

# LA FERTILITE DES AGNELLES DES RACES OVINES LAITIÈRES DES PYRÉNÉES A L'INSEMINATION ARTIFICIELLE : ANALYSE DESCRIPTIVE 2009-2018

THESE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul- Sabatier de Toulouse*

*par*

**KELLENS Adrien**

Né le 27/10/1992 à AVRANCHES (50)

**Directeur de thèse : M. Fabien CORBIÈRE**

JURY

PRESIDENT :

**M. Roger LÉANDRI**

Professeur à l'Université Paul Sabatier

ASSESEURS :

**M. Fabien CORBIÈRE**

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**M. Xavier NOUVEL**

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation  
**ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

**Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire**

**Directeur : Professeur Pierre SANS**

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

**PROFESSEURS 1<sup>ère</sup> CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

**PROFESSEURS 2<sup>ème</sup> CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et économie de la santé animale*

## MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

## MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
- Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
- Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
- Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

## INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

Mise à jour le 01/10/2021

## **REMERCIEMENTS**

---

**Au Président de jury,**

**À Monsieur le Professeur Roger LÉANDRI**

Professeur des Universités

*Praticien Hospitalier, CHU de Toulouse, Hôpital Paule de Viguier Service Médecine de la reproduction*

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de mes hommages respectueux.

**Au jury de thèse,**

**À Monsieur le Professeur Fabien CORBIÈRE**

Professeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

*Pathologie des Ruminants*

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la direction de ma thèse. Pour son soutien, sa disponibilité, son aide précieuse surtout pour le codage informatique et de sa patience tout au long de ce travail.

Qu'il trouve ici mon plus profond respect et mes plus sincères remerciements.

**À Monsieur le Docteur Laurent-Xavier NOUVEL**

Maître de conférences de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

*Pathologie de la Reproduction*

Qui m'a fait l'honneur de participer à ce jury de thèse et avec qui ce sujet a démarré au cours du stage de deuxième année.

Qu'il trouve ici mes sincères remerciements.

**Aux personnes impliquées dans la réalisation de ce travail,**

À toute l'équipe du centre d'élevage ovin d'Ordiarp, et notamment au Docteur Corinne VIAL-NOVELLA et à Francis FIDELLE pour l'accueil, l'aide, la transmission des données et les discussions dans la réalisation de ce travail. Merci pour tout.

A Jean-Michel ASTRUC, membre d'IDELE, pour la transmission des données du contrôle laitier et des discussions dans la réalisation de ce travail. Merci pour tout.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS .....	5
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	9
Liste des figures.....	9
Liste des tableaux .....	10
Table des abréviations .....	11
Introduction .....	12
1. Matériel et méthodes .....	19
1.1. Contexte.....	19
1.2. Analyse des données.....	19
1.2.1. Obtention des données.....	19
1.2.2. Construction des fichiers d'étude .....	20
1.3. Analyse statistique.....	25
1.4. Analyse des facteurs de risques .....	27
2. RESULTATS .....	29
2.1. Description des fichiers .....	29
2.1.1. Description du fichier A .....	29
2.1.2. Description du fichier éponges .....	31
2.1.3. Description du fichier « analyse des facteurs de risque ».....	33
2.2. Evolution des pratiques d'élevage.....	35
2.2.1. Evolution des modes de reproduction .....	35
2.2.2. Evolution du taux de mise-bas .....	36
2.2.3. Evolution de la date calendaire d'IA .....	38
2.2.4. Evolution de la date de la saillie fécondante .....	40
2.2.5. Evolution de l'âge des agnelles à l'IA.....	42
2.2.6. Evolution de l'âge des agnelles à la saillie fécondante.....	44
2.2.7. Comparaison de l'âge à l'IA, de la date d'IA et de la date de naissance des agnelles ..	46
2.2.8. Comparaison de l'âge à la saillie fécondante, de la date de la saillie fécondante et de la date de naissance des agnelles.....	48
2.2.9. Comparaison de l'âge à l'IA et l'âge à la saillie fécondante .....	50
2.2.10. Evolution de la vente des éponges de monte naturelle par le CDEO .....	52
2.2.11. Evolution de la semaine calendaire de la saillie fécondante dans les élevages pratiquant la synchronisation.....	53
2.3. Analyse des facteurs de risques potentiels de réussite à l'IA chez les agnelles de race MTR.	54

2.3.1.	Influence de la campagne (année) .....	54
2.3.2.	Influence de l'inséminateur .....	55
2.3.3.	Effet du délai entre le retrait des éponges et l'IA .....	57
2.3.4.	Effet de l'âge à l'insémination .....	58
2.3.5.	Effet de la semaine calendaire d'insémination .....	60
3.	discussion .....	61
3.1.	Matériel et méthodes .....	61
3.1.1.	Enregistrement et manipulation des données .....	61
3.2.	Résultats .....	63
3.2.1.	Les pratiques d'élevages.....	63
3.2.2.	Principaux facteurs de risque de réussite à l'insémination artificielle chez les agnelles de race Manech Tête Rousse .....	66
	conclusion.....	69
	bibliographie.....	70

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : CONSTRUCTION DU FICHIER A.....	22
FIGURE 2 : CONSTRUCTION FICHIER EPONGES.....	22
FIGURE 3 : CONSTRUCTION FICHIER "FACTEURS DE RISQUE".....	24
FIGURE 4 : EFFECTIFS D'AGNELLES MISES A L'IA SELON LEURS AGES (MOIS).....	34
FIGURE 5 : EFFECTIFS D'AGNELLES MISES A L'IA SELON LA SEMAINE CALENDRAIRE.....	34
FIGURE 6 : AGES DES AGNELLES A L'IA EN FONCTION DE LA SEMAINE CALENDRAIRE D'IA.....	34
FIGURE 7 : EVOLUTION DE LA PROPORTION DE MISE A LA REPRODUCTION PAR INSEMINATION ARTIFICIELLE (IA) PAR MONTE NATURELLE (MN) EN FONCTION DE LA CAMPAGNE ET DE LA RACE.....	35
FIGURE 8 : EVOLUTION DU TAUX DE FERTILITE SELON LE MODE DE REPRODUCTION (1:IA; 3:RETOUR D'IA; 7: MN; TFGIA : IA+RETOUR) (FIG.8A : BB; FIG. 8B : MTR).....	36
FIGURE 9 : EVOLUTION DE LA DENSITE DE DISTRIBUTION DES DATES D'IA EN FONCTION DE LA RACE (9A : BB; 9B : MTR).....	38
FIGURE 10 : EVOLUTION DE LA DENSITE DE DISTRIBUTION DES DATES DE SAILLIE FECONDANTE EN FONCTION DE LA RACE (FIG.10A : BB ; FIG. 10B : MTR).....	40
FIGURE 11 : EVOLUTION DE LA DENSITE DE DISTRIBUTION DES AGES A L'IA EN FONCTION DE LA RACE (FIG. 11A : BB ; FIG. 11B : MTR). LA LIGNE EN POINTILLEE CORRESPOND A LA MOYENNE DE L'ENSEMBLE DES CAMPAGNES.....	42
FIGURE 12 : EVOLUTION DE LA DENSITE D'AGNELLES SELON L'AGE A LA SAILLIE FECONDANTE ET LA RACE (FIG. 12A : BB ; FIG. 12B : MTR). LA LIGNE EN POINTILLEE CORRESPOND A LA MOYENNE DE L'ENSEMBLE DES CAMPAGNES.....	44
FIGURE 13 : ECART (EN JOURS) DE 3 PARAMETRES (AGE MOYEN A L'IA, DATE MOYENNE D'IA ET DATE MOYENNE DE NAISSANCE) DE LA CAMPAGNE N PAR RAPPORT A LA CAMPAGNE 2009, EN FONCTION DE LA RACE (FIG.13A : BB ; FIG. 13B : MTR).....	47
FIGURE 14 : ECART (EN JOURS) DE 3 PARAMETRES (AGE A LA SAILLIE FECONDANTE, DATE DE LA SF ET DATE DE NAISSANCE) DE LA CAMPAGNE N PAR RAPPORT A LA CAMPAGNE 2009, EN FONCTION DE LA RACE (FIG.14A : BB ; FIG. 14B : MTR).....	48
FIGURE 15 : EVOLUTION DE L'AGE MOYEN A L'IA ET LA MN EN FONCTION DES CAMPAGNES ET DE LA RACE (FIG.15A : BB ; FIG. 15B : MTR).....	50
FIGURE 16 : EVOLUTION DE LA VENTE DES EPONGES D'AGNELLES POUR LA MONTE NATURELLE AU CDEO EN FONCTION DE LA CAMPAGNE ET DE LA RACE.....	52
FIGURE 17 : DENSITE DES AGNELLES EN FONCTION DE LA DATE DE SAILLIE FECONDANTE DANS LES CHEPTELS PRATIQUANT LA MONTE NATURELLE SYNCHRONISEE SELON LES CAMPAGNES, RACE MTR.....	53
FIGURE 18 : POURCENTAGES DE REUSSITE A L'IA AJUSTES (POINTS BLEUS) ET INTERVALLES DE CONFIANCE 95% SELON LES CAMPAGNES, RACE MTR.....	54
FIGURE 19 : POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA (POINTS BLEUS) ET INTERVALLES DE CONFIANCE 95% SELON LES INSEMINATEURS, RACE MTR.....	56
FIGURE 20 : POURCENTAGES DE REUSSITE A L'IA (POINTS BLEUS) ET INTERVALLES DE CONFIANCE 95% DES INSEMINATEURS EN FONCTION DU NOMBRE D'INSEMINATIONS REALISEES.....	56
FIGURE 21 : POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA (POINTS BLEUS) ET INTERVALLES DE CONFIANCE A 95% SELON LA DUREE ENTRE LE RETRAIT DES EPONGES ET L'IA (4 : 48+4 = 52H ; 7,5 : 48+7,5 = 55,5H), RACE MTR.....	57
FIGURE 22 : POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA (POINTS NOIRS) AVEC LEURS INTERVALLES DE CONFIANCE 95% SELON LES CLASSES D'AGE A L'IA (TABLEAU 5), ET COURBE (BLEUE) AVEC LES INTERVALLES DE CONFIANCE 95% SELON LES AGES A L'IA, RACE MTR.....	59
FIGURE 23: POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA (POINTS BLEU) ET INTERVALLES DE CONFIANCE 95% SELON LES SEMAINES CALENDRAIRES D'IA, RACE MTR.....	60

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DESCRIPTION DU FICHIER "A" .....	30
TABLEAU 2 : DESCRIPTION DU FICHIER "EPONGES" .....	32
TABLEAU 3: POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA ET ODD'S RATIO AJUSTES POUR LES DIFFERENTES CAMPAGNES, PAR RAPPORT A LA CAMPAGNE DE REFERENCE (2011) .....	55
TABLEAU 4 : POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA ET ODD'S RATIO AJUSTES POUR LES DIFFERENTS DELAIS ENTRE LE RETRAIT DES EPONGES ET L'IA, PAR RAPPORT AU DELAI DE REFERENCE (5-5,25 = 53-53,25H) .....	57
TABLEAU 5: POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA ET ODD'S RATIO AJUSTES SELON L'AGE A L'IA, PAR RAPPORT A LA CLASSE DE REFERENCE (7,75-8,25 MOIS). .....	59
TABLEAU 6 : POURCENTAGES AJUSTES DE REUSSITE A L'IA ET ODD'S RATIO AJUSTES SELON LA SEMAINE CALENDRAIRE D'IA, PAR RAPPORT A LA SEMAINE DE REFERENCE (28) .....	60

## TABLE DES ABREVIATIONS

---

AOC : Appellation d'origine contrôlée

AOP : Appellation d'origine protégée

BB : Basco-béarnaise

CDEO : Centre départemental de l'élevage ovin

CLO : Contrôle laitier officiel

ENVT : école nationale vétérinaire de Toulouse

ETP : Equivalents temps plein

eCG : Gonadotrophine chorionique équine

FGA : Acétate de fluorogestone

GMQ : Gain moyen quotidien

GnRH : Hormone de libération des gonadotrophines hypophysaires

IA : Insémination artificielle

Idele : institut de l'élevage

IGP : Indication géographique protégée

INAO : Institut national de l'origine et de la qualité

LH : Hormone lutéinisante

mL : millilitre

MN : monte naturelle

MTR : Manech tête rousse

MTN : Manech tête noire

PMSG : Pregnant mare serum gondaotropin

ROLP : Races ovines laitières des Pyrénées

SIEOL : Système d'information en élevage ovin lait

TFGIA : Taux de fertilité global à l'IA (IA + retour)

## INTRODUCTION

---

La filière ovine laitière des Pyrénées Française est le second bassin de production de lait de brebis sur le territoire national, derrière le bassin de production de Roquefort. Le cheptel ovine lait des Pyrénées comptabilisait, en 2018, environ 430 000 brebis laitières pour une production laitière annuelle de 74,6 millions de litres de lait (Agreste 2019). Selon le dernier rapport de l'IDELE, ce cheptel est composé des trois races locales, les races ovines laitières des Pyrénées (ROLP), la Manech tête rousse (MTR), la Basco-Béarnaise (BB) et la Manech tête noire (MTN) qui ont un effectif respectif de 280 000, 80 000 et 74 000 brebis (Frappeau 2020). Une race exogène, la Lacaune, y est présente mais est exclue des filières de qualité (AOP Ossau-Iraty et IGP agneaux de lait des Pyrénées) contrairement aux races locales. L'AOP Ossau-Iraty est un fromage au lait de brebis emblématique de la région Basco-béarnaise, d'abord reconnu comme AOC en 1980 puis en tant qu'AOP en 1996. Selon les données de 2017 de l'INAO, près de 30 millions de litres de lait ont été utilisés à la fabrication de ce fromage, ce qui représente près de 4300 tonnes d'Ossau-Iraty (INAO 2021). Selon le cahier des charges de l'AOP Ossau-Iraty, et sans être exhaustif, le lait doit provenir des 3 races locales et la production du lait, la fabrication et l'affinage sont effectués dans l'aire géographique dédiée. Pour la deuxième filière de qualité, l'IGP-label rouge agneau de lait, la labellisation concerne seulement 20 000 agneaux par an. Comme pour l'Ossau-Iraty, le cahier des charges implique les agneaux des 3 races locales et une aire géographique délimitée. La filière ovine laitière des Pyrénées assure un maintien du territoire et du paysage. En effet, par son cahier des charges, les moyennes et hautes montagnes aux terrains inappropriés aux grandes cultures s'en trouvent valorisées par le pâturage. De plus, le rôle économique de l'élevage est non négligeable, correspondant à 3400 équivalents temps plein (ETP) directs et environ 1500 ETP indirects (Agreste 2019). Cette filière profite également au tourisme local par son impact sur la valorisation et l'entretien emblématique du territoire mais également au tourisme gastronomique.

Pour maintenir cette filière, la reproduction au sein des cheptels doit être efficace pour la production des agneaux et la production de lait. La puberté est la première étape permettant de conduire à cette activité reproductrice et se définit pour les femelles comme l'âge où l'animal acquiert la compétence à exprimer des chaleurs et à produire des ovules fécondants suivis d'un corps jaune fonctionnel. Les signes spécifiques de l'œstrus, les chaleurs, sont l'acceptation du chevauchement, une excitation, la recherche du bélier, la congestion de la

vulve et la présence de sécrétions filantes au niveau de la vulve. Cependant, il a été démontré que la plupart des agnelles ont soit des ovulations silencieuses, c'est-à-dire une ovulation sans extériorisation du comportement œstral, soit des chaleurs silencieuses, c'est-à-dire une extériorisation des chaleurs mais sans ovulation dues à un système hormonal immature. En période prépubertaire, l'hypothalamus présente une hypersensibilité à la rétroaction négative exercée par les œstrogènes sécrétés au sein des follicules ovariens qui aboutit à une non-sécrétion ou en très faible quantité de la GnRH hypothalamique. En conditions physiologiques, au moment du passage des jours longs en jours courts, l'hypersensibilité hypothalamique diminue, ce qui permet une augmentation de la sécrétion de GnRH hypothalamique et donc de LH. En plus de l'action dépendante des œstrogènes qui vient d'être décrite, une action indépendante des œstrogènes est également bien connue et fait intervenir la mélatonine. Comme précédemment, la photopériode joue un rôle en donnant un signal à la rétine sur la durée de la nuit qui conduit à une sécrétion de mélatonine et par l'intermédiaire de neurotransmetteurs stimulateurs (dopamine, sérotonine et noradrénaline) stimule la sécrétion de GnRH hypothalamique.

Chez les ovins laitiés, les deux modes de reproduction utilisés sont la monte naturelle (saillie naturelle) et l'insémination artificielle. Selon le compte rendu annuel de l'insémination artificielle ovine (campagne 2018), la pratique de la monte naturelle serait supérieure à la pratique de l'insémination artificielle, respectivement 58% et 42%, en ovin laitier ce qui positionne la France comme le premier pays européen à pratiquer l'insémination artificielle (MAUGAN et al. 2019). En insémination artificielle, dans la grande majorité des cas les béliers sont introduits directement avec les femelles après l'IA pour permettre de faire un « rattrapage » c'est-à-dire de pouvoir féconder les femelles qui n'auraient pas ovulé le jour de l'IA. L'introduction des béliers peut également se faire entre le 14<sup>ème</sup> et le 22<sup>ème</sup> jour post-IA afin de pouvoir féconder les femelles n'ayant pas été gravides avec l'IA (« retours d'IA »). Cette dernière pratique permet d'assurer la connaissance de la paternité, sur la base du décalage de la date de la mise-bas pour les femelles gravides sur le cycle postérieur à l'IA. En France, 99% des inséminations artificielles sont pratiquées en semence fraîche sur un œstrus induit avec un dépôt de la semence à l'entrée du col et 1% en semence congelée avec un dépôt de la semence en intra-utérin par laparoscopie (Fatet et al. 2008).

La monte naturelle se pratique avec ou sans synchronisation des chaleurs (œstrus induit). En l'absence de synchronisation, la reproduction a lieu pendant la saison sexuelle des ovins, en jours courts et sur œstrus naturel. La synchronisation des chaleurs, permet une mise

à la reproduction en contre-saison, c'est-à-dire en dehors de la période sexuelle naturelle. L'induction de l'œstrus est réalisée par des méthodes zootechniques (traitement photopériodique et effet bélier) ou des traitements médicamenteux (hormones ou analogues). L'induction médicamenteuse n'est pas autorisée en Agriculture Biologique (règlements 2007/834/CE et 2008/889/CE).

L'âge moyen à la puberté est de 6 mois mais avec des variations allant de 4 à 15 mois selon plusieurs facteurs de variations. L'impact de la photopériode et plus précisément le passage des jours longs en jours courts stimule la puberté (Yeates 1949 ; Robinson, Karsch 1988) en modifiant le profil hormonal de LH même sur des brebis ovariectomisées (Robinson et al. 1985). La saison de naissance a donc un impact sur l'âge à la puberté. En effet, les agnelles de « printemps » ont un âge de 7-8 mois en arrivant en jours courts. Alors que les agnelles « d'automne » ont un âge de 7-8 mois pendant les jours longs et un âge à la puberté de 11 à 12 mois en arrivant en jours courts. De nombreuses études évaluant les paramètres de reproduction, montrent un effet majeur de la race sur l'âge à la puberté (chiquette<sup>84</sup>, castonguay<sup>90</sup>, Quirke<sup>78</sup>, Mccan<sup>89</sup>) et que les races prolifiques ont un âge à la puberté plus faible. Depuis Hafez en 1952, qui a démontré qu'il était nécessaire à l'agnelle d'avoir un poids minimum pour avoir ses premières ovulations, il est couramment admis qu'une agnelle devient pubère à 50-70% du poids vif adulte (Castonguay 2018). L'alimentation de l'agnelle prépubère influence nécessairement ce poids et une alimentation favorisant un faible GMQ augmentera l'âge à la puberté (Boulanouar et al. 1995) suite à une faible sécrétion de LH (Day et al. 1986). A l'inverse, un GMQ trop important favorise un âge pubère plus précoce mais a des répercussions négatives sur le taux de fertilité et la survie embryonnaire (Castonguay 2018). Il est par ailleurs rapporté qu'un stress thermique a pour conséquence un retard de l'âge à la puberté suite à une faible prise alimentaire (Castonguay 2018 ; McManus 2020).

