 90 j.
- la conduite sanitaire : les traitements réalisés (vaccins, antiparasitaires sur les adultes et sur les jeunes), et les événements pathologiques survenus au cours des deux

campagnes écoulées (avortements, mammites, boiteries, toxémies de gestation...) Certains facteurs de risques (achat d'animaux, mélanges de troupeaux...) ont aussi été relevés.

- les éléments de conduite en période de lutte et de gestation : mouvements d'animaux, conduite de la monte naturelle, organisation du chantier d'IA (type de contention, niveau d'agitation).

1.3. ANALYSE STATISTIQUE

Pour l'analyse des données individuelles, les trois variables expliquées sont la fréquence de gestation vingt-huit jours après l'IA, la fréquence de MB sur IA (validée lorsque l'écart [date MB - date IA] est compris dans l'intervalle [durée moyenne de gestation de la race $\pm$ 5 j.], et l'incidence d'interruption de gestation après vingt-huit jours. Pour l'analyse des lots, les variables expliquées sont les moyennes par lot des trois critères précédents : taux de gestation à vingt-huit jours (appelé fertilité PAG), taux de mise bas sur IA (MB IA) et différence entre ces deux valeurs (appelée pertes). Ces trois variables ont ensuite été mises en classe (faible, intermédiaire, élevé), avec vingt-sept, vingt-cinq et trente et un lots pour les trois classes de fertilité PAG, et, d'autre part, vingt-quatre, vingt-cinq et trente-quatre lots pour le taux de MB IA. Dans le cadre des analyses univariées présentées dans ce travail, les relations entre variables expliquées et variables explicatives mises en classes sont étudiées par des tests de χ^2 . L'analyse a été complétée par des traitements multi factoriels (régressions logistiques, SAS Institute, 2000).

2. RESULTATS

2.1. EFFETS INDIVIDUELS SUR LA FERTILITE

Pour les 8441 brebis des quatre races locales, la fertilité sur MB est de 55,4 % et la fertilité PAG de 60,5 %. La fertilité MB s'améliore entre le début (mai : 52,0 %) et la fin de période d'IA (août : 61,0 %).

L'intervalle MB précédente-IA est un facteur majeur. Les taux de mises bas augmentent significativement avec la durée de cet intervalle ($p < 0,0001$; intervalles inférieurs à quatre mois : 39,0 %, entre quatre et six mois : 51,1 %, six à sept mois : 56,0 %, et plus de sept mois : 60,4 %). Les niveaux de perte sont significativement ($p < 0,0001$) plus élevés pour les intervalles courts (15,0 pour les moins de quatre mois vs. 9,1 et 8,5 pour les six et sept mois). La réussite à l'IA l'année précédente est aussi un élément favorable : + 8,1 points pour les brebis ayant mis bas la campagne d'avant sur IA ($p < 0,0001$). La fertilité MB IA est maximale lorsque les brebis ont entre deux et cinq ans (56,5 %), elle est inférieure chez les jeunes (53,8) et les plus de cinq ans (52,8). On retrouve le même type de réponse si on considère le rang de lactation. Les fertilités PAG sont maximales pour les jeunes femelles d'un an (62,6 % vs. 60,9 % pour les deux à quatre ans), ou celles à rang de lactation faible. On observe des niveaux de pertes plus élevés pour ces jeunes : 14,8 points vs. 9,1 pour les deux à quatre ans. Les effets des délais d'intervention (retrait éponge, collecte) ainsi que les traitements de synchronisation, mis en évidence par les analyses univariées n'ont pas été confirmés dans les modèles plurifactoriels (tableau 1).

Pour les béliers utilisés en IA, la fertilité est supérieure lorsque les paramètres de qualité sont satisfaisants : motilité élevée ($> 4,8$ sur l'échelle de 5) et concentration spermatique modérée ou élevée ($> 3,2 \cdot 10^9$ par ml).

Tableau 1 : synthèses des facteurs significatifs (seuils de probabilités) sur les modèles multivariés

	MB sur IA	fertilité PAG	Pertes
race*région	0,003	0,0001	0,0006
mois d'IA	0,04	0,0009	
motilité semence	0,04		
âge des brebis	0,003		<,0001
lait dernier contrôle	0,02		
Intervalle MB N ₋₁ - IA	0,04	<,0001	
MB N ₋₁ (IA ou pas)	0,02	<,0001	0,015
MB N ₋₁ (OI ou pas)		0,001	
Traitements de synchronisation (N)	0,003		

2.2. DESCRIPTION DES PRATIQUES

Les productions laitières moyennes des lots, calculées à partir des données de contrôle laitier avec des protocoles différents d'un pays à l'autre, s'élèvent à 180 litres / brebis en FR, 169 en CAE et 160 en NA. Les troupeaux sont généralement en traite au moment de l'IA (22 % des lots taris avant ou le jour de l'IA), avec en moyenne 67 % des femelles en traite au moment de l'IA. En moyenne, le tarissement se situe vingt deux jours après l'IA. Au plan sanitaire, les pathologies les plus fréquentes sont les mammites (83 % des élevages concernés), les avortements (74 %, dont 54 % à des niveaux notables) et les boiteries (71 %). Les autres pathologies (respiratoires, listérioses, toxémies de gestation) se situent à des niveaux nettement inférieurs. Les introductions d'animaux dans les élevages par achat sont fréquentes, concernant 42 % des troupeaux, (des mâles reproducteurs pour 33 % des élevages).