L'induction et la synchronisation de la puberté répond à deux objectifs principaux. Le premier objectif est l'optimisation de la reproduction en regroupant et en contrôlant les accouplements, ce qui améliore à la fois le schéma de sélection génétique, la surveillance des mises-bas groupées et diminue les périodes improductives. Le second objectif est économique en répondant à la demande du consommateur en ayant une offre du lait et de la viande tout au long de l'année en ayant des reproductions en contre-saison.

Deux grandes méthodes d'induction peuvent-être utilisées : la méthode médicamenteuse avec l'utilisation des progestagènes ou de la mélatonine, et la méthode zootechnique avec l'effet bélier et l'utilisation de la photopériode. Le traitement hormonal classiquement utilisé en France, depuis les années 70, se fait par la pose d'une éponge vaginale en mousse de polyuréthane imprégnée d'un progestagène de synthèse, la FGA, pendant 14 jours et est suivie d'une injection d'eCG, connue aussi sous le nom de PMSG, au moment du retrait des éponges (« dépose ») et l'acte d'insémination artificielle est réalisée 55h heures après le retrait de l'éponge (Schéma 1). La manipulation de la photopériode, depuis les années 1990, permet également d'initier la puberté chez les agnelles mais sa mise en œuvre n'est pas chose aisée. En effet, il convient de contrôler les lumières extérieures, de fournir une intensité de lumière adéquate (>50 lux pour le jour et <2 lux pour la nuit sans présence de « flash » lumineux d'une durée d'une heure pendant la phase d'obscurité), d'alterner une période jours longs (16 heures de lumière dans la journée) et jours courts (8 heures de lumière dans la journée). L'effet bélier consiste à introduire un bélier en début de saison sexuelle afin de débloquent l'activité sexuelle et permet d'avancer l'âge à la puberté et de synchroniser les agnelles (Abecia et al. 2016).

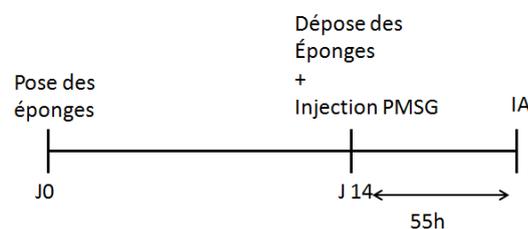


Schéma 1 : Protocole hormonal de synchronisation des ovins

L'insémination artificielle (IA) est une technique qui s'est réellement répandue en France à partir des années 70 en même temps que l'arrivée des progestagènes. Les objectifs principaux de l'IA sont de regrouper les mises-bas, d'améliorer la génétique des troupeaux en facilitant le schéma de sélection génétique (Barillet et al. 2016), de pratiquer davantage la reproduction en contre-saison pour des raisons économiques mais également d'améliorer la sécurité sanitaire comme cela a été le cas pour l'introduction de la résistance génétique à la tremblante ovine classique dans les schémas de sélection (Barillet et al. 2004) ou bien encore la résistance aux infestations parasitaires liées à *Haemonchus contortus* (Sallé et al. 2012). L'IA peut se faire par deux techniques, soit l'IA exocervicale qui est la plus utilisée, soit l'IA intra-utérine par laparoscopie. Pour les deux techniques, une préparation des femelles

(induction et synchronisation des chaleurs) et des mâles (récolte et confection des paillettes) est nécessaire. Pour la première technique, la semence la plus utilisée est une semence fraîche liquide qui sera conservée dans un thermos entre la confection de la paillette et la mise en place dans le pistolet d'insémination. A contrario si la semence est congelée, ce qui est rare dans cette technique, il faudra au préalable la décongeler au bain-marie à une température de 37-38°C pendant 15-30 secondes. La contention et la position (arrière-train soulevé) de l'agnelle devront être réalisées par un aide. L'introduction de la paillette se fait le plus délicatement possible et dépose de la semence à l'entrée du col suite à un passage du col impossible en raison de la présence d'anneaux cervicaux dans l'espèce ovine. La réussite à l'IA va dépendre de nombreux facteurs qui sont les facteurs liés aux mâles, ceux liés aux agnelles et ceux liés à l'environnement (Baril et al. 1993).

Les principaux paramètres liés aux mâles sont le volume et la concentration de l'éjaculat, ainsi que la qualité des spermatozoïdes, qui permettent de déterminer le nombre de doses utiles à l'IA pour chaque bélier. Ces doses utiles correspondent aux doses réellement utilisables à l'IA après analyse de la concentration et de la motilité des spermatozoïdes (David et al. 2008). Le volume de l'éjaculat, facilement évaluable à partir du tube gradué de collecte, est d'environ 1 à 1,5ml chez le bélier. La concentration d'un éjaculat est en moyenne de  $2 \text{ à } 10 \cdot 10^9$  spermatozoïdes par ml de semence. L'évaluation de la concentration peut se faire par l'appréciation visuelle, la technique de comptage avec l'hématimètre et la mesure de la densité optique avec un spectrophotomètre, respectivement de la moins précise à la plus précise. La motilité s'évalue sur l'ensemble de la semence - motilité massale - pour avoir une idée générale de la qualité de l'éjaculat, ou au niveau individuel en évaluant le pourcentage de spermatozoïdes motiles. Dans les deux cas, une note de 0 (aucun mouvement) à 5 (motilité massale rapide, déplacements rapides et rectilignes) sera attribuée à l'éjaculat et déterminera s'il sera exclu ou non des doses utiles. Ainsi pour qu'un éjaculat soit retenu, les proportions de spermatozoïdes morts et anormaux ne doivent pas dépasser respectivement 20 à 30% et 15 à 20%. Pour un même bélier, des variations de volume, de concentrations et de qualité sont présentes en fonction de l'année, de la période de récolte, de son âge, des intervalles de temps entre les collectes et du nombre de sauts effectués à chaque collecte.

Le principal facteur lié à l'agnelle et impactant la réussite à l'IA est un facteur anatomique avec la présence des anneaux cervicaux. En effet, ces anneaux forment une barrière physique à la progression des spermatozoïdes à travers le cervix, mais aussi à la progression du cathéter d'insémination. Il a été démontré que plus la profondeur

d'insémination dans le cervix était importante, plus le taux de fertilité augmentait (Eppleston et al. 1994 ; Salamon, Maxwell 2000). L'anatomie du col est très variable selon les individus en fonction de la race, de l'âge, de la parité et du stade physiologique (Kershaw et al. 2005).

Les principaux paramètres liés à l'acte de l'IA sont le lieu de dépôt, la dose et la concentration des paillettes, la durée dépose-insémination, et le savoir-faire de l'inséminateur. Le lieu de dépôt est à rapprocher de ce qui a été décrit dans le paragraphe précédent où plus on se rapproche de la cavité intra-utérine meilleur sera le taux de fertilité (Salamon, Maxwell 2000). Selon le lieu de dépôt, la dose au sein des paillettes varie mais en règle générale plus le site d'insémination est loin de l'utérus, plus le nombre de spermatozoïdes nécessaire est important (Salamon, Maxwell 2000). Pour exemple, en semence fraîche, à opposer à la semence congelée, il est recommandé d'avoir un nombre de  $400.10^6$  spermatozoïdes motiles (0,3 à 0,5 ml) pour une insémination vaginale,  $180.10^6$  spermatozoïdes motiles (0,2ml) pour une insémination cervicale (Evans, Maxwell 1987), contre  $60.10^6$  spermatozoïdes motiles (0,1à 0,5ml) et  $20.10^6$  spermatozoïdes motiles (0,05 à 0,1ml) pour les inséminations intra-utérine trans-cervicale et par laparoscopie (Shipley et al. 2007). La durée entre la dépose et l'insémination est de 55 à 59h pour correspondre au meilleur moment de l'ovulation et avoir un meilleur taux de réussite à l'IA (Salamon, Maxwell 2000 ; Fatet et al. 2008). Le savoir-faire de l'inséminateur est rapporté dans de nombreuses études (Duval et al. 1995 ; David et al. 2008) comme étant significatif sur la réussite à l'IA.

Le premier paramètre à étudier dans les critères de reproduction d'un élevage est la fertilité. Dans le cas des agnelles, elle se définit comme le rapport entre le nombre d'agnelles ayant agnelé et le nombre d'agnelles mises à la reproduction. En plus des critères décrits dans les paragraphes précédents sur la réussite à l'insémination artificielle, d'autres facteurs de variations sont impliqués dans la fertilité. La saison a un impact important, avec une fertilité plus faible pendant la saison normale d'anoestrus (printemps et été) même après synchronisation hormonale, que pendant la saison œstrale (automne et hiver). Ce facteur est d'autant très marqué chez les races saisonnées (Suffolk, Texel, Mouton Vendéen, Arcott Canadian, Oxford, Hampshire). Quelle que soit la race, les jeunes brebis n'ayant jamais été mises à la reproduction (agnelles) ont une saisonnalité très marquée. L'âge est également un critère important, la fertilité des agnelles est souvent plus basse que celle des adultes suite à une part plus importante de mortalité embryonnaire précoce. Le poids est un critère majeur, avec une fertilité améliorée pour des poids à la première saillie plus importants en raison d'une amélioration de la cyclicité. Le moment de la première saillie joue un rôle négatif si

cette saillie est trop précoce avec notamment des résultats dégradés lors de saillies ou d'IA sur les premières chaleurs contrairement à la saillie qui suit la puberté (Beck, Davies 1994). La température extérieure et notamment un stress thermique est défavorable sur le taux de fertilité des ruminants dont les brebis. En effet, il a été montré qu'une exposition à un stress thermique pendant le premier tiers de gestation entraînait une mortalité embryonnaire plus importante et donc une fertilité dégradée suite à une altération du système hormonal et des petits follicules antraux (McManus 2020). D'autres stress tels que le transport, les attaques de chiens ou de prédateurs ainsi que les manipulations en nombre excessifs ou engendrant du stress peuvent réduire la fertilité (Dobson et al. 2012).

Le second paramètre d'importance est la prolificité, qui se définit par le nombre d'agneaux nés (vivants ou morts) sur le nombre d'agnelage. Les deux principaux paramètres de variation sont l'âge et la dose de PMSG. Concernant l'âge, les brebis primipares ont dans la majorité des cas une prolificité plus faible que celle des brebis multipares suite à un taux d'ovulation plus faible et à une perte embryonnaire plus élevée. La PMSG entraîne une superovulation et par conséquent une augmentation de la prolificité (Colas et al. 1973 ; González-Bulnes et al. 2004).

Depuis quelques années, le CDEO constate une diminution de la performance de la reproduction à l'insémination artificielle. En effet, d'après une analyse effectuée par le CDEO sur une période de 30 ans, il a été constaté une baisse de la fertilité dans les 3 ROLP depuis 2007 (2007 : MTR (61%), BB (55%), MTN (55%) ; 2017 : MTR (56.7%), BB (51.1%), MTN (51.7%). Cette analyse porte sur l'ensemble des femelles (agnelles + brebis). De plus, le CDEO constate un détournement de la part des éleveurs pour l'IA sur les agnelles au profit de la monte naturelle sur synchronisation, surtout observé en race MTR, suite à des constats d'échec (diminution des performances à l'insémination).

Dans ce contexte, les deux objectifs principaux de notre étude étaient de décrire la conduite d'élevage et les résultats de reproduction des ROLP sur une période de 10 ans (2009-2018) et d'évaluer les principaux facteurs pouvant dégrader les réussites de reproduction à l'insémination artificielle des agnelles. Dans un premier temps, les objectifs seront détaillés, puis les matériels et méthodes mis en œuvre. Les principaux résultats seront ensuite présentés avant d'être discutés dans une quatrième et dernière partie.

# **1. MATERIEL ET METHODES**

## **1.1. Contexte**

Un projet d'étude s'est réalisé avec la collaboration du centre départemental d'élevage ovin (CDEO) de l'institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) et l'UMR INRAE-ENVT 1225 IHAP. Les principaux objectifs de cette étude étaient d'étudier les performances de reproduction des agnelles des races ovines laitières des Pyrénées de 2009 à 2018 dans les élevages sélectionneurs en ciblant (i) l'évolution de fertilité en fonction des modes de reproduction (ii) les évolutions des périodes de mise à la reproduction (iii) les principaux facteurs de risques pouvant influencer cette réussite. Cette étude est basée sur l'exploitation rétrospective de plusieurs bases de données de reproduction.

## **1.2. Analyse des données**

### **1.2.1. Obtention des données**

Les données utilisées proviennent de la base de données SIEOL, dont certaines informations ont été extraites pour les campagnes laitières 2009 à 2018. Ces informations concernaient notamment :

- Le numéro d'indentification national,
- La race (30 : BB ; 52 : MTN ; 53 : MTR),
- Le cheptel naisseur et d'élevage,
- La date de naissance,
- La campagne laitière,
- Le mode de reproduction (1 : IA, 3 : retour d'IA, 4 : retour de monte naturelle, 7 : monte naturelle),
- La date de mise-bas,
- Les anomalies de reproduction (10 : non gravide, 20 : avortée sans lait, 30 : avortée avec lait, 11 : agnelle non luttée),

Ces informations concernaient l'ensemble des carrières des femelles des élevages en contrôle laitier officiel (élevages sélectionneurs).

Le CDEO a fourni le dossier « éponges » où se trouvaient les informations concernant la vente des éponges réalisées par le centre pour la synchronisation sur monte naturelle des agnelles, avec notamment :

- numéro de naisseur du cheptel
- le numéro de cheptel
- l'année de la vente
- nom du cheptel
- la quantité d'éponges achetées
- le nom du produit acheté
- la campagne

Ce dossier a été utilisé pour le graphique montrant l'évolution de la vente des éponges au cours des campagnes (fig.16), ainsi que la sélection des possibles élevages pratiquant la monte naturelle sur synchronisation des chaleurs.

Enfin les données relatives aux IA ont été fournies dans un troisième fichier par le CDEO et comprenait, pour toutes les femelles (agnelles et adultes) :

- Le numéro d'élevage
- Le numéro d'identification national
- Les différents opérateurs pour la pose des éponges, la dépose des éponges et l'insémination
- La dose de PMSG
- La date et l'heure de dépose des éponges
- La date et l'heure d'IA

Ce troisième dossier a permis de compléter le fichier A pour l'analyse des facteurs de risque.

### **1.2.2. Construction des fichiers d'étude**

La description générale de l'élevage et de la conduite d'élevage a été réalisée à partir du fichier A.

Identification des données relatives aux agnelles : les bases de données de reproduction ne contiennent pas d'information identifiant de manière univoque la première mise à la reproduction des ovins femelles. Le premier travail a donc consisté à identifier, pour chaque

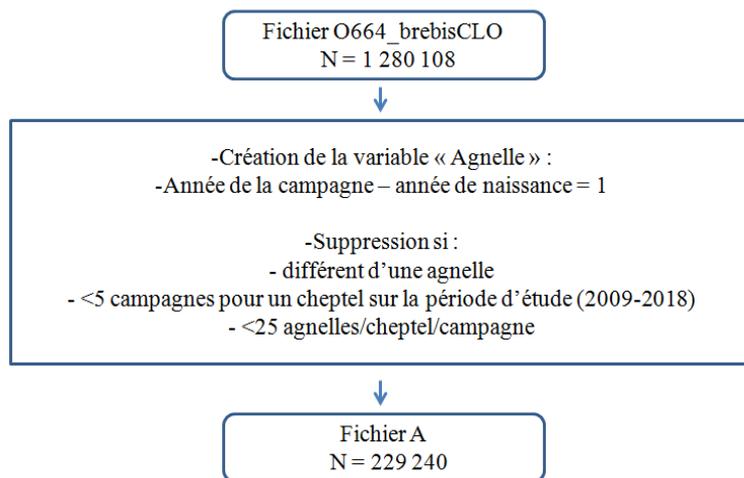
campagne, les femelles mises pour la première fois à la reproduction (agnelles). Compte tenu de la pratique très majoritaire de mise à la reproduction dans la première année de vie pour les races Manech Tête Rousse et Basco-Béarnaise, cette identification s'est faite en calculant la différence entre la campagne de reproduction et la campagne de naissance des brebis. Les agnelles étaient celles pour lesquelles cette différence était égale à 1 (mise à la reproduction durant la campagne suivant celle de la naissance).

Pour la race Manech Tête Noire, la mise à la reproduction a majoritairement lieu au-delà de 1 an d'âge, pour une mise-bas à 2 ans. Cependant, l'absence d'information relative à cette pratique dans les bases de données de reproduction n'a pas permis d'identifier clairement les femelles suivant cette pratique. Il a donc été décidé d'appliquer les mêmes règles de décision que pour les deux autres races, c'est-à-dire de sélectionner les agnelles mises à la reproduction avant 1 an.

Sélection des lots d'agnelles : seuls les lots de mise à la reproduction comprenant au moins 25 agnelles ont été retenus pour l'analyse descriptive.

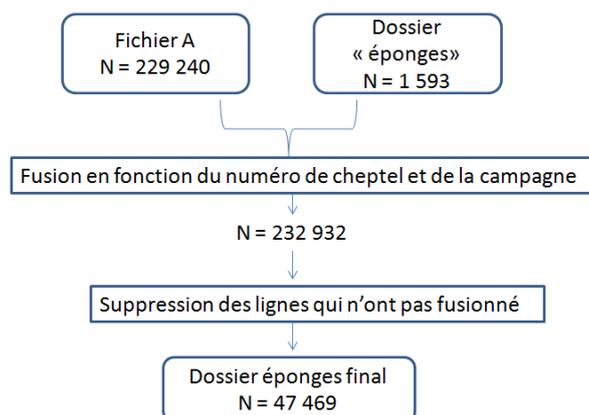
Sélection des élevages : seuls les élevages disposant de données sur au moins 5 campagnes dans la période 2009-2018 ont été retenus, afin de permettre une description longitudinale des évolutions sur la période d'étude.

Le processus de sélection des données est synthétisé par la figure 1, et a conduit, à partir d'une base contenant 1 280 108 lignes (brebis et agnelles), à un fichier d'étude concernant 229 240 agnelles. Les informations exploitées correspondent à 66,1% des élevages et 92,9 % des agnelles identifiées, sur la période 2009-2018.



**Figure 1 : Construction du fichier A**

Le dossier « éponges » ne possède pas la variable « race » et sera donc mergé avec le fichier A pour établir les évolutions de vente selon les races.



**Figure 2 : Construction fichier éponges**

L'étude de l'influence des principaux facteurs de la réussite à l'IA en race Manech Tête Rousse s'est faite en exploitant les informations fournies à la fois par la base de données issue de SIEOL (fichier A) et par les bases de données relatives aux IA. Différentes étapes de construction du fichier ont été nécessaires et sont détaillées dans la figure 3.

Seules les agnelles de race MTR pour lesquelles les dates de naissance et d'IA était connues ont été retenue. Les agnelles inséminées très précocement (< 6 mois, n=120) ou très tardivement (> 1 an, n=122) ont été exclues. Afin d'assurer une estimation robuste de l'effet de la semaine calendaire d'insémination, basée sur des effectifs suffisants, les semaines

antérieures à la semaine 25 (n=2114 agnelles) et postérieures à la semaine 37 (n= 681 agnelles) ont été exclues.

Trois inséminateurs ayant un faible nombre d'insémination (<150) sur l'ensemble la période d'étude ont été exclus.

Enfin, afin d'assurer une estimation robuste et différenciée de l'effet des différents facteurs de risque investigués, plusieurs autres critères d'inclusion ont été considérés :

- Effectif supérieur ou égal à 15 pour les lots intra élevage d'agnelles inséminées par un opérateur, intra-campagne pour une valeur de délai dépose des éponges-IA
- Chaque troupeau devait être représenté par au moins 2 campagnes
- Chaque troupeau devait avoir été inséminé par au moins 2 inséminateurs sur l'ensemble de la période d'étude
- Chaque troupeau devait avoir au moins 2 valeurs différentes de délai dépose des éponges -IA
- Et enfin, chaque inséminateur devait avoir opéré dans au moins 2 lots d'agnelles distincts sur l'ensemble de la période d'étude.

Ces critères d'inclusion et d'exclusion ont conduit à sélectionner 50098 des 71073 agnelles de race MTR inséminées sur la période d'étude (70.48%).

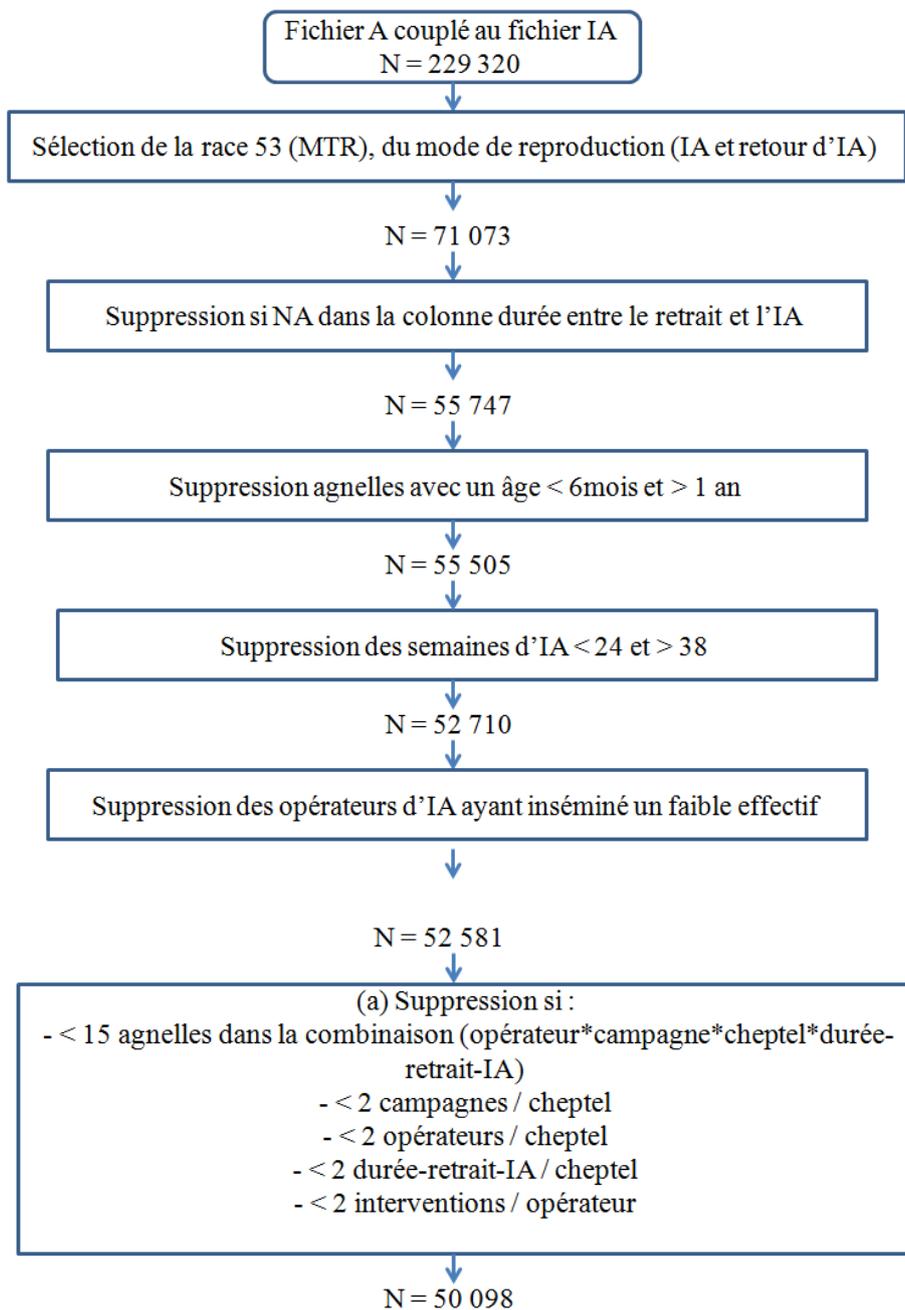


Figure 3 : Construction fichier "facteurs de risque"

### 1.3. Analyse statistique

Les données mises en forme ont été analysées à l'aide du logiciel R (version 3.6.1) et de son environnement R studio (version 1.2.1335).

Pour l'analyse descriptive, différents indicateurs de performances de reproduction ont été calculés :

- calcul du taux de fertilité selon les modes de reproduction :

$$\text{Taux de fertilité en IA} = \frac{\text{Agnelles gravides suite à IA}}{\text{Agnelles gravides suite à IA} + \text{Agnelles en monte naturelle post IA}}$$

$$\text{Taux de fertilité en retour d'IA} = \frac{\text{Agnelles gravides suite à la monte naturelle post IA}}{\text{Agnelles en monte naturelle post IA}}$$

$$\text{Taux de fertilité global à l'IA (TFGIA)} = \frac{\text{Agnelles gravides suite à IA} + \text{agnelles gravides suite à monte naturelle post IA}}{\text{Agnelles gravides suite à IA} + \text{agnelles en monte naturelle post IA}}$$

$$\text{Taux de fertilité en monte naturelle} = \frac{\text{Agnelles gravides suite à la monte naturelle}}{\text{Agnelles gravides n en monte naturelle} + \text{agnelles en retour de monte naturelle}}$$

- construction de la variable « date de la mise à la reproduction (insémination artificielle ou saillie fécondante) »

Les fichiers relatifs aux données d'IA pour les campagnes 2011 à 2018 n'ayant été obtenus que tardivement, les dates d'IA ont été estimées à partir des dates de mise-bas. Les mêmes calculs ont été effectués pour estimer les dates de saillies fécondantes pour les agnelles ayant mis-bas suite à une monte naturelle (agnelles gravides en retour d'IA ou agnelles mise à la reproduction en monte naturelle)

- Date d'IA :
  - Agnelles gravides suite à l'IA
    - 1 - = **date d'agnelage -146j** = date de l'IA fécondante
    - 2 - pour un cheptel, par campagne
      - prendre le quantile 90 : exclusion des mises bas tardives
      - prendre le quantile 10 : exclusion des mises bas précoces
      - si différence quantile 90- quantile 10 > 10 j : on suspecte plusieurs lots et manque de précision, exclusion de ces cheptels
      - attribuer la date médiane à l'ensemble des agnelles mises à l'IA (gravides suite à l'IA et agnelles en retour)
  
- Date de la saillie fécondante en monte naturelle :
  - = **date d'agnelage - 146j** = date de saillie fécondante

- construction de la variable « âge à la mise à la reproduction (insémination artificielle ou saillie fécondante) »

- âge à l'IA :
  - Agnelles gravides suite à l'IA
    - = **âge à l'agnelage -146j** = âge à l'IA fécondante
  - Agnelles en retour d'IA
    - 1 - = âge à l'agnelage – 146j = âge de saillie fécondante de retour
    - 2 - = date de saillie fécondante de retour – date d'IA du lot = jours d'écart
    - 3 - = âge de la saillie fécondante de retour – jours d'écart = âge à l'IA
  
- âge de la monte naturelle :
  - = **âge à l'agnelage - 146j** = âge de saillie fécondante

#### 1.4. Analyse des facteurs de risques

L'influence des facteurs de risques suivants a été investiguée :

- La campagne : Les campagnes 2009 et 2010, pour lesquelles nous ne disposons pas de données ont été exclues. La campagne 2011 a été utilisée arbitrairement comme référence.

- L'inséminateur, avec l'inséminateur ayant réalisé le plus d'inséminations pris arbitrairement comme référence.

- Délai entre le retrait des éponges vaginales et l'IA : Ces délais sont exprimés en heures et correspondent au nombre d'heures après les deux jours du retrait. Ainsi un délai de 4h correspond réellement à 48h + 4h soit 52h post-retrait. Ces délais ont été pris en compte en variable quantitative discrète, soit en variable catégorielle en les regroupant par intervalles d'un quart d'heure, hormis pour la dernière catégorie correspondant à un créneau d'une heure [6,5 ; 7,5]. La durée de référence était [5-5,25] heures, soit une durée de 53h + 15 minutes. Une seule valeur est rapportée pour l'ensemble des agnelles d'un lot d'insémination.

- Age à l'IA : les âges à l'IA, en mois, ont été analysés soit en variable quantitative continue, centrée sur la valeur médiane (8 mois), soit en variable nominale à 5 classes ([6-7], ]7-7.75], ]7.75-8.25], ]8.25-9] et ]9-10]). La catégorie d'âge ]7.75-8.25] a été choisie comme référence, correspondant à la classe médiane.

- La semaine calendaire d'IA : les semaines d'IA s'étalaient de la semaine 25 ( $\approx$  20 juin) à la semaine 37 ( $\approx$  13 septembre). La variable a été traitée en variable catégorielle, avec la semaine médiane prise comme référence (semaine 28), soit comme variable quantitative continue, centrée sur la valeur 28.

- L'élevage : La variable « élevage » a été traitée comme une variable nominale. Dans certains modèles, la variable « lot », caractérisant un lot d'agnelle intra-élevage intra-campagne a été privilégiée.

Différents modèles logistiques ont été ajustés aux données, avec la réussite à l'IA comme variable réponse. Lorsque l'âge à l'IA et la semaine calendaire d'IA ont été traités en variables quantitatives continues, des modèles d'ajustement avec splines ont été utilisés afin d'obtenir des estimateurs non linéaires de leurs effets. Des modèles sans effets aléatoires ont tout d'abord été ajustés, puis des modèles avec effets aléatoires incluant soit la campagne, soit l'élevage, soit le lot d'IA, soit l'inséminateur ont été ajustés selon les objectifs.

Les fonctions glm et glmer (bibliothèque lme4) (Bates et al. 2015) ont été utilisées pour ajuster les modèles logistiques. Des tests de rapport de vraisemblance ont été utilisés pour évaluer la significativité des variables explicatives et des effets aléatoires. La bibliothèque effects (Fox et Weisberg, 2018) a été utilisée pour obtenir les estimateurs marginaux des taux de réussite à l'IA en fonction des différents facteurs de risque évalués, ajustés sur les autres variables des modèles. Dans l'ensemble des analyses, les résultats ont été considérés statistiquement significatifs au seuil de risque alpha 5% ( $p < 0,05$ ).

## **2. RESULTATS**

### **2.1. Description des fichiers**

#### **2.1.1. Description du fichier A**

Pour l'analyse de l'élevage et de la conduite d'élevage (fichier A), le processus de sélection a conduit à retenir 229 240 agnelles dans l'échantillon d'étude (figure 1). L'échantillon d'étude est composé des 3 races ovines laitières des Pyrénées (Manech tête rousse, Manech tête noire et la Basco-béarnaise) sur une période de 10 ans (2009 à 2018).

Concernant la race Manech tête rousse, le nombre médian d'agnelles incluses dans l'étude par campagne était de 16 725 (minimum = 14371, maximum = 17110) ; le nombre médian d'agnelles par cheptel-campagne était de 75 (minimum = 25, maximum = 198) et le nombre médian de cheptels par campagne était de 205 (minimum = 188, maximum = 216).

Concernant la race Basco-béarnaise, le nombre médian d'agnelles incluses dans l'étude par campagne était de 4 736 (minimum = 4 112, maximum = 5418) ; le nombre médian d'agnelles par cheptel-campagne était de 57 (minimum = 25, maximum = 227) et le nombre médian de cheptels par campagne était de 75 (minimum = 69, maximum = 83).

Concernant la race Manech tête noire, le nombre médian d'agnelles par campagne incluses dans l'étude était de 1 949 (minimum = 1 562, maximum = 2 093) ; le nombre médian d'agnelles par cheptel-campagne était de 50 (minimum = 26, maximum = 137) et le nombre médian de cheptels par campagne était de 37 (minimum = 29, maximum = 38).

Les données détaillées par campagne laitière sont fournies au tableau 1.

Suite aux faibles effectifs constatés dans la race Manech tête noire, la décision de les écarter de l'étude a été prise. Ces faibles effectifs sont directement en lien avec le mode de sélection des données qui excluait les agnelles mises à la reproduction après 1 an, pratique peu courante dans cette race.

**Tableau 1 : Description du fichier "A"**

Campagnes	Nombre d'agnelles par campagne			Nombre de cheptels par campagne			Nombre d'agnelles par cheptel Nombre médian (min ; max)		
	MTR	BB	MTN	MTR	BB	MTN	MTR	BB	MTN
2009	14731	4112	1971	188	69	36	72 (29 ; 168)	55 (25 ; 119)	48 (30 ; 124)
2010	14949	4677	1962	196	75	37	71 (26 ; 196)	58 (28 ; 131)	49 (32 ; 133)
2011	15621	4481	2093	200	75	37	73 (25 ; 164)	56 (30 ; 141)	53 (30 ; 137)
2012	16739	4864	2009	210	77	36	76 (32 ; 175)	56 (30 ; 167)	51 (28 ; 99)
2013	16946	5007	1938	214	80	38	77 (26 ; 178)	57 (26 ; 155)	48 (28 ; 96)
2014	16988	5418	1959	216	83	38	75 (28 ; 171)	59 (28 ; 218)	48 (29 ; 98)
2015	17110	4760	1939	212	77	37	75 (29 ; 198)	56 (26 ; 168)	49 (26 ; 97)
2016	16979	4648	1572	209	75	30	77 (27 ; 179)	56 (25 ; 150)	50 (31 ; 87)
2017	16710	4712	1570	202	73	30	78 (28 ; 182)	60 (30 ; 174)	51 (30 ; 85)
2018	16686	4887	1562	201	72	29	77 (31 ; 195)	60 (38 ; 227)	54 (26 ; 85)

### **2.1.2. Description du fichier éponges**

Pour l'analyse du dossier éponges (fichier B), le processus de sélection a conduit à retenir 47 469 agnelles dans l'échantillon d'étude (figure 2). L'échantillon d'étude est composé des 3 races ovines laitières des Pyrénées (Manech tête rousse, Manech tête noire et la Basco-béarnaise) sur une période de 10 ans (2009 à 2018).

Le nombre médian d'éponges achetées au CDEO par campagne était de 3991 (min : 1401, max : 4701) pour les MTR, de 724 (min : 343, max : 1058) pour les BB et de 158 (min : 45, max : 368) pour les MTN.

Le nombre médian d'éponges achetées au CDEO par cheptel était de 81 (min : 31, max : 342) pour les MTR, de 56 (min : 28, max : 194) pour les BB et de 58 (min : 29, max : 98) pour les MTN.

Comme précédemment, la race Manech tête noire a été écartée de l'étude en raison d'effectifs trop faibles.

**Tableau 2 : Description du fichier "éponges"**

Campagnes	Nombre d'éponges (CDEO) par campagne			Nombre de cheptels par campagne			Nombre d'éponges par cheptel Nombre médian (min ; max)		
	MTR	BB	MTN	MTR	BB	MTN	MTR	BB	MTN
2009	2761	526	319	32	9	5	81.5 (31 ; 194)	60 (28 ; 87)	69 (37 ; 98)
2010	3976	1012	368	43	15	6	83 (38 ; 156)	48 (28 ; 194)	61.5 (41 ; 81)
2011	4006	494	193	44	10	4	82.5 (31 ; 188)	48 (35 ; 76)	50.5 (39 ; 53)
2012	4227	343	312	50	7	5	74 (35 ; 1342)	49 (42 ; 56)	60 (47 ; 90)
2013	1401	410	123	16	7	2	81 (37 ; 178)	52 (43 ; 98)	61.5 (57 ; 66)
2014	3909	692	200	43	12	4	83 (31 ; 206)	59 (42 ; 96)	54.5 (29 ; 62)
2015	4380	1058	61	47	17	1	79 (32 ; 214)	57 (37 ; 141)	61 (61 ; 61)
2016	4701	782	121	48	13	2	80 (36 ; 316)	56 (32 ; 95)	60.5 (58 ; 63)
2017	3899	756	45	39	12	1	85 (38 ; 182)	62.5 (38 ; 85)	45 (45 ; 45)
2018	4477	838	69	44	11	1	83 (42 ; 195)	71 (36 ; 118)	69 (69 ; 69)

### 2.1.3. Description du fichier « analyse des facteurs de risque »

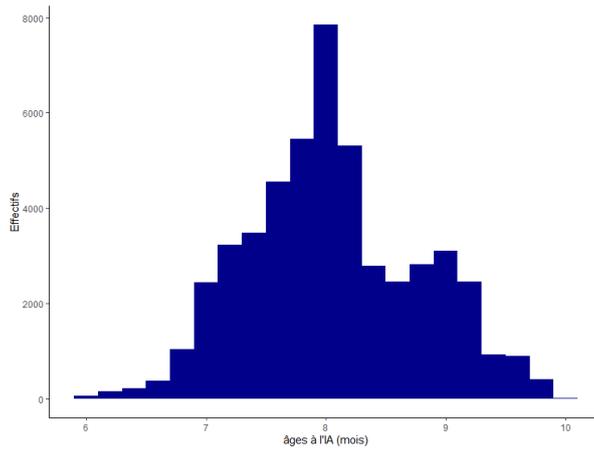
L'analyse des facteurs de risque sur la réussite à l'insémination artificielle a été réalisée uniquement pour la race Manech tête rousse étant donné les faibles effectifs dans les deux autres races (Manech tête noire : 18 575 ; Basco-béarnaise : 47 569 ; Manech tête rousse : 163 176) et portait sur les principaux facteurs d'influence potentiels à notre disposition (la campagne, l'inséminateur, la durée entre le retrait de l'éponge et l'insémination, l'âge à l'IA et la semaine calendaire d'IA).

Le fichier d'analyse était composé de 50 098 agnelles réparties sur les campagnes 2011 à 2018 (minimum : 4839, maximum : 7332) et séparées en deux groupes « réussite à l'IA » ou « échec à l'IA » comptant respectivement 30 779 et 19 319 agnelles. Les inséminateurs étaient au nombre de 41, avec un total médian d'insémination de 1425 (minimum : 152, maximum : 3929). La durée médiane entre le retrait et l'IA était de 53h (minimum : 52h, maximum : 55h) ; l'âge médian de mise à l'IA était de 8 mois (minimum : 6, maximum : 10) et la semaine médiane d'insémination était la semaine 28 (minimum : 25, maximum 35).

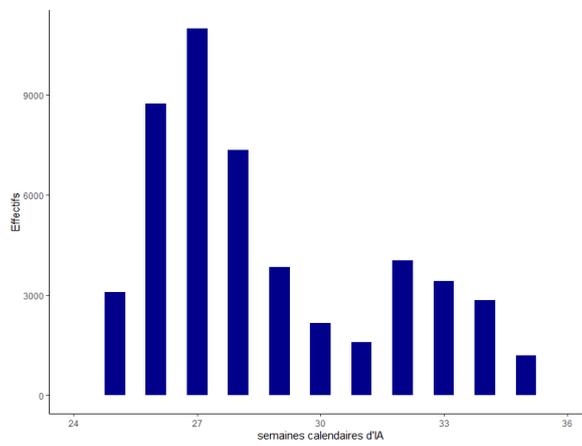
Dans la partie analyse de l'âge à l'IA, un découpage catégoriel a été réalisé pour obtenir 5 classes d'âge avec des effectifs conséquents [6-7], ]7-7,75], ]7,75-8,25], ]8,25-9] et ]9-10] mois avec respectivement 2714, 14 356, 16 451, 10 703 et 5838 agnelles. Nous pouvons observer, sur la figure 4, ces effectifs d'agnelles pour les différents âges de mises à l'IA avec un effectif très important autour de l'âge de 8 mois (16 451 agnelles entre 7,75 et 8,25 mois) représentant 32.8% de l'effectif d'agnelles, et des effectifs plus faibles pour les classes d'âges en périphérie d'où le fait d'avoir augmenté l'intervalle pour avoir un effectif conséquent.