En matière de traitements, le nombre moyen annuel de vaccins se situe à 1,6 sur les adultes (de 0 à 4), et à 1,8 sur les agnelles (0 à 7). Les principaux vaccins concernent l'entérotaxémie (quasi-systématique), la chlamydie et la salmonellose, et plus ponctuellement la toxoplasmose, la fièvre Q et la *border disease*. Le nombre moyen de traitements antiparasitaires sur adultes s'élève à 2,75, surtout pendant la période de non traite, en particulier en Espagne (avec des contraintes plus fortes d'AMM pour brebis en lactation). 15 % des éleveurs ont effectué un traitement durant le même mois que la lutte sur IA.

Concernant les chantiers d'IA, les modes de contention utilisés sont principalement l'attache au tapis d'alimentation (60 %), et en salle de traite (39 %). En grande majorité, l'IA s'est déroulée dans une ambiance qualifiée de calme (sauf pour cinq lots sur cinquante sept). Le température moyenne du jour de l'IA (sur l'exploitation ou au CIA) varie de 12,5°C à 34°C (22 °C en moyenne).

Au niveau de l'alimentation des troupeaux, on relève une grande disparité des pratiques. Les niveaux d'apports journaliers de matière sèche (MS) sont stables avant et pendant l'IA (au total 1,6 kg MS / j avec l'estimation de la pâture dont 0,75 kg MS / j en bergerie), et diminuent plus ou moins vite après l'IA pour atteindre 1,26 kg MS dont 0,28 kg MS en bergerie un mois après l'IA. Durant la période de lutte, 89 % des éleveurs utilisent des concentrés (céréales ou aliments de mélanges), 19 % des bouchons (luzerne ou pulpes betterave) et 19 % la luzerne (foin ou bouchons).

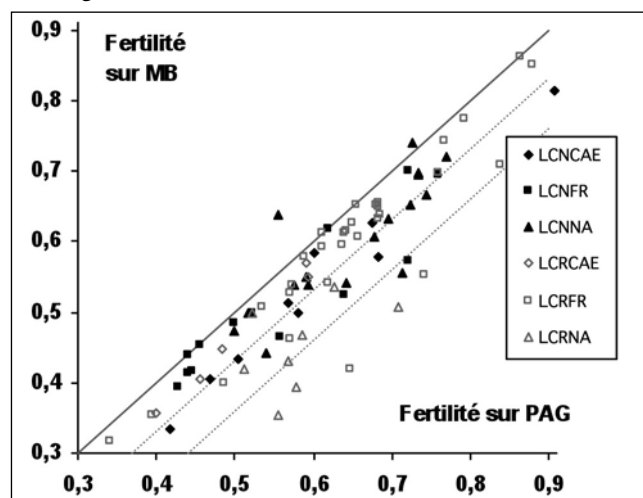
Le niveau des concentrés, voisin de 360 g / j au moment de l'IA diminue à 120 g / j un mois après l'IA. 65 % des troupeaux ne transhument pas et seulement 15 % transhument plus de 2,5 mois. Au-delà des écarts liés aux stades physiologiques et aux niveaux de lactation ou aux races, les conduites d'élevage entre les bassins français (FR) et espagnol (NA+CAE) se différencient par les niveaux d'apports en bergerie (0,97 kg

MS / j en FR vs. 0,5 kg MS / j en NA+CAE au moment de l'IA), alors que les apports de concentrés restent comparables (280 g / j vs. 350 g / j). Ainsi la contribution estimée de l'apport au pâturage est donc très différente (42 % en France contre 74 % en NA+CAE).