Sur la figure 5, nous pouvons observer les effectifs d'agnelles selon la semaine calendaire de mises à l'IA. Les semaines calendaires vont de la semaine 25 à la semaine 35 où la semaine 27 contient le plus gros effectif d'agnelles (11 473 agnelles, soit 22.9% des agnelles) suivi de la semaine 26 (n = 9104) puis de la semaine 28 (n = 7507), et la semaine 35 contenant l'effectif le plus faible (n = 1271).

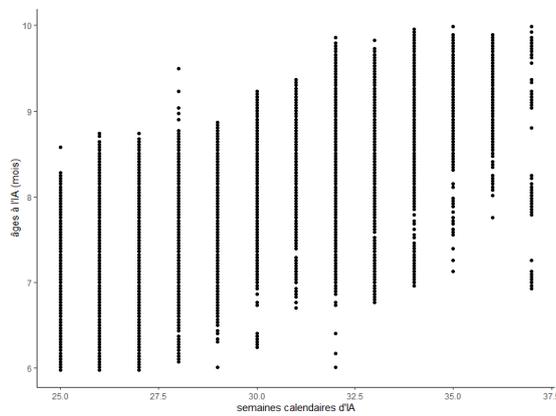
La figure 6 représentant les âges de mises à l'IA en fonction de la semaine calendaire permet de remarquer que les âges des agnelles augmentent avec les semaines calendaires et que certaines classes d'âges ne sont pas présentes dans certaines semaines. En effet, les agnelles de plus de 9 mois ne sont pas présentes dans les semaines 25 à 30 et à contrario les agnelles de moins de 7 mois sont rarement présentes dans les semaines supérieures à la semaine 33.



**Figure 4 : Effectifs d'agnelles mises à l'IA selon leurs âges (mois)**



**Figure 5 : effectifs d'agnelles mises à l'IA selon la semaine calendaire**

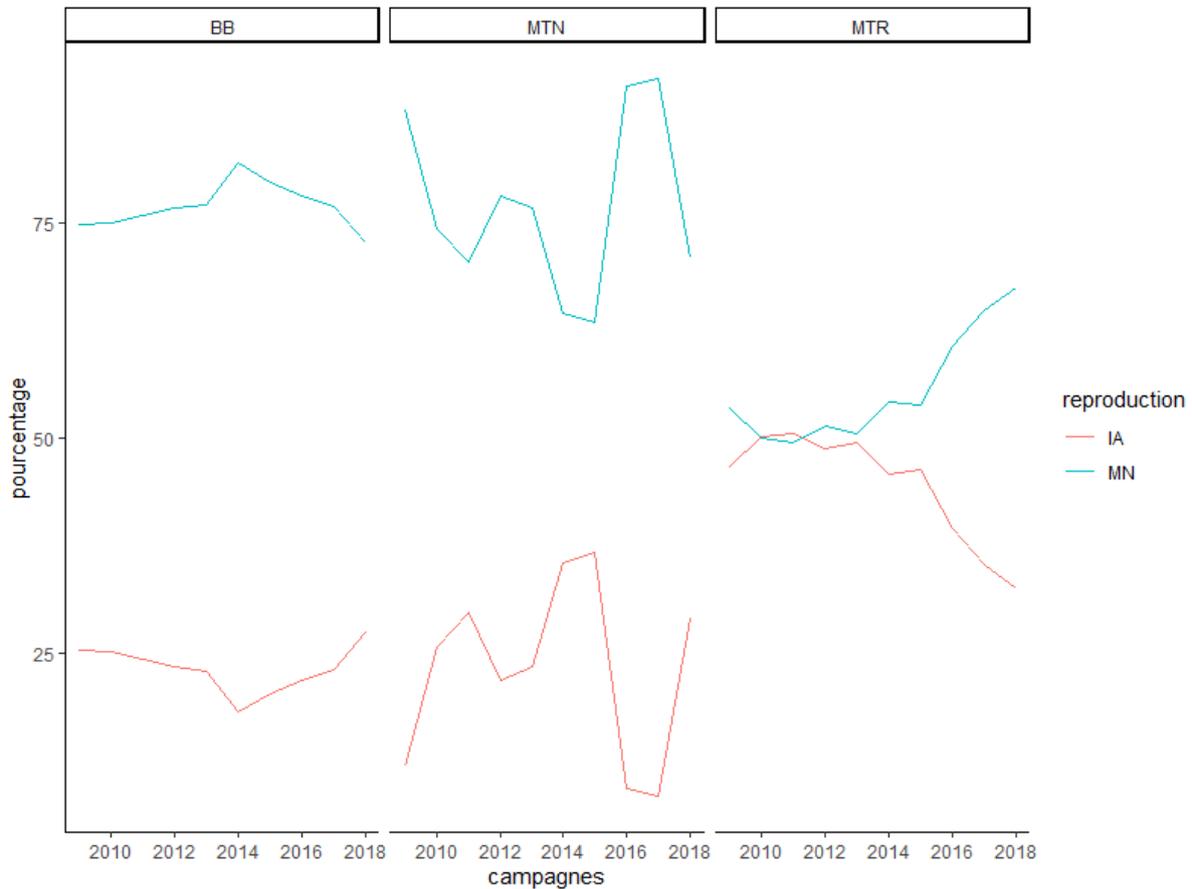


**Figure 6 : âges des agnelles à l'IA en fonction de la semaine calendaire d'IA**

## 2.2. Evolution des pratiques d'élevage

### 2.2.1. Evolution des modes de reproduction

La figure ci-dessous (figure 7) présente l'évolution des modes de reproduction (insémination artificielle ou monte naturelle) des 3 races sur une période de 10 ans.



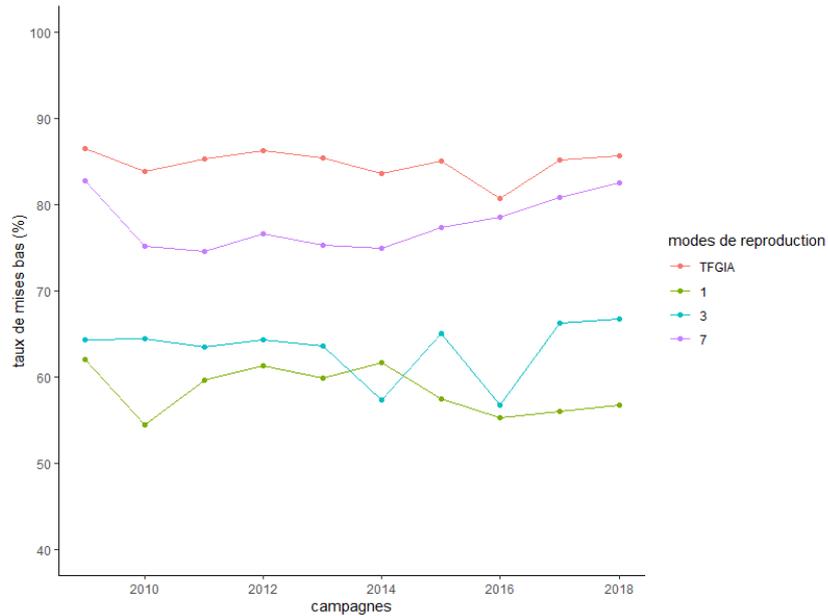
*Figure 7: Evolution de la proportion de mise à la reproduction par Insémination Artificielle (IA) par monte naturelle (MN) en fonction de la campagne et de la race*

La pratique de l'insémination artificielle a toujours été minoritaire pour les races BB (20-25%) et MTN (10-35%), alors que pour la race MTR cette pratique est devenue minoritaire en 2013-2014 (45%) après une période d'équilibre entre les deux pratiques (IA et MN) puis a fortement régressée à partir de la campagne 2015 pour atteindre 35% en 2018.

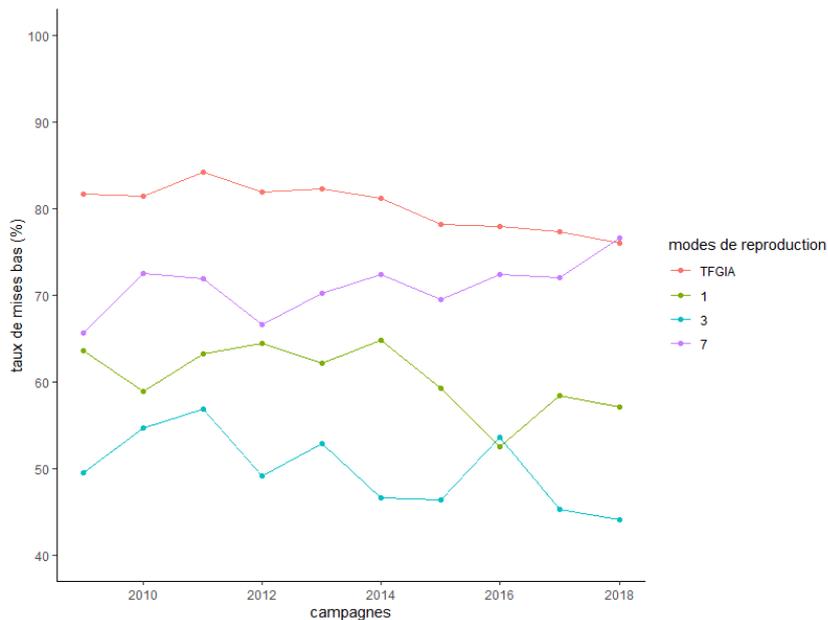
## 2.2.2. Evolution du taux de mise-bas

Les figures ci-dessous (8a, 8b) représentent l'évolution des taux de mises bas sur la période d'étude pour les différents modes de reproduction pour les races Basco-béarnaise et Manech tête rousse.

**8a : BB**



**8b : MTR**



**Figure 8 : Evolution du taux de fertilité selon le mode de reproduction (1:IA; 3:retour d'IA; 7: MN; TFGIA : IA+retour) (fig.8a : BB: fig. 8b : MTR)**

Pour les deux races, le taux de fertilité global à l'IA (c'est-à-dire le taux de mise-bas suite à l'IA et à la monte naturelle sur retour d'IA) était supérieur à celui de la monte naturelle seule mais avec un écart qui se réduit.

Pour les BB, malgré les fluctuations, le taux de fertilité global à l'IA est stable à 85% alors que la réussite à la monte naturelle augmente (2010 : 75% ; 2018 : 83%). Pour les MTR, la réussite globale à l'IA diminue (2009 : 82% ; 2018 : 75%) tandis que la réussite à la monte naturelle a une tendance à augmenter (2009 : 65% ; 2018 : 75%).

La réussite à l'IA était supérieure à celle du retour d'IA pour les MTR (2009 : 65% vs 50% ; 2018 : 58% vs 45%) et inversement pour les BB (2009 : 62% vs 65% ; 2018 : 57% vs 67%). La race BB avait de meilleurs résultats sur l'ensemble des paramètres que la race MTR.

### 2.2.3. Evolution de la date calendaire d'IA

La Figure 9 (9a et 9b) représente l'évolution de la densité de distribution des dates calendaires d'IA pour les BB et MTR pour les campagnes 2009 à 2018.

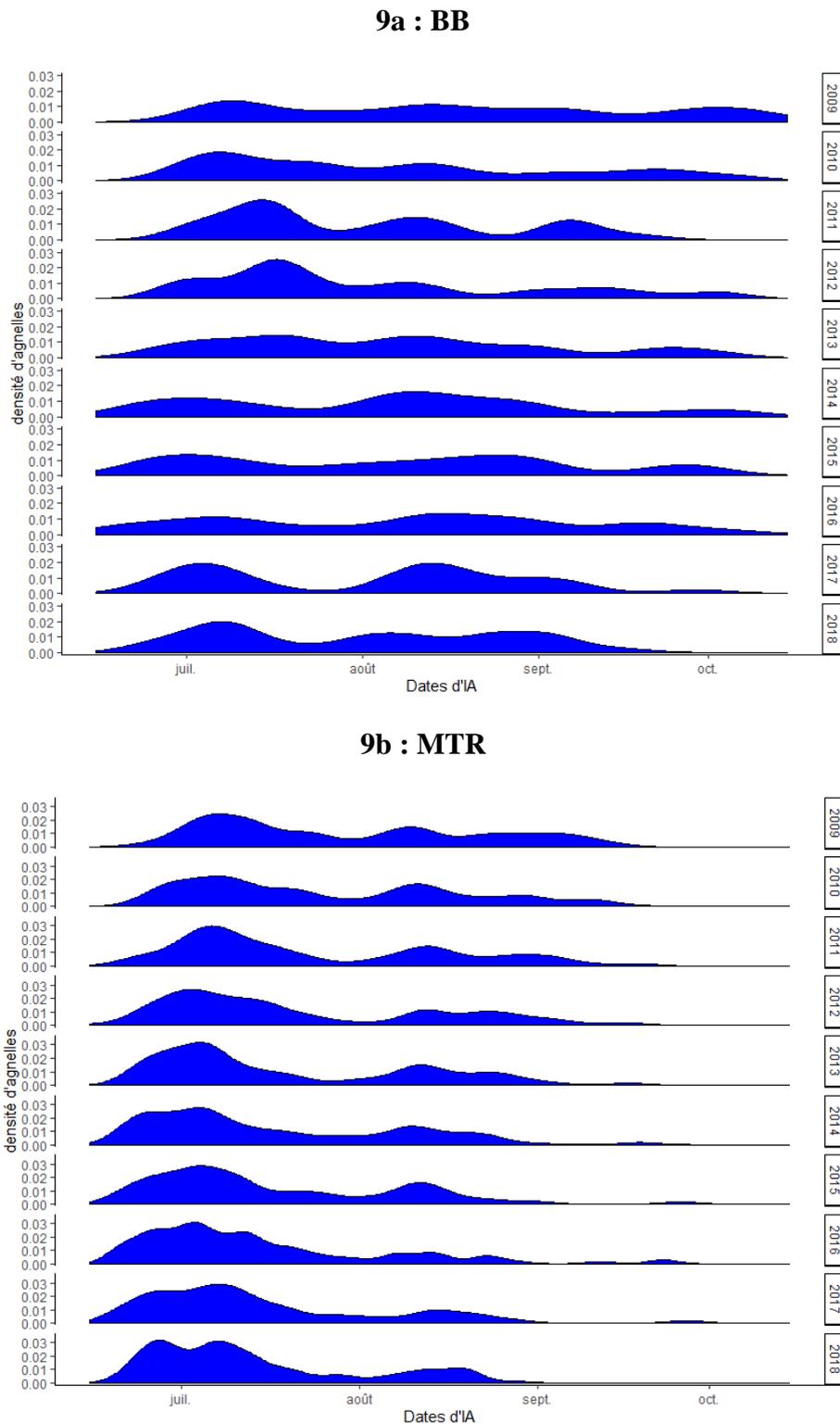
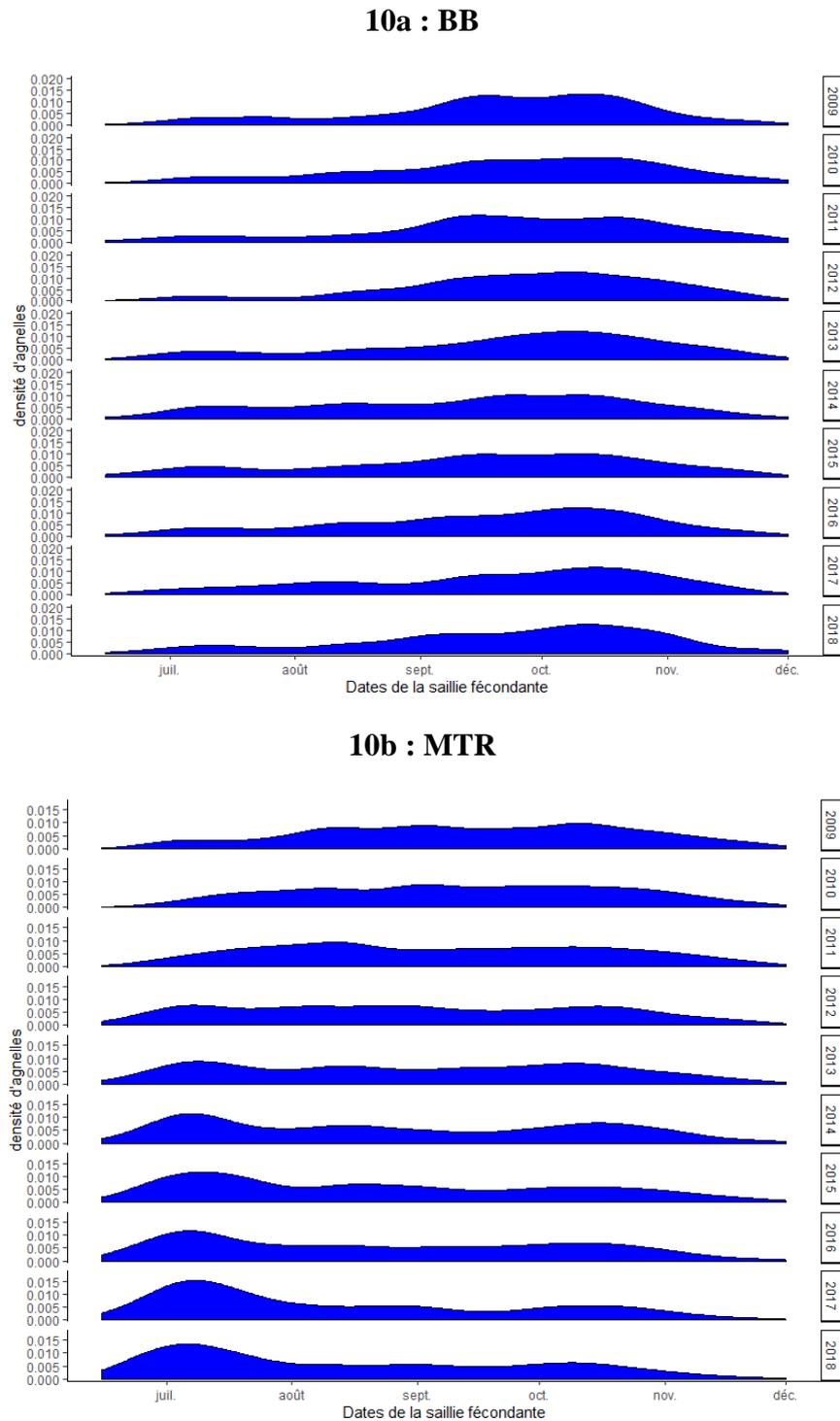


Figure 9 : Evolution de la densité de distribution des dates d'IA en fonction de la race (9a : BB; 9b : MTR)

D'une manière générale, nous pouvons observer au sein des deux races, à la fois un avancement de la date d'IA (race MTR : pic d'IA début juillet en 2009 et fin juin en 2018) et une forte réduction de l'étalement des IA (race BB : étalement des IA sur 4 mois en 2009 et sur 3 mois en 2018 ; race MTR : étalement des IA sur 3 mois en 2009 contre 2,5 mois en 2018). Ces évolutions sont nettement visibles en race MTR, contrairement à la race BB pour laquelle les fluctuations inter-campagnes sont plus marquées.