2.3. FERTILITE SUR PAG ET SUR MISES BAS

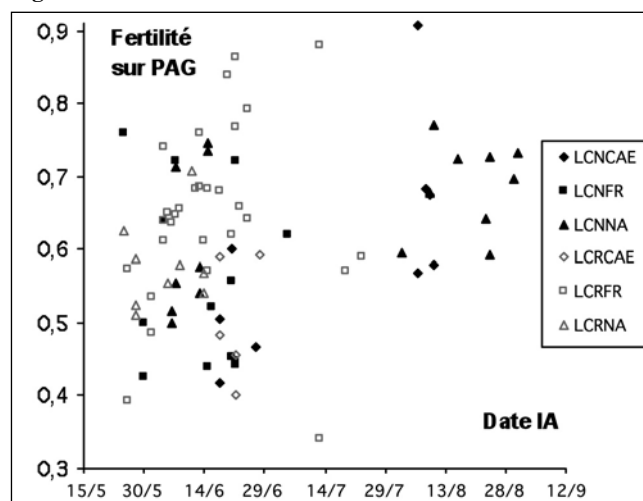
Les fertilités et pertes sont évaluées sur quatre-vingt trois lots, soit 7539 brebis. Le taux de gestation moyen mesuré à vingt huit jours (tableau 1) se situe à 61,3 %, et seulement 55,2 % à la MB, soit un niveau moyen de perte de 6,2 %. Le taux de mises bas sur IA est cohérent avec les résultats généralement observés sur la zone. Globalement, les niveaux de pertes sont plus élevés en LCR qu'en LCN, en particulier en LCR NA. Le niveau de pertes apparaît assez indépendant du taux de gestation mesuré par la PAG (figure 1).

Figure 1 : fertilité PAG et taux de MB IA de chaque lot par race*région



66,2 % des lots présentent des pertes inférieures à sept points, 24,1 % de sept à quatorze points et 9,6 % plus de quatorze points. Ces huit lots à pertes élevées sont principalement des lots en LCR, au sein desquels des épisodes pathologiques (avortements ou autres) ont généralement été observés par les éleveurs.

Figure 2 : fertilité PAG en fonction de la date d'IA



2.4. EFFETS DES PRATIQUES D'ELEVAGE

Les taux de fertilité sur PAG et sur MB sont plus élevés en race LCR en FR (tableau 2), et supérieurs en race LCN en NA et CAE ($p < 0,05$). Les époques d'IA sont comparables en LCR d'une zone à l'autre, mais différent en LCN, elles

sont bien plus tardives pour les lots LCN NA et CAE (58 % des lots LCN en août vs. aucun en LCN FR, figure 2). Les résultats des IA précoces (fin mai début juin) sont plus variables et globalement inférieurs.

Les meilleurs résultats de fertilité PAG sont observés lorsque les quantités de concentrés distribués au moment de l'IA sont modérées (0,1 à 0,5 kg / j), et les pertes sont les plus faibles pour les lots recevant des apports de concentrés modérés 15 j après l'IA ($p < 0,1$). Pour les fourrages distribués, il n'y a pas d'effet notable sur la fertilité, mais les pertes tendent à être plus faibles quand les quantités apportées au moment de l'IA ou quinze jours après sont supérieures à 500 g ($p < 0,15$ NS). Les effets du niveau de MS totale ingérée et la part de pâturage aux différentes périodes n'ont pas d'effet significatif, bien que l'on observe une corrélation positive ($p < 0,1$) entre les apports totaux d'énergie quinze jours avant et au moment de l'IA ($p < 0,1$). La consommation de luzerne (bouchons, foin) n'a pas eu d'effet significatif. Mais de meilleurs résultats sont observés lorsque les éleveurs utilisent des bouchons (luzerne ou pulpes betterave) ($p < 0,05$ pour les pertes et le taux de MB IA). Les variations des niveaux d'apport de MS ou d'énergie entre le jour de l'IA et quinze ou trente jours après l'IA (> -10 % vs. < -10 %) n'ont pas mis en évidence de problèmes liés à la réduction des apports après l'IA.

La fertilité sur PAG n'est pas affectée par de durée de transhumance (NS), mais les pertes sont plus faibles pour les troupeaux sédentaires.

Lors des chantiers d'IA, il n'y a pas de différence selon que les brebis sont inséminées en salle de traite ou à l'attache en bergerie. La corrélation entre les températures du jour de l'IA et les fertilités est positive ($p < 0,1$), et ne fait pas apparaître d'effet dépressif des températures les plus élevées : cinq des sept lots avec une température supérieure à 28° ont de très bons résultats.

Les données de l'enquête sanitaire n'ont pas permis de mettre en évidence de relation entre la fertilité ou les niveaux de perte et les conduites sanitaires (fréquence de vaccins sur adultes et jeunes et de traitements antiparasitaires, achats d'animaux) ou les événements pathologiques antérieurs (avortements, listérioses, ...) On relève seulement de bons résultats lorsqu'un traitement a été effectué durant le même mois que l'IA ($p < 0,05$).