## 2.2.4. Evolution de la date de la saillie fécondante

La Figure 10 (10a et 10b) représente l'évolution de la densité de distribution des dates de saillie fécondante pour les agnelles des races BB et MTR luttées en monte naturelle sans être passées par l'IA.



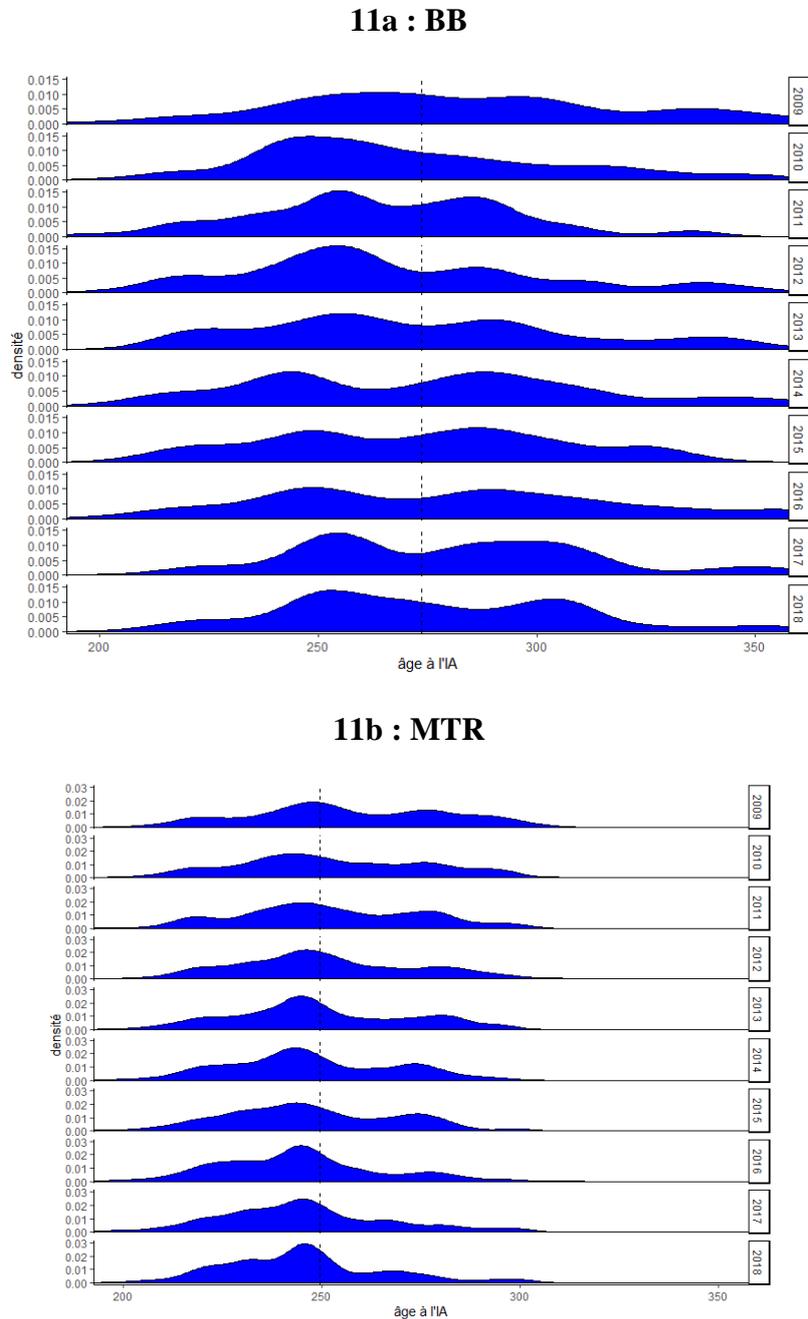
*Figure 10 : Evolution de la densité de distribution des dates de saillie fécondante en fonction de la race (fig.10a : BB ; fig. 10b : MTR)*

Comme précédemment, pour la race MTR (fig. 10b), nous pouvons observer à la fois un avancement des dates de saillies fécondantes et une concentration des agnelles au moment de la saillie, même si l'étalement reste important, avec un pic de saillies fécondantes de plus en plus marqué entre le 15 juin et le 15 juillet.

En revanche, pour la race BB (fig. 10a), même si un léger avancement des dates de saillies fécondantes peut être observé sur la durée d'étude, celles-ci se concentrent entre le 1<sup>er</sup> septembre et le 15 novembre, soit environ 3 mois plus tard que pour les agnelles de race MTR.

### 2.2.5. Evolution de l'âge des agnelles à l'IA

La Figure 11 (11a et 11b) représente l'évolution de l'âge des agnelles à l'IA en fonction des campagnes pour la race BB et la race MTR.



**Figure 11 : Evolution de la densité de distribution des âges à l'IA en fonction de la race (fig.11a : BB ; fig. 11b : MTR). La ligne en pointillée correspond à la moyenne de l'ensemble des campagnes.**

Sur l'ensemble des campagnes, l'âge moyen à l'IA est plus précoce pour les MTR (250 jours) que pour les BB (275 jours). La distribution est par ailleurs plus étalée en race BB (1<sup>er</sup> quartile = 248, 3<sup>ème</sup> quartile = 296), qu'en race MTR (1<sup>er</sup> quartile = 234, 3<sup>ème</sup> quartile = 266)

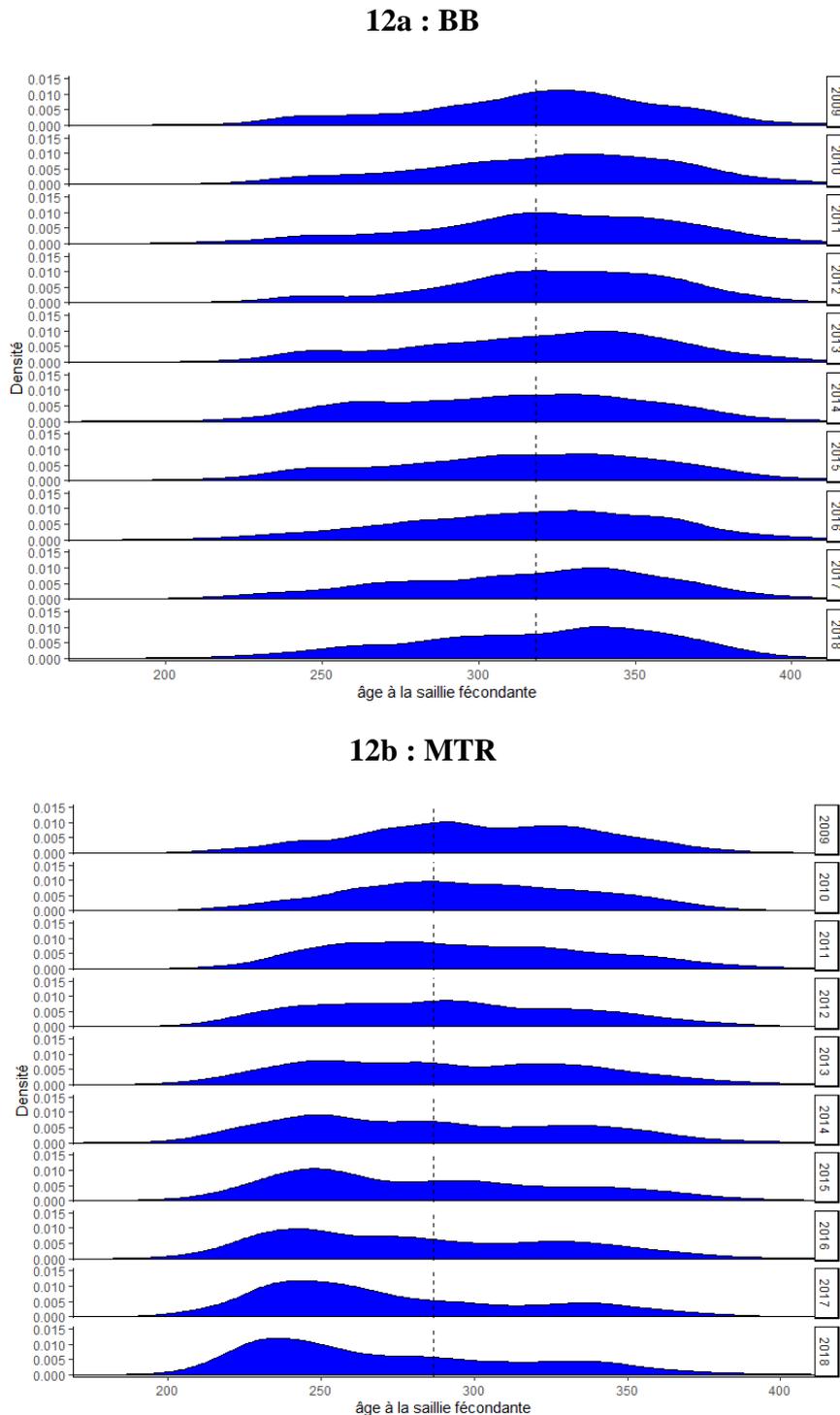
D'une manière générale, nous pouvons observer au sein des deux races une modification des âges à l'IA. Concernant les BB, nous pouvons observer dans un premier temps, en 2009 et 2010, un avancement de l'âge à l'IA mais sur les années suivantes un recul de cet âge (pic de 2010 : 240 jours ; pic de 2018 : 250 jours). Dans cette race, la distribution des âges à l'IA apparaît clairement bimodale depuis la campagne 2014, avec un premier pic autour de 240-250 jours et un second pic autour de 290-300 jours.

Nous observons l'inverse en race MTR, avec une tendance à un avancement de l'âge à l'IA. Cet avancement ne se distingue pas par un avancement du pic principal (240 jours) mais par une augmentation de la densité pour des âges inférieurs à 250 jours et à une diminution de cette densité pour les âges supérieurs à 250 jours.

Comme vu précédemment (figure 9), nous observons le même effet « concentration » avec un étalement des âges qui tend à se diminuer, principalement en race MTR.

## 2.2.6. Evolution de l'âge des agnelles à la saillie fécondante

La Figure 12 (12a et 12b) représente l'évolution de la densité de distribution des âges à la saillie fécondante en fonction des campagnes pour les agnelles de race BB et MTR luttées en monte naturelle.



**Figure 12 : Evolution de la densité d'agnelles selon l'âge à la saillie fécondante et la race (fig.12a : BB ; fig. 12b : MTR). La ligne en pointillée correspond à la moyenne de l'ensemble des campagnes.**

Sur l'ensemble des campagnes, l'âge moyen à la saillie fécondante est plus précoce pour les MTR (280 jours) que pour les BB (320 jours).

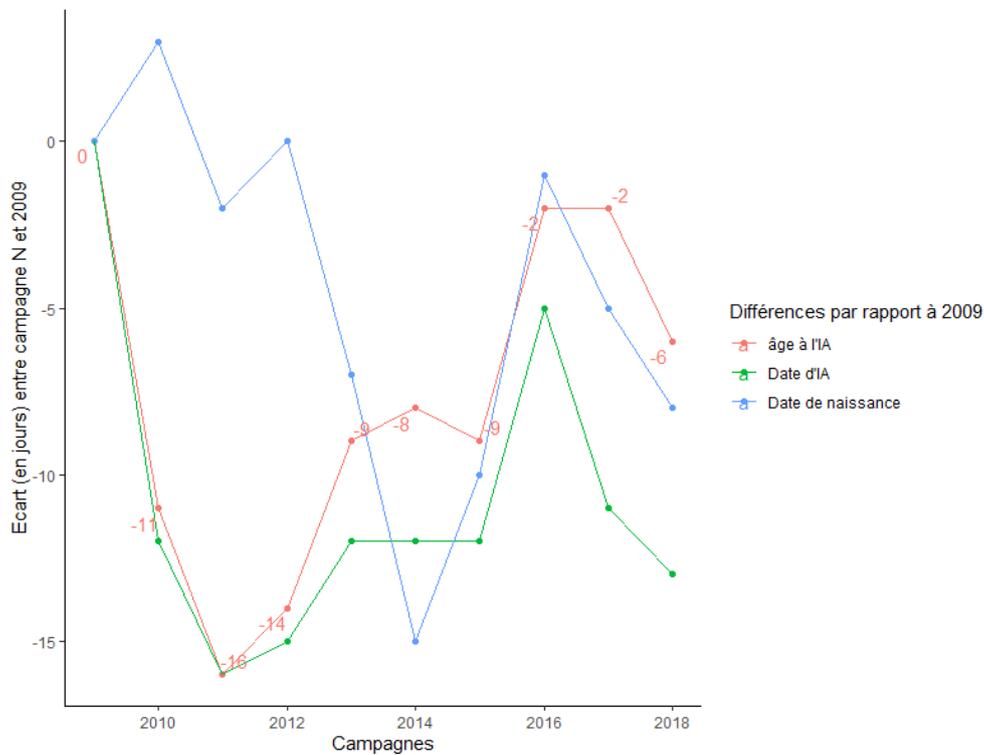
Pour la race BB, il ne semble pas y avoir de grandes évolutions. Il existe seulement un léger pic autour de 335 jours. Contrairement aux agnelles inséminées (fig 11a), la distribution des âges à la saillie féconde est unimodale. Dans cette race, l'âge moyen à la saillie fécondante (320 jours) apparaît clairement plus élevé que l'âge moyen à l'IA (275 jours).

En revanche, pour la race MTR nous observons une augmentation de la densité à partir de la campagne 2013 avec la formation d'un pic autour de 250 jours et qui va se décaler autour de 230 jours d'âge. Dans cette race, l'âge moyen à la saillie fécondante tend, avec les campagnes, à se rapprocher de l'âge moyen des agnelles inséminées, malgré un étalement plus marqué.

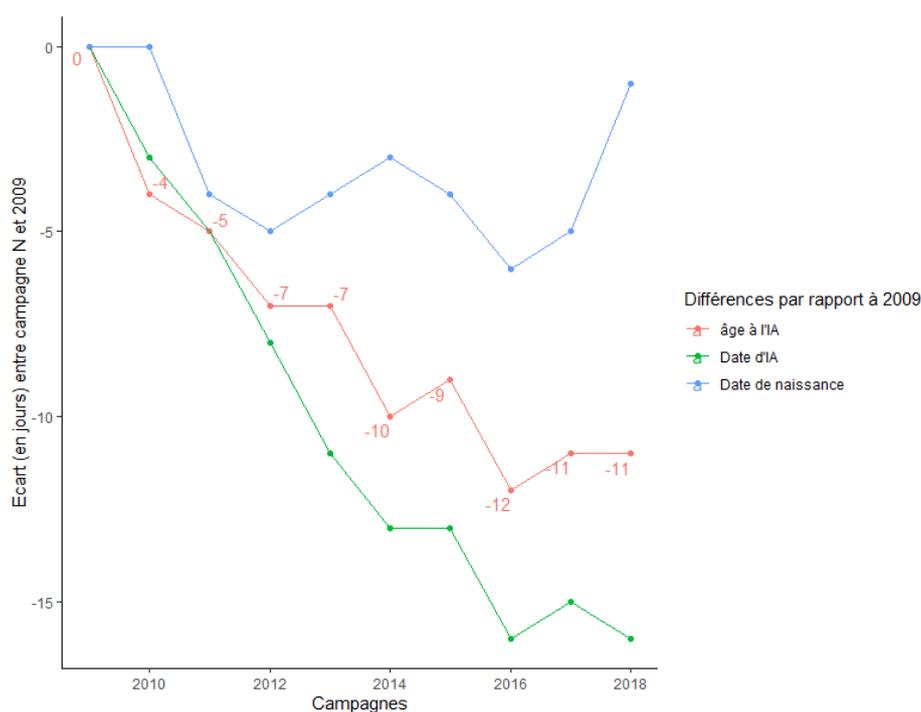
### 2.2.7. Comparaison de l'âge à l'IA, de la date d'IA et de la date de naissance des agnelles

La Figure 13 (13a et 13b) représente l'évolution de l'âge des agnelles à l'IA, en même temps que les dates d'IA et de naissance en fonction des campagnes pour la race BB et la race MTR. L'analyse conjointe de l'évolution de ces 3 paramètres permet de préciser les observations faites précédemment et de déterminer si la réduction de l'âge à l'IA (fig.11) est principalement due à un avancement de la date calendaire d'IA (fig.9) et/ou à un avancement de la date de naissance. Chaque campagne est comparée à la campagne 2009.

13a : BB



### 13b : MTR



**Figure 13 : Écart (en jours) de 3 paramètres (âge moyen à l'IA, date moyenne d'IA et date moyenne de naissance) de la campagne N par rapport à la campagne 2009, en fonction de la race (fig.13a : BB ; fig. 13b : MTR).**

En race basco-béarnaise, les courbes de la date moyenne d'IA (vert) et de l'âge moyen à l'IA (rouge) évoluent quasi-systématiquement de la même façon. Les deux premières années sont marquées par un avancement (-16 jours entre 2009 et 2011) de la date moyenne d'IA et de l'âge moyen à l'IA. A partir de 2011, l'âge et la date d'IA ont un écart par rapport à 2009 qui se réduit. Sur la période allant de 2009 à 2018, la date moyenne d'IA, la date de naissance moyenne et l'âge moyen à l'IA ont avancé, respectivement de 13, 7 et 6 jours.

En race Manech tête rousse, la date moyenne de naissance varie peu sur la période d'étude avec un avancement maximum de 6 jours pour la campagne 2016 par rapport à la campagne 2009. Les deux autres paramètres vont évoluer dans le même avec un avancement moyen de 16 jours entre 2009 et 2018 pour la date moyenne d'IA, et de 11 jours pour l'âge moyen à l'IA. La réduction de l'âge à l'IA est donc principalement liée à un avancement des dates calendaires d'IA.

### 2.2.8. Comparaison de l'âge à la saillie fécondante, de la date de la saillie fécondante et de la date de naissance des agnelles

La Figure 14 (14a et 14b) représente les mêmes indicateurs que la figure 13 mais pour les agnelles luttées en monte naturelle.

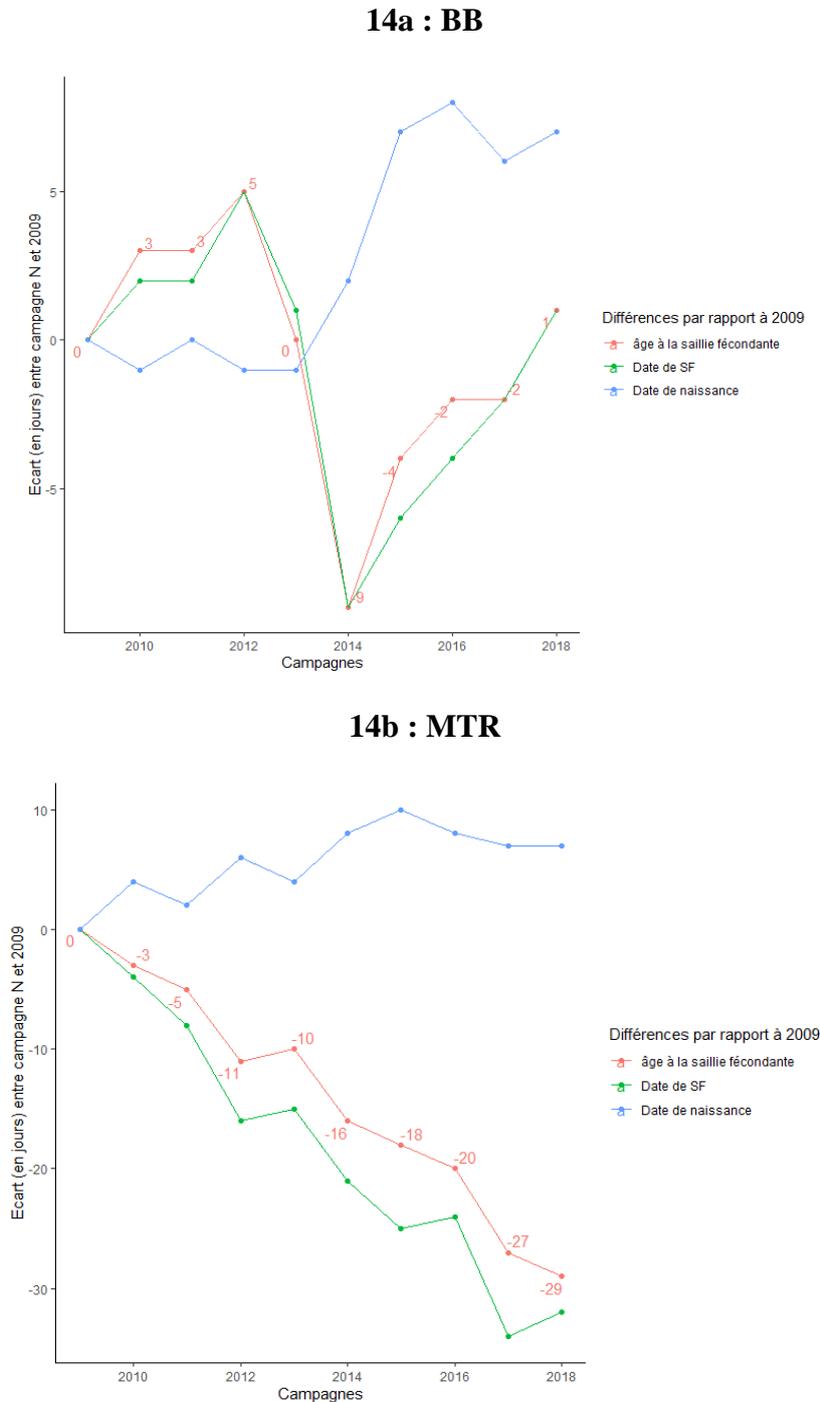


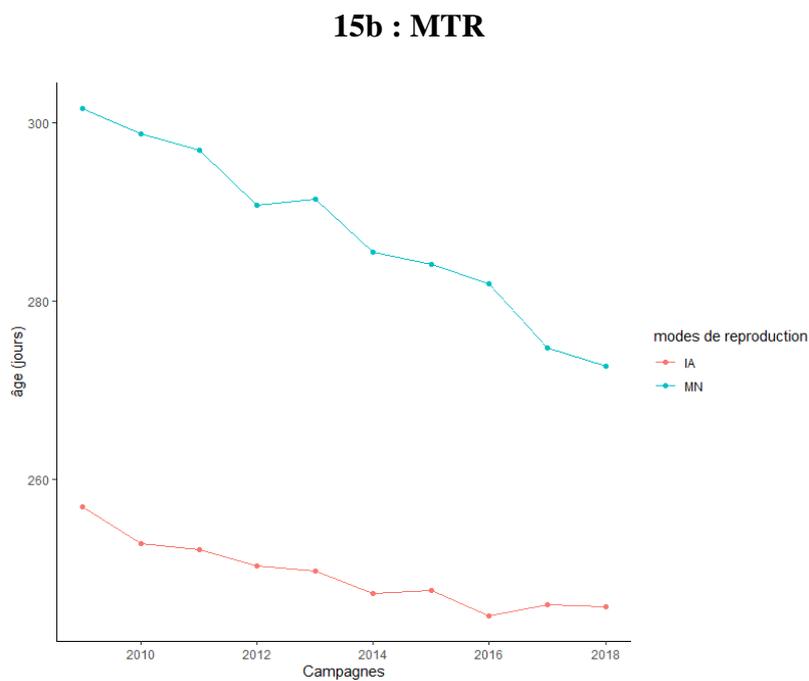
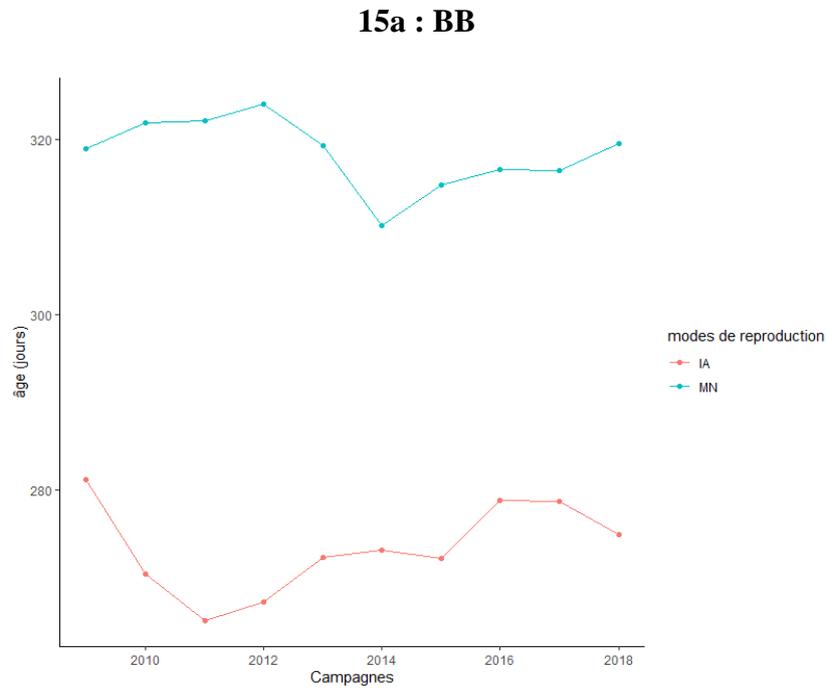
Figure 14 : Ecart (en jours) de 3 paramètres (âge à la saillie fécondante, date de la SF et date de naissance) de la campagne N par rapport à la campagne 2009, en fonction de la race (fig.14a : BB ; fig. 14b : MTR).

En race basco-béarnaise, les courbes de la date moyenne de la saillie fécondante (vert) et de l'âge moyen à la saillie fécondante (rouge) évoluent de la même façon. Sur l'ensemble de la période, il n'y a pas d'avancement de l'âge moyen et de la date moyenne de la saillie fécondante. La fluctuation de ces deux paramètres est de +5 jours en 2012 et de -9 jours en 2014. La date moyenne de naissance n'évolue pas de la même façon que les deux paramètres précédents ; il y a d'abord une stagnation jusqu'à 2013 puis un recul des dates de naissance (+7 jours).

En race Manech tête rousse, les courbes de la date moyenne de la saillie fécondante (vert) et de l'âge moyen à la saillie fécondante (rouge) évoluent de la même façon. Sur l'ensemble de la période, il y a un avancement de l'âge moyen (-29 jours) et de la date moyenne de la saillie fécondante (-31 jours). Depuis 2009 ces deux paramètres ne font que progresser dans le sens de l'avancement avec un avancement hétérogène entre les années. La date moyenne de naissance évolue dans le sens inverse avec un recul (+ 10 jours) sur l'ensemble de la période.

### 2.2.9. Comparaison de l'âge à l'IA et l'âge à la saillie fécondante

La Figure 15 (15a et 15b) présente l'évolution de l'âge à l'IA et de l'âge à la saillie fécondante dans les deux races de l'étude permettant de comparer les deux modes de reproduction.



**Figure 15 : Evolution de l'âge moyen à l'IA et la MN en fonction des campagnes et de la race (fig.15a : BB ; fig. 15b : MTR).**

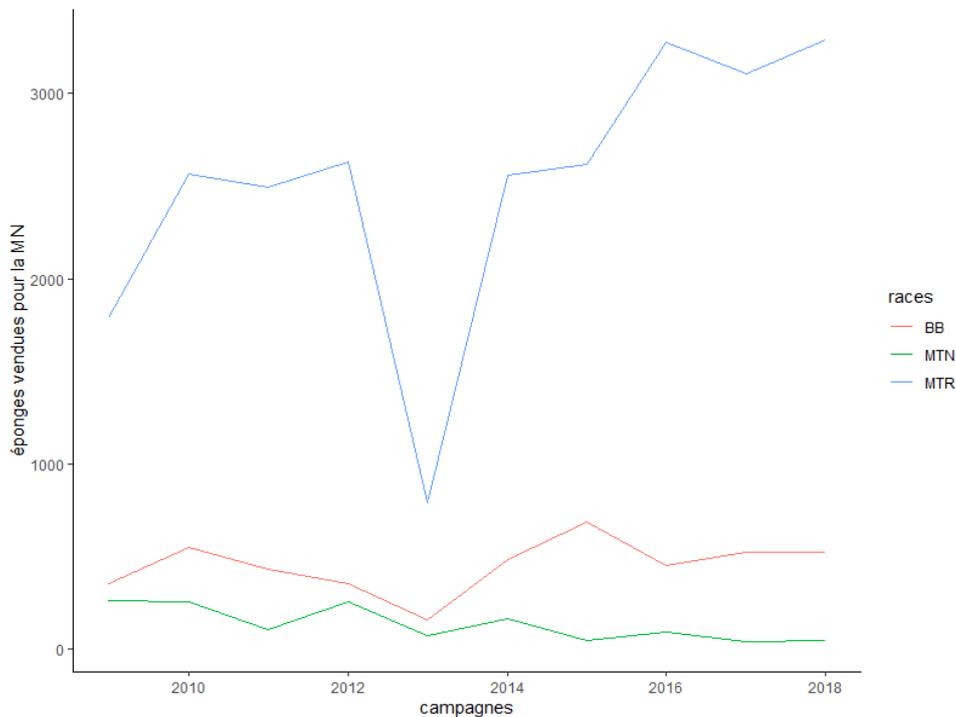
Pour les deux races, l'âge moyen à la saillie fécondante est plus élevé que l'âge moyen à l'IA. En race basco-béarnaise, il n'y a pas eu de grandes fluctuations et l'écart entre les deux modes de reproduction est resté stable à environ 40 jours.

Comme le suggérait déjà les résultats précédents (fig. 12b), en Manech tête rousse, l'écart des âges moyens entre les deux modes de reproduction a tendance à se réduire, de manière progressive mais constante sur la période d'étude, passant de 40 jours en 2009 (IA : 260 j ; MN : 300 j) à environ 20 jours en 2018 (IA : 250 j ; MN : 270 j).

Entre les deux races, les âges de mises à la reproduction, peu importe le mode de reproduction, sont plus élevés en race basco-béarnaise qu'en Manech tête rousse.

## 2.2.10. Evolution de la vente des éponges de monte naturelle par le CDEO

La figure 16 représente l'évolution des ventes d'éponges destinées à la synchronisation des chaleurs pour la monte naturelle pour les trois races ovines laitières des Pyrénées, au sein du CDEO.



*Figure 16 : Evolution de la vente des éponges d'agnelles pour la monte naturelle au CDEO en fonction de la campagne et de la race*

Depuis 2009, les ventes sont croissantes pour la Manech tête rousse (2009 : 2000 éponges ; 2018 : > 3000 éponges), stable pour la Basco-béarnaise (600 éponges) et en décroissance pour la Manech tête noire (2009 : 300 éponges ; 2018 : <100 éponges).

Une particularité est à noter et concerne l'année 2014. En effet, les ventes renseignées en 2014 chutent considérablement pour la race Manech tête rousse passant de 2500 éponges (2013) à moins de 1000 éponges (2014) pour remonter à 2500 éponges (2015). L'origine de cette baisse n'est pas connue.

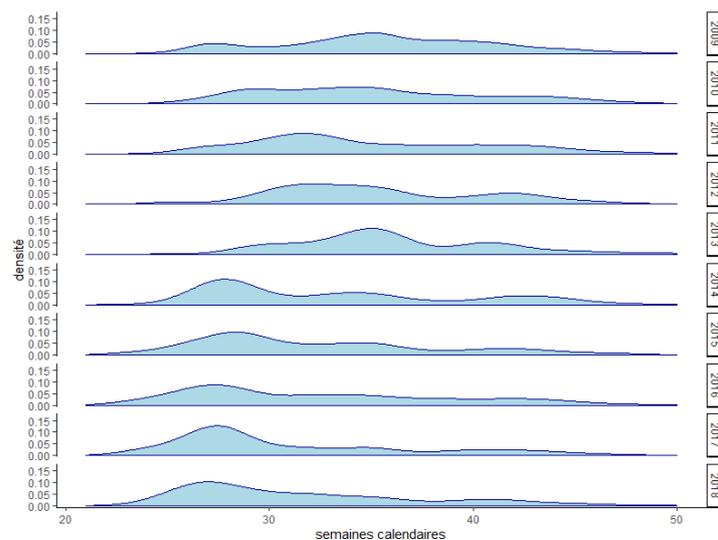
Pour une meilleure représentation intra-race, la valeur relative (nombre d'éponges / nombres d'agnelles en monte naturelle) a été calculée pour les années 2009 et 2018. En race BB et MTR, il y a une augmentation de la valeur relative (BB : 19,9% (2009), 29,3% (2018) ; MTR : 48,9% (2009), 61,4% (2018)) et donc une tendance à l'augmentation du nombre

d'agnelle pour la synchronisation. Entre ces deux races, c'est au sein de la race MTR qu'il y a une pratique plus importante de la synchronisation.

Les analyses descriptives suivantes ont été réalisées uniquement pour la race MTR, les effectifs des ventes d'éponges pour les deux autres races étant trop faibles.

### 2.2.11. Evolution de la semaine calendaire de la saillie fécondante dans les élevages pratiquant la synchronisation

La figure 17 représente l'évolution de la densité de distribution des semaines calendaires de saillie fécondante dans les élevages MTR pratiquant la monte naturelle synchronisée.



**Figure 17 : Densité des agnelles en fonction de la date de saillie fécondante dans les cheptels pratiquant la monte naturelle synchronisée selon les campagnes, race MTR**

De manière générale, l'ensemble des saillies se passent entre la semaine 20 et la semaine 50. De la campagne 2009 à 2013, il y a apparition d'un léger pic après la semaine 30, et dès la campagne 2014, il y a l'apparition d'un réel pic de saillie fécondante autour de la semaine 28 suivi d'un étalement très fin. Ainsi, la distribution des semaines calendaires de saillie fécondante lors de synchronisation suit la même évolution que celle des semaines d'IA, avec une concentration sur des périodes de plus en plus précoce dans l'année.

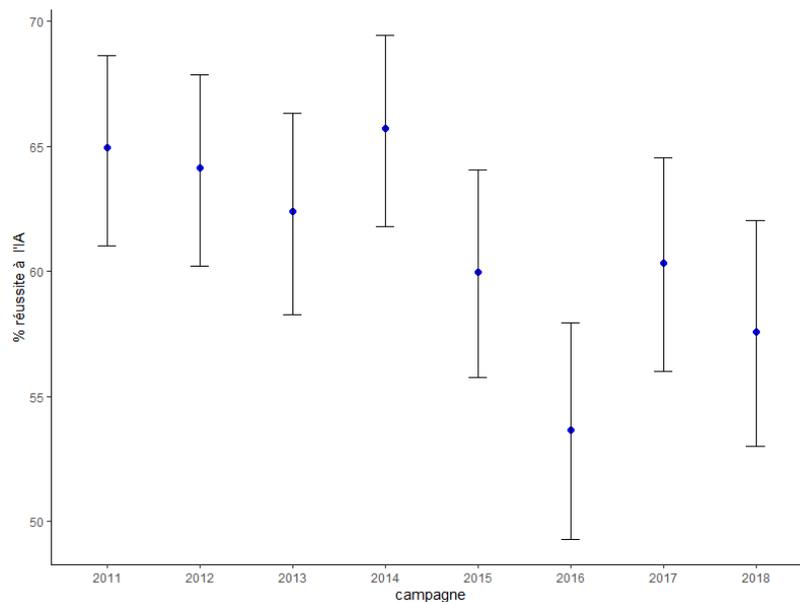
### 2.3. Analyse des facteurs de risques potentiels de réussite à l'IA chez les agnelles de race MTR.

Les résultats de l'analyse de l'influence des facteurs de risque potentiels de réussite à l'IA chez les agnelles de race MTR sont présentés facteur par facteur.

#### 2.3.1. Influence de la campagne (année)

La figure 18 et le tableau 3 représentent les résultats de la réussite à l'IA selon la campagne d'IA, ajustés sur les autres facteurs de risques investigués.

De manière générale, nous pouvons constater une tendance à la diminution de la réussite à l'IA au cours des campagnes (2011 : 65,0% [61,0-69,0] ; 2018 : 58,0% [53,0-62,0]). Cette diminution est statistiquement significative pour les campagnes 2015 à 2018, par rapport à la campagne 2011 prise comme référence, avec un effet très marqué pour la campagne 2016.



**Figure 18 : pourcentages de réussite à l'IA ajustés (points bleus) et intervalles de confiance 95% selon les campagnes, race MTR**

**Tableau 3: pourcentages ajustés de réussite à l'IA et odd's ratio ajustés pour les différentes campagnes, par rapport à la campagne de référence (2011)**

campagne	% réussite		OR	IC 95%	p-value
	IA	IC 95%			
2011	64,9	[61,0-68,6]	<b>référence</b>		
2012	64,1	[60,2-67,9]	0,97	[0.81-1.15]	0,69
2013	62,4	[58,3-66,3]	0,90	[0.75-1.06]	0,21
2014	65,7	[61,8-69,5]	1,04	[0.87-1.24]	0,71
2015	59,9	[55,8-64,1]	0,81	[0.67-0.97]	<b>0,02</b>
2016	53,6	[49,3-57,9]	0,62	[0.52-0.75]	<b>&lt;10-6</b>
2017	60,4	[56,0-64,5]	0,82	[0.68-1.00]	<b>0,047</b>
2018	57,6	[53,0-62,0]	0,73	[0.60-0.89]	<b>0,002</b>

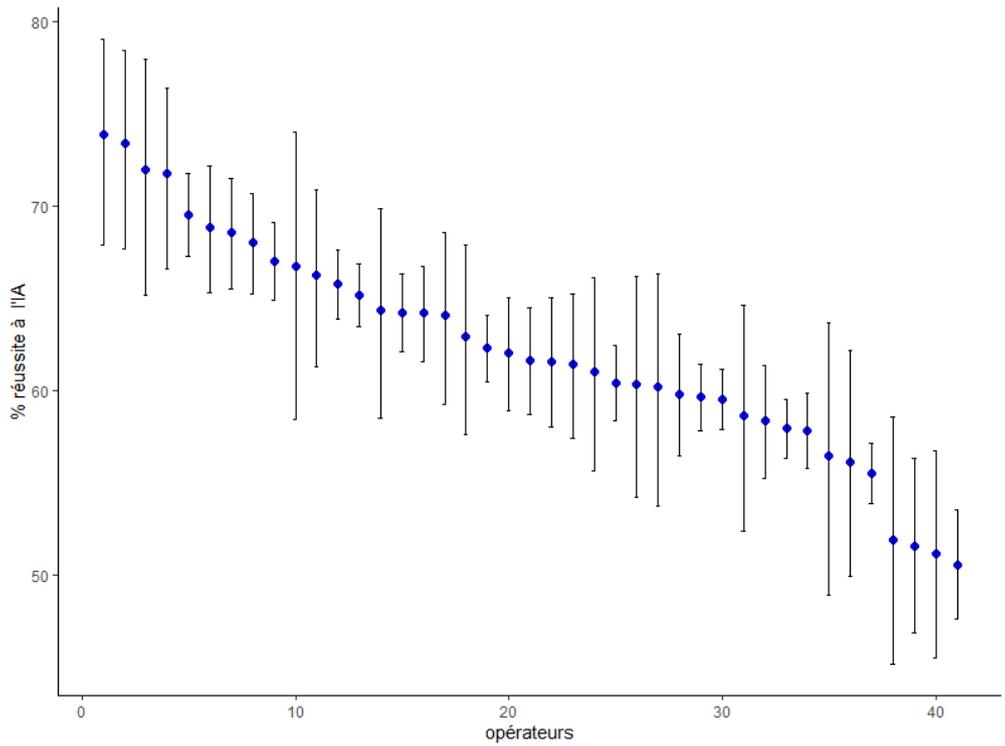
### 2.3.2. Influence de l'inséminateur

La figure 19 représente les pourcentages ajustés de réussite à l'IA selon l'inséminateur et leurs intervalles de confiance.