3. DISCUSSION

Les résultats de fertilité sur IA observés sur ces lots sont représentatifs et cohérents avec les résultats habituellement enregistrés par ces CIA (CDEO, 2008). Les périodes d'IA sont relativement différenciées, en particulier pour la LCN, en lien avec des systèmes d'élevage contrastés, ce qui rend les comparaisons difficiles. Lorsqu'on analyse les facteurs individuels, on retrouve, pour la fertilité sur MB les facteurs habituellement décrits dans les travaux consacrés à la fertilité des brebis laitières (David I., 2008 a et b), mais on constate que les jeunes brebis sont plus sensibles aux interruptions de gestation : la fertilité PAG et surtout le niveau de pertes sont plus élevés chez les jeunes. On fait le même constat pour l'effet de l'intervalle MB précédente IA, avec des pertes

élevées lorsque l'intervalle est court. Ces deux effets sont partiellement liés, compte tenu du décalage des mises bas pour la génération des femelles mettant bas à un an.

Pour les conduites alimentaires, il a été difficile de mettre en évidence des éléments probants, et on constate que de bons résultats sont possibles pour des pratiques diversifiées. Le risque sanitaire est bien présent, avec certains élevages dont le niveau de pertes est supérieur à quatorze points, et plurifactoriel (diversité des vaccins et des pathologies rencontrées), mais il reste à un niveau modéré.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats d'analyses univariées présentés dans ce travail ont permis de conforter certains effets connus, en particulier pour les facteurs individuels, mais aussi d'apporter des éléments nouveaux (niveaux de pertes entre le diagnostic à vingt huit jours et la MB, notamment chez les jeunes femelles) et de décrire les pratiques et les facteurs de risque dans le cadre d'un travail multirégional avec des systèmes d'élevage diversifiés. En outre, ces résultats permettront de renouveler et d'affiner les capacités de conseil et d'analyse des résultats de reproduction avec les techniciens et éleveurs (choix des brebis à inséminer, gestion sanitaire des troupeaux, rationnement). Le diagnostic de gestation par dosage de la PAG présente un réel intérêt notamment dans les élevages ayant des problèmes de fertilité à l'IA. Les conduites alimentaires n'ont été que partiellement traitées (des données d'état corporel sont disponibles). Ce travail est actuellement poursuivi par des analyses multivariées, à l'échelle des brebis et des lots d'IA. Une deuxième année d'enquête est en cours dans une partie des troupeaux à fertilité faible ou élevée.

Les auteurs remercient l'ensemble des éleveurs qui ont participé à ce travail, ainsi que les équipes techniques des CIA, en particulier les vétérinaires (Vial Novella C., Isasa H.) Cette étude a bénéficié d'un financement du Conseil régional d'Aquitaine, des gouvernements de Navarre et de la CAE, des fonds régionaux de coopération transfrontaliers, et d'une aide de la société Intervet.

CDEO, 2008. Compte rendu d'activité 06/07, 34p.

David I., 2008. Analyse génétique et modélisation de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle en ovin, Thèse AgroParisTech. 199p

David I. et al., 2008. Facteurs de variation génétiques et environnementaux de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle en ovin. Renc. Rech. Rum., 15

El Amiri B., Karen A., Sulon J., Melo de Sousa N., Alvarez-Oxley AV., Cognié Y., Szenci O. and Beckers J.F., 2007. Measurement of Ovine Pregnancy-Associated Glycoprotein (PAG) During Early Pregnancy in Lacaune Sheep. Reprod Dom Anim, 2007, 42: 257-262

Fréret S., Ponsart C., Rai D.B., Jeanguyot N., Paccard P., Humblot P., 2006. Facteurs de variation de la fertilité en première insémination et des taux de mortalité embryonnaire en élevages laitiers Prim'Holstein. Renc. Rech. Rum., 13, 281-284.

Perret G., Lagriffoul G., 2007. Compte rendu annuel de l'insémination artificielle ovine 2006, Institut de l'élevage, 31p

SAS Institute, 2000. In SAS/STAT Software: User's Guide, release 8.0. Cary, NC: SAS Institute

Tableau 2 : fertilité par lot, race*région : () nombre de lots ; moyennes, écart type

	Total (83)	LCN CAE (9)	LCN Fr (13)	LCN Na (17)	LCR CAE (5)	LCR Fr (30)	LCR Na (9)
Fertilité PAG	61,32 ± 11,72	60,02 ± 14,48	55,78 ± 12,14	64,23 ± 9,00	50,47 ± 8,54	64,94 ± 12,05	57,76 ± 6,0
Fertilité MB	55,16 ± 12,53	53,13 ± 14,10	51,32 ± 10,32	59,92 ± 8,94	46,49 ± 9,18	59,87 ± 12,80	42,86 ± 8,83
Ecart PAG-MB	6,16 ± 5,9	6,89 ± 2,59	4,46 ± 4,78	5,00 ± 5,15	3,98 ± 1,15	5,08 ± 5,19	14,91 ± 7,90