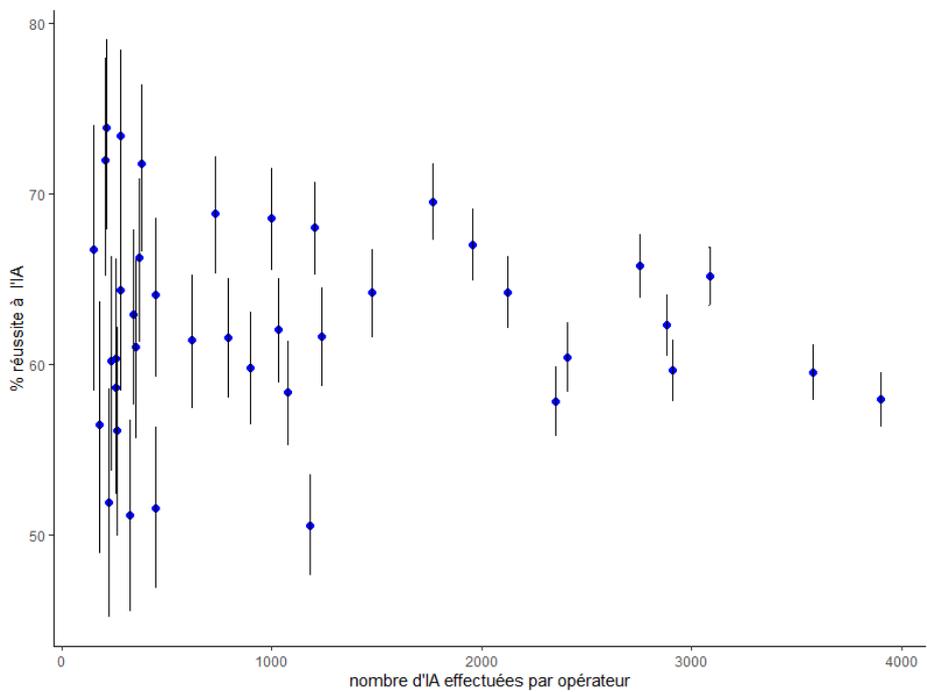
De manière générale, nous pouvons remarquer une forte hétérogénéité de la réussite à l'IA selon l'inséminateur, avec des taux de réussite ajustés variant de 51.0% à 75.0 %.

La figure 20 représente les pourcentages de réussite à l'IA des inséminateurs avec leurs intervalles de confiance en fonction du nombre d'inséminations réalisées, afin de déterminer s'il existe une relation entre la réussite à l'IA et le nombre d'inséminations réalisées.

Au vu des résultats, nous pouvons constater que l'intervalle de réussite entre les inséminateurs se réduit plus le nombre d'IA réalisées est important. Pour les inséminateurs ayant réalisé moins de 500 inséminations (n=20), l'intervalle entre l'inséminateur le moins performant et le plus performant est de 22 points [53-75%], pour les inséminateurs ayant réalisé entre 500 et 1500 inséminations (n=11), l'intervalle est de 18 points [50-68%] et pour les inséminateurs ayant réalisé un nombre d'inséminations supérieur à 1500, l'intervalle est de 12 points [58-70%]. En revanche, nous pouvons remarquer que certains inséminateurs ayant réalisé peu d'inséminations (<500) ont de meilleurs résultats que des inséminateurs « expérimentés » (>1500 inséminations).



**Figure 19 : pourcentages ajustés de réussite à l'IA (points bleus) et intervalles de confiance 95% selon les inséminateurs, race MTR**



**Figure 20 : pourcentages ajustés de réussite à l'IA (points bleus) et intervalles de confiance 95% en fonction du nombre d'inséminations réalisées par chaque opérateur**

### 2.3.3. Effet du délai entre le retrait des éponges et l'IA

La figure 21 et le tableau 4 représentent les pourcentages ajustés de réussite à l'IA en fonction du délai entre le retrait des éponges vaginales et l'IA.

Sur l'échantillon d'analyse, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les différents délais, traités en classes séparées au ¼ d'heure. Des résultats semblables ont été obtenus lorsque ce délai était analysé en variable quantitative discrète avec des modèles à splines.

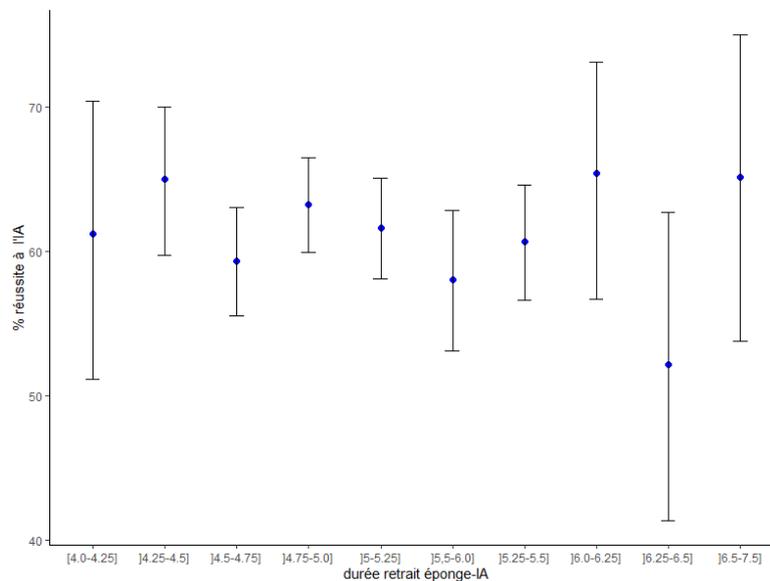


Figure 21 : pourcentages ajustés de réussite à l'IA (points bleus) et intervalles de confiance à 95% selon la durée entre le retrait des éponges et l'IA (4 : 48+4 = 52h ; 7,5 : 48+7,5 = 55,5h), race MTR

Tableau 4 : pourcentages ajustés de réussite à l'IA et odd's ratio ajustés pour les différents délais entre le retrait des éponges et l'IA, par rapport au délai de référence (5-5,25 = 53-53,25h)

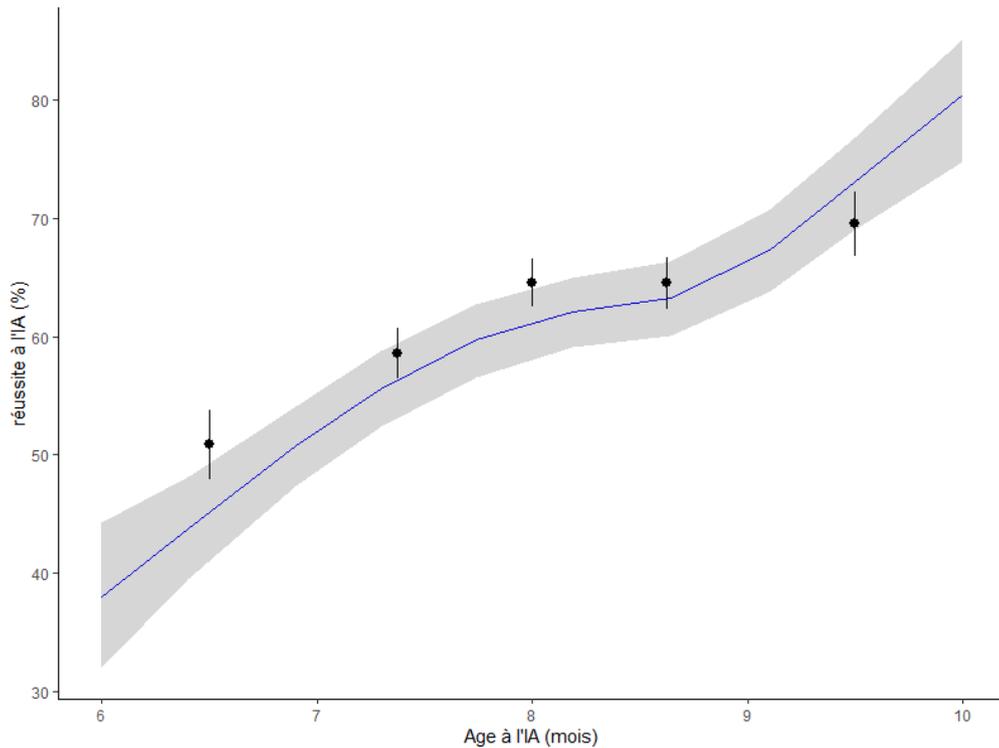
Durée retrait-IA (48+[...]) (heures)	% réussite IA	IC 95%	OR	IC 95%	p-value
[5.0-5,25]	61,6	[58,1-65,1]	référence		
[4.0-4.25]	61,2	[51,1-70,4]	0,98	[0.65-1.48]	0,93
[4.25-4.5]	65,0	[59,7-70,0]	1,16	[0.93-1.44]	0,19
[4.5-4.75]	59,4	[55,6-63,1]	0,91	[0.79-1.05]	0,21
[4.75-5.0]	63,3	[59,9-66,5]	1,07	[0.95-1.22]	0,28
[5.25-5.5]	60,7	[56,6-64,6]	0,96	[0.82-1.12]	0,62
[5.5-6.0]	58,0	[53,1-62,8]	0,86	[0.71-1.04]	0,12
[6.0-6.25]	65,4	[56,7-73,2]	1,18	[0.82-1.69]	0,38
[6.25-6.5]	52,2	[41,4-62,8]	0,68	[0.44-1.05]	0,08
[6.5-7.5]	65,2	[53,8-75,1]	1,17	[0.73-1.86]	0,52

#### 2.3.4. Effet de l'âge à l'insémination

La figure 22 et le tableau 5 représentent les résultats la réussite à l'IA selon l'âge d'IA.

Sur la figure 22, la courbe est obtenue en considérant l'âge des agnelles en variable continue dont l'effet est modélisé par des fonctions souples (splines). Elle permet d'exprimer la variable réponse (taux de réussite à l'IA) comme une fonction continue de l'âge. En revanche, les points noirs sont la représentation de l'effet de l'âge considéré en variable discrète, pour les catégories ([6 ; 7], ]7 ; 7,75], ]7,75 ; 8,25], ]8,25 ; 9], et ]9 ;10]) mois. Cette dernière approche estime un effet moyen pour toutes les femelles de chaque catégorie d'âge et permet une interprétation simplifiée.

De manière générale, nous pouvons remarquer une augmentation de la réussite à l'IA avec l'augmentation de l'âge à l'IA. Par rapport à la classe de référence 7.75-8.25 mois, les agnelles plus jeunes (6-7 mois et 7-7.75 mois) avaient des pourcentages de réussite à l'IA significativement réduits ( $p < 10^{-6}$ ). Pour les agnelles de la classe 8.25-9.0 mois, aucune différence significative n'a été mise en évidence avec le groupe de référence ( $p=0.954$ ). A l'inverse, les agnelles de plus de 9 mois avaient un pourcentage de réussite à l'IA amélioré (OR = 1.26,  $p=0.0004$ ).



**Figure 22 : pourcentages ajustés de réussite à l'IA (points noirs) avec leurs intervalles de confiance 95% selon les classes d'âge à l'IA (tableau 5), ou avec l'âge en variable continue (courbe bleue et intervalle de confiance à 95% zone grisée) selon les âges à l'IA, race MTR**

**Tableau 5: pourcentages ajustés de réussite à l'IA et odd's ratio ajustés selon l'âge à l'IA, par rapport à la classe de référence (7,75-8,25 mois).**

Age IA (en mois)	% Réussite IA	IC 95%	OR	IC 95%	p
[7.75-8.25]	64,6	[62.6 ; 66.5]	<b>référence</b>		
[6.0-7.0]	50,9	[47.9 ; 53.8]	0,57	[0.52 ; 0.63]	<b>&lt;10-6</b>
[7.0-7.75]	58,6	[56.4 ; 60.8]	0,78	[0.73 ; 0.82]	<b>&lt;10-6</b>
[8.25-9.0]	64,5	[62.3 ; 66.7]	1,00	[0.92 ; 1.08]	0,9543
[9.0-10.0]	69,6	[66.8 ; 72.3]	1,26	[1.11 ; 1.43]	<b>0,0004</b>

### 2.3.5. Effet de la semaine calendaire d'insémination

La figure 23 et le tableau 6 représentent les résultats la réussite à l'IA selon la semaine d'IA allant de la semaine 25 (20 juin) à la semaine 37 (13 septembre).

Une diminution de la réussite à l'IA sur les 3 premières semaines calendaires est observable. Par rapport à la semaine 28 prise comme référence, seule la semaine 25 est associée à un pourcentage de réussite à l'IA significativement amélioré (OR = 1.41, p=0.0047).

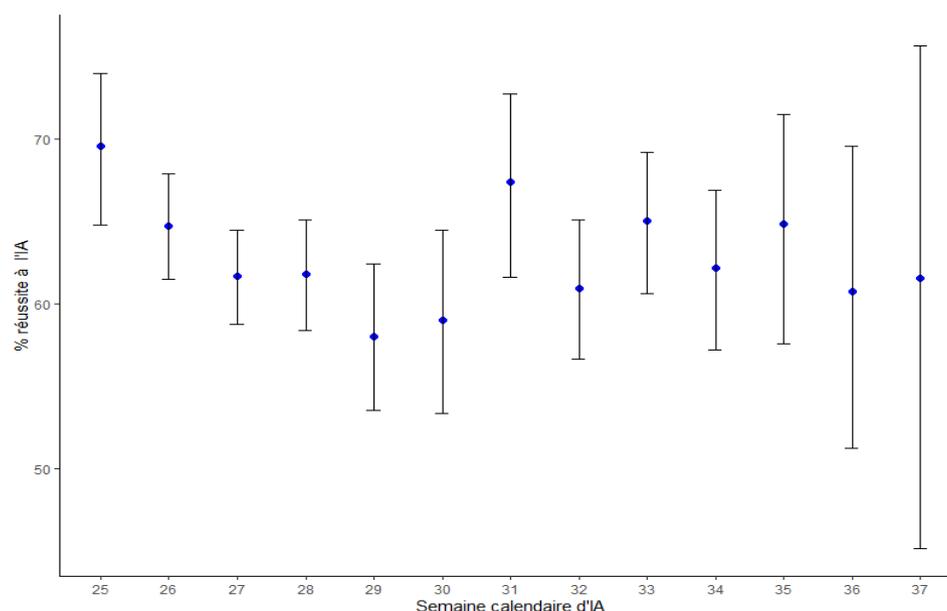


Figure 23: pourcentages ajustés de réussite à l'IA (points bleus) et intervalles de confiance 95% selon les semaines calendaires d'IA, race MTR

Tableau 6 : pourcentages ajustés de réussite à l'IA et odd's ratio ajustés selon la semaine calendaire d'IA, par rapport à la semaine de référence (28)

Semaine d'IA	% Réussite IA	IC 95%	OR	IC 95%	p
28	61,8	[58.4 ; 65.1]	<b>référence</b>		
25	69,6	[64.8 ; 74.0]	1,41	[1.11 ; 1.79]	<b>0,0047</b>
26	64,8	[61.5 ; 67.9]	1,14	[0.95 ; 1.35]	0,1513
27	61,7	[58.8 ; 64.5]	0,99	[0.85 ; 1.16]	0,9360
29	58,0	[53.5 ; 62.4]	0,85	[0.69 ; 1.05]	0,1433
30	59,0	[53.3 ; 64.5]	0,89	[0.69 ; 1.15]	0,3782
31	67,4	[61.6 ; 72.8]	1,28	[0.97 ; 1.69]	0,0837
32	60,9	[56.7 ; 65.1]	0,96	[0.78 ; 1.19]	0,7382
33	65,0	[60.6 ; 69.2]	1,15	[0.92 ; 1.44]	0,2243
34	62,2	[57.2 ; 66.9]	1,02	[0.8 ; 1.29]	0,9016
35	64,8	[57.6 ; 71.5]	1,14	[0.82 ; 1.59]	0,4387
36	60,8	[51.2 ; 69.6]	0,96	[0.64 ; 1.44]	0,8337
37	61,5	[45.1 ; 75.7]	0,99	[0.50 ; 1.94]	0,9727

### **3. DISCUSSION**

Ce travail de thèse réalisé à l'initiative du centre département d'élevage ovin (CDEO) avait pour but de décrire les évolutions des pratiques de mise à la reproduction des agnelles des trois races ovines laitières des Pyrénées et d'investiguer plusieurs facteurs de risques potentiels de la réussite des agnelles à l'insémination. Ce travail s'est basé sur l'exploitation des données des élevages en sélection sur une période de 10 ans.

#### **3.1. Matériel et méthodes**

##### **3.1.1. Enregistrement et manipulation des données**

Le fichier principal de données a été fourni par l'IDELE via l'ARSOE (Association Régionale de services aux organismes d'élevage) de Soual. Ce fichier comprenait les informations de SIEOL (système d'information en élevage ovin lait) relatives à la reproduction des brebis. Ces informations sont renseignées par les techniciens d'élevages à partir des informations fournies par les éleveurs. Les principaux avantages de cette base comprennent son caractère standardisé ainsi que la richesse et la précision des informations disponibles à l'échelle individuelle sur une profondeur temporelle importante. Certaines limites sont cependant à relever, en particulier concernant la mise à la reproduction.

Ainsi la première mise à la reproduction effective, quel que soit son mode et son devenir n'est pas renseignée alors que ce paramètre était primordial pour notre étude portant uniquement sur les agnelles. Si cette information est facilement traçable pour les femelles étant inséminées (à travers par exemples les fichiers spécifiques d'IA conservés par les organismes mettant en œuvre les inséminations, dans notre cas le CDEO), elle n'est pas connue pour les femelles luttées en monte naturelle. La sélection des femelles de notre échantillon d'étude s'est donc faite par un calcul prenant en compte l'année de naissance et l'année de première information de reproduction disponible et concernait uniquement les femelles mises à la reproduction pour une mise-bas entre 1 et 2 ans d'âge. Ainsi, les femelles mises à la reproduction plus tardivement (à plus de 1 an) ont été exclues de notre échantillon. Cette exclusion concernait principalement la race Manech Tête Noire pour laquelle la mise à la reproduction à 2 ans est la pratique majoritaire. De ce fait, l'échantillon d'étude ne peut être considéré comme pleinement représentatif de l'ensemble des élevages sélectionneurs dans les 3 races étudiées.

Le second paramètre non renseigné pour les agnelles luttées en monte naturelle était l'âge de mise à la reproduction. Cette information a été construite en soustrayant 146 jours (durée de gestation d'une agnelle) à la date d'agnelage pour les femelles ayant mis bas. Pour les agnelles non gravides l'hypothèse a été de ne considérer qu'un seul lot d'agnelles par élevage dans une campagne et de leur attribuer la date approximative précédemment construite pour un élevage et une année donnés.

Pour les agnelles luttées en monte naturelle, une information majeure qui n'était pas disponible était celle relative à la réalisation d'une synchronisation des chaleurs, qu'elle soit réalisée par traitement hormonal (cas de loin le plus fréquent) ou non. Cette information était nécessaire afin de décrire l'évolution de cette pratique sur la période d'étude et d'en évaluer les performances et les facteurs de variation. L'absence de cette information à l'échelle individuelle nous a conduit à mobiliser les données de ventes d'éponges hormonales par le CDEO. Ces informations, disponibles à l'échelle de l'élevage pour chaque campagne présentent cependant plusieurs limites. La principale limite est l'existence d'achats d'éponges dans d'autres structures (cliniques vétérinaires) voire en Espagne. Cette information tronquée ne nous a pas permis de distinguer de manière précise et suffisamment certaine, année par année, les élevages pratiquant une synchronisation des chaleurs chez les agnelles luttées en monte naturelle de ceux qui ne la pratiquaient pas. De même pour certains élevages, le nombre d'éponges achetées au CDEO était très éloigné (supérieur ou inférieur) des effectifs d'agnelles, ne permettant pas de conclure de manière simple aux modalités d'utilisation effective : toutes les agnelles étaient-elles synchronisées, ou une partie d'entre elles seulement et dans ce cas, lesquelles ? Ces limites, se traduisant par des biais de classement majeurs, ont fortement nui à la qualité et à l'exhaustivité de travail réalisable sur ce mode de reproduction. Par ailleurs, la description de la fertilité en monte naturelle et les comparaisons réalisables avec celle obtenue par l'IA perdent beaucoup de sens en l'absence de distinction fiable entre présence ou non d'une synchronisation des chaleurs.

Enfin certaines informations sont renseignées à l'échelle du lot de reproduction et non à l'échelle individuelle. Ainsi les dates et heures de retrait des éponges hormonales et d'IA sont identiques pour toutes les femelles d'un même lot, alors qu'en pratique elles varient de plusieurs minutes voire dizaines de minutes entre la première agnelle et la dernière agnelle inséminées.

## 3.2. Résultats

### 3.2.1. Les pratiques d'élevages

Le CDEO rencontre depuis quelques années un recul de la pratique de l'IA que ce soit au niveau des brebis ou des agnelles. L'analyse des données indique que la pratique de l'IA est restée constante en Basco-Béarnaise (20-25%) et en Manech tête noire (10-35%) sur la période 2009-2018, avec de fortes variations interannuelles. Pour cette dernière race, il est difficile d'interpréter cette fluctuation de valeurs compte tenu du biais d'échantillonnage conduisant à des effectifs souvent très faibles. En race Manech tête rousse, le déclin du recours à l'IA chez les agnelles est beaucoup plus objectivable. En effet, avant 2014, l'insémination et la monte naturelle étaient à part égale, alors qu'en 2018, l'insémination n'était utilisée que chez 35 % des agnelles mises à la reproduction. Au vu de ces résultats, l'objectif est de comparer les pratiques d'élevages de l'IA et de la MN pour apporter des réponses à ce changement et si possible des solutions.

Dans un premier temps, nous avons comparé la réussite à l'IA et à la monte naturelle. Il s'est avéré que la fertilité globale à l'IA (IA+ retour) en race BB [82-87%] ou MTR [75-82%] était supérieure, en moyenne sur la période d'étude, à la fertilité à la monte naturelle (BB : [75-83%] ; MTR : [65-75%]). Cependant, nous pouvons remarquer que la différence entre la fertilité globale à l'IA et la monte naturelle tend à se réduire voire à s'annuler au cours des dix campagnes étudiées (BB : [2010 : 10 points ; 2018 : 3 points] ; MTR : [2009 : 16 points ; 2018 : 0 points]). Ceci est lié, pour la race BB, à une amélioration des performances de la monte naturelle et, pour la race MTR à une augmentation des performances à la monte naturelle et à une diminution des performances de l'IA.

Pour la race BB, l'analyse séparée de la fertilité à l'IA et de la fertilité calculée sur les retours en chaleurs post IA, indique que la fertilité sur retours en chaleurs [58-65%] est dans la majorité des cas supérieure à la fertilité sur IA [55-62%]. En race MTR, l'inverse est observé avec une fertilité plus importante à l'IA [55-65%] que sur les retours en chaleurs [45-56%]. Cette dernière observation n'est pas conforme à ceux à quoi on aurait pu s'attendre et peut-être normal dans la race MTR avec une meilleure fertilité sur synchronisation que sur les retours. Un biais de classement de certaines agnelles n'est par ailleurs pas exclu, certaines agnelles en saillie en retours de chaleurs post-IA ayant pu être enregistrées en monte naturelle.

Ce biais, concernant tout au plus quelques agnelles par élevages, ne peut cependant pas expliquer à lui seul les résultats obtenus.

Ces observations permettent de confirmer une amélioration de la réussite à la MN ainsi qu'une chute de la fertilité en IA pouvant expliquer cet abandon de l'IA observé depuis plusieurs années.

Dans les pratiques d'élevages pour la mise à la reproduction, nous nous sommes intéressés à l'âge à l'IA, ainsi qu'à la date calendaire des IA. Les résultats en Manech tête rousse sur la période 2009-2018 indiquent une réduction graduelle et constante de l'âge à l'IA (-11 jours par rapport à 2009), ainsi qu'une avancée de la date d'IA (-16 jours par rapport à 2009). La date moyenne de naissance n'a quant à elle pas varié de manière significative sur l'ensemble de la période, malgré un avancement en 2016 (-5 jours).

Ainsi dans cette race, l'avancement des dates calendaires d'IA s'explique par des inséminations pratiquées chez des agnelles de plus en plus jeunes.

En revanche, pour la race BB, les résultats indiquent de fortes fluctuations de ces paramètres au cours de la période d'étude. Après une forte avancée de l'âge et de la date d'IA jusqu'en 2011 (-16 jours par rapport à 2009) puis un recul jusqu'en 2016, une nouvelle avancée est à nouveau observée sur les deux dernières années (-6 jours en 2018 par rapport à 2009).

Pour la race MTR, la baisse de l'âge moyen à l'IA observée sur la période d'étude résulte d'une concentration des âges à l'IA autour de 240 jours, d'une forte réduction de la proportion d'agnelles inséminées après 270 jours et d'une augmentation de la proportion de celles inséminées avant 240 jours

Pour la race BB, ce phénomène de concentration a aussi été observé, même si l'étalement des âges à l'IA demeure beaucoup plus important qu'en race MTR. Par ailleurs, la proportion d'agnelles inséminées à des âges inférieurs à 250 jours tend à diminuer. Les effets opposés de ces deux phénomènes expliquent la faible réduction globale de l'âge moyen à l'IA sur l'ensemble de la période d'étude. De manière globale les pratiques apparaissent beaucoup plus différenciées pour la race BB que pour la race MTR.

L'évolution des mêmes paramètres a été analysée pour la monte naturelle. Les résultats pour la race Manech tête rousse nous montrent, sur la période de 2009 à 2018, une avancée de l'âge à l'IA (-29 jours) et de la date d'IA (-30 jours). En revanche, pour la race BB, les résultats

pour l'âge et la date sont stables avec une légère fluctuation [-8, +5]. Pour les agnelles de race MTR, cette avancée, vient d'un effet « concentration » avec l'apparition d'un pic d'agnelles de plus en plus important autour des 240 jours d'âge et un décalage vers la gauche (avancement) de la densité d'agnelles. Pour les agnelles de race BB, nous observons peu de variation de la densité ce qui renforce les observations précédentes sur la stabilité de l'évolution. Concernant la date d'IA, pour les agnelles de race MTR nous pouvons remarquer un avancement et un effet « concentration » avec un pic en juillet, alors que pour la race BB il y a peu d'évolution au cours des campagnes et la majorité des agnelles se trouvent après septembre. Pour la race MTR, nous venons de voir que le pic de la saillie fécondante en monte naturelle se trouvait en juillet, ce qui n'est pas cohérent avec le cycle naturel de reproduction d'une agnelle. Il est donc fort probable que cette avancée calendaire soit le fait d'une augmentation de l'utilisation de la synchronisation des chaleurs, ce qui semble être moins le cas en race BB.

En l'absence d'information spécifique dans la base de données SIOEL sur l'utilisation de la synchronisation des chaleurs en monte naturelle, nous avons tenté d'aborder la question au travers des ventes d'éponges hormonales faites par le CDEO, en dehors de celles utilisées pour l'IA. Cette vision est forcément parcellaire, car les achats d'éponges peuvent avoir lieu dans d'autres points de vente, et il nous a été impossible de savoir quelle proportion de ces ventes couvrait le CDEO. Cette analyse nous a cependant permis de constater une tendance à la baisse des ventes d'éponges hormonales destinées aux agnelles de race MTN, une légère augmentation des ventes pour les agnelles de race BB, et une forte augmentation pour la race MTR. Ces observations sont en accord avec une augmentation de l'utilisation de la synchronisation des chaleurs pour les agnelles de cette race luttées en monte naturelle. Malheureusement, à partir des informations parcellaires relatives à la vente des éponges hormonales, il ne nous a pas été possible de distinguer de manière fiable les élevages utilisant ou non la synchronisation des chaleurs afin de mener une analyse comparative des performances à la reproduction entre ces 2 groupes.

### 3.2.2. Principaux facteurs de risque de réussite à l'insémination artificielle chez les agnelles de race Manech Tête Rousse

Dans cette étude, seulement 5 paramètres (campagne, inséminateur, délai retrait éponge-IA, l'âge à l'insémination et la semaine de mise à la reproduction) ont été analysés comme facteurs de risque pour la réussite à l'IA.

Dans notre étude, **l'effet de la campagne demeure significatif** après ajustement sur les autres paramètres étudiés. En prenant comme année de référence la campagne 2011 (taux de réussite à l'IA : 65 %) une dégradation significative de la réussite à l'IA est observée depuis 2015 (taux de réussite inférieurs à 60%), avec des résultats particulièrement dégradés en 2016 (taux de réussite 54%). Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer que certaines années soient moins favorables à la réussite des agnelles à l'IA. Ça peut être le cas dans les problèmes de croissance et ainsi d'un retard à la puberté dans le cas d'une sous-nutrition ou d'un stress thermique sur la mère de l'agnelle pendant le 1<sup>er</sup> tiers de gestation (Romo-Barron et al. 2019). Il peut aussi s'agir d'un effet néfaste d'un stress thermique pendant la saison de reproduction pouvant altérer la qualité des ovocytes ou augmenter les risques de mortalité embryonnaire.

Plusieurs études montrent bien l'effet du stress thermique sur la reproduction. L'ensemble des processus dynamiques permettant d'atteindre la thermoneutralité perturbe les autres fonctions physiologiques (Hansen 2009) et notamment la reproduction au sein de l'espèce ovine (Dobson et al. 2012) mais également au sein d'autres espèces (Das et al. 2016). Ces impacts vont être différents selon le stade physiologique de la brebis au moment de ce stress (Romo-Barron et al. 2019 ; van Wettere et al. 2021). Chez une femelle cyclée, le stress thermique entraîne un dérèglement du cycle ovarien, avec notamment une augmentation de la durée totale du cycle et une diminution de la durée de l'œstrus pouvant entraîner des décalages dans le moment de l'ovulation. Dans le cas où ce stress apparaît au moment de l'œstrus ou juste avant celui-ci, le taux d'ovulation chez la brebis reste identique aux brebis n'ayant pas subi ce stress (Naqvi et al. 2004) mais en revanche la qualité des ovocytes sera diminuée (maturations aberrantes) (Ahmadi et al. 2019 ; Gharibzadeh et al. 2015) entraînant une baisse des performances de reproduction suite à une mortalité embryonnaire (Romo-Barron et al. 2019 ; van Wettere et al. 2021). Même si l'ensemble de ces études ont été réalisées sur des brebis, nous pouvons supposer que ces phénomènes se retrouvent chez les agnelles, et devrait inciter les éleveurs à apporter des solutions de confort thermiques.

Nos résultats confirment **l'influence majeure de l'inséminateur** sur le taux de réussite à l'IA avec des différences de plus de 20 points entre les extrêmes. Ces résultats illustrent l'importance de la formation continue des inséminateurs, indispensable au maintien d'une grande technicité et garante de bons résultats. Cependant les résultats des inséminateurs « expérimentés » (>1500) ne sont pas apparus forcément meilleurs que ceux des inséminateurs moins expérimentés (<500).

Le troisième paramètre qui a été analysé est **le délai entre le retrait de l'éponge et l'insémination**. Dans notre étude, aucun effet significatif de cette durée sur la réussite à l'insémination n'a pu être mis en évidence par rapport à la durée de référence. Cela peut s'expliquer par une étendue de ces délais relativement courte (3.5h), ou un biais lié à l'imprécision dans l'enregistrement des données qui n'étaient disponibles qu'à l'échelle du lot de femelles et non pas à l'échelle individuelle.

Nos résultats montrent par ailleurs que **l'âge est un paramètre majeur de la réussite à l'IA**. Des performances très dégradées ont ainsi pu être mises en évidence chez les agnelles inséminées à des âges très précoces (classe 6-7 mois : 50,9 % IC95% : 47.9 - 53.8%). A l'inverse, une augmentation significative des performances à l'IA a pu être mise en évidence chez les agnelles inséminées tardivement par rapport à la moyenne (classe 9-10 mois : 69,6 %, IC95% : 66.8 – 72.3 %  $p = 0.0004$ ). Il est également intéressant de remarquer qu'avant l'âge de 8 mois, la réussite à l'IA augmente rapidement avec l'âge tandis qu'au-delà de 8 mois le gain est plus réduit. Ceci peut s'expliquer par le poids de l'agneille. En effet, on peut supposer qu'avant 8 mois, seulement certaines agnelles atteignent le poids idéal recommandé (67% du poids adulte) et peuvent ainsi être pubères. Une autre hypothèse qui mériterait d'autres investigations serait que les agnelles atteignent le poids recommandé mais sont impubères en raison d'un âge trop jeune, ou bien qu'elles atteignent le poids recommandé défini historiquement sur des brebis de gabarit plus réduit. En effet, l'amélioration de la production laitière permise par la sélection génétique a aussi été associée à une augmentation du format des animaux, variable selon les espèces et les races. C'est le cas par exemple chez les bovins de race Prim'Holstein avec un poids adulte de 450-500 kg en 1990 et atteignant un poids de 600-700kg de nos jours. Le même cas de figure existe chez les bovins allaitants de race Limousine quand nous comparons les résultats du contrôle de performances des bovins allaitants entre la campagne 2011 et 2020. C'est également le cas dans certaines races ovines allaitantes telle que la race Blanche du Massif Central (BMC) où des agneaux de 70 jours ont eu un gain de poids de 3kg en comparant les résultats du contrôle de performances des ovins

allaitant campagne 2011 et campagne 2020. Avec ces informations, il serait éventuellement intéressant de réévaluer le standard actuel de la race (poids) et de créer des courbes de croissance pour ce standard en relation avec l'acquisition de la maturité sexuelle. Pour la race Manech tête rousse, il ne paraît pas délétère, en termes de performances à l'IA, d'avancer l'IA à 8 mois d'âge, pour les agnelles inséminées plus tardivement si et seulement si les conditions de poids sont respectées. Dans le cas des élevages où l'insémination est très précoce (<8 mois), il serait plutôt avantageux de reculer le moment de l'insémination.

Le dernier paramètre analysé était **la semaine calendaire de réalisation des IA**. Dans notre étude, les semaines s'étendaient de la semaine 25 (mi juin) à la semaine 37 (début septembre). Sur l'ensemble de la période d'étude, l'effet de la semaine calendaire n'est globalement pas significatif, une fois ajusté sur l'âge des agnelles à l'IA. En raison d'effectifs insuffisants, notre analyse n'a pas pris en compte l'interaction entre la campagne et la semaine calendaire, ne permettant pas une évaluation fine de l'effet de certaines semaines, certaines années. Cette approche aurait permis d'évaluer si les conditions de température, à certaines dates, pourraient expliquer de faible taux de réussite à l'IA et de confirmer l'hypothèse d'un effet du stress thermique.

Les résultats militent pour une évaluation plus approfondie, à travers le dosage longitudinal de la progestéronémie par exemple, de la relation entre l'âge, le poids et la puberté des agnelles.

## CONCLUSION

---

La reproduction au sein d'une filière de production laitière permet de produire du lait à destination de la consommation humaine soit sous forme de lait de consommation ou transformé (fromage...). Si cette reproduction fait défaut, la production laitière peut ne pas suivre et pénaliser l'économie locale. Pour la reproduction des ovins, dans notre cas des Races Ovines Laitières des Pyrénées (ROLP) qui sont la Manech tête rousse, la Basco-Béarnaise et la Manech tête noire, plusieurs modes de reproduction sont possibles (insémination artificielle, monte naturelle avec ou sans synchronisation des chaleurs). L'insémination artificielle permet également d'améliorer rapidement la génétique de la race. L'objectif de ce travail, qui s'est concentré uniquement sur les agnelles, était dans un premier temps d'étudier l'évolution des pratiques d'élevages en termes de conduite de la reproduction, en s'intéressant à la fois à la date de mise à l'IA et l'âge des agnelles au moment de l'IA. Dans un deuxième temps, le but était d'analyser les différents facteurs de risque pouvant influencer la réussite des agnelles à l'insémination artificielle.

Malgré les limites de notre étude, principalement liées aux limites des informations contenues dans les bases de données des élevages en sélection, les résultats montrent clairement un avancement certains à la fois de l'âge et de la date de mise à la reproduction que ce soit à l'IA ou à la monte naturelle. Par ailleurs il apparaît une utilisation croissante de la synchronisation hormonale des chaleurs en monte naturelle.

L'analyse des facteurs de réussite à l'IA chez les agnelles de race Manech tête rousse a par ailleurs mis en évidence qu'une mise à la reproduction très précoce est associée à des performances très dégradées. Ainsi, dans cette race, l'objectif d'une première mise bas à 12 mois n'apparaît pas nécessairement optimal si elle doit optimiser la réussite à l'IA. Ces résultats soulignent la nécessité d'études supplémentaires visant à mieux déterminer l'âge de maturité sexuelle et la diversité pouvant exister entre les différentes races ovines.

Enfin, ce travail a permis d'identifier certains points limitants des bases de données utilisées, notamment en ce qui concerne l'information de la première mise à la reproduction effective des jeunes brebis et de l'utilisation de la synchronisation hormonale en monte naturelle. L'enregistrement de ces informations permettrait une analyse plus robuste, détaillée et pertinente des résultats de reproduction.

## BIBLIOGRAPHIE

---

ABECIA, J.A., CHEMINEAU, P., GÓMEZ, A., KELLER, M., FORCADA, F. et DELGADILLO, J.A., 2016. Presence of photoperiod-melatonin-induced, sexually-activated rams in spring advances puberty in autumn-born ewe lambs. In : *Animal Reproduction Science*. juillet 2016. Vol. 170, pp. 114-120. DOI 10.1016/j.anireprosci.2016.04.011.

AGRESTE, 2019. *AgresteNA\_filiereovinlait2019* [en ligne]. S.I. DRAAF. [Consulté le 5 avril 2021]. Disponible à l'adresse : [https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/AgresteNA\\_filiereovinlait2019-lien\\_cle8f7e13.pdf](https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/AgresteNA_filiereovinlait2019-lien_cle8f7e13.pdf).

AHMADI, Ebrahim, NAZARI, Hassan et HOSSINI-FAHRAJI, Hamid, 2019. Low developmental competence and high tolerance to thermal stress of ovine oocytes in the warm compared with the cold season. In : *Tropical Animal Health and Production*. juillet 2019. Vol. 51, n° 6, pp. 1611-1618. DOI 10.1007/s11250-019-01854-w.

BARIL, G., CHEMINEAU, P., COGNIE, Y., GUÉRIN, Y, LEOEUF, B., ORGEUR, P. et VALLET, J.-C., 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. In : [en ligne]. 1993. [Consulté le 19 octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.fao.org/3/t0121f/T0121f00.htm>.

BARILLET, F., LAGRIFFOUL, G., MARNET, P.G., LARROQUE, H., RUPP, R., PORTES, D., BOCQUIER, F. et ASTRUC, J.M., 2019. Objectifs de sélection et stratégie raisonnée de mise en oeuvre à l'échelle des populations de brebis laitières françaises. In : *INRA Productions Animales* [en ligne]. 5 juillet 2019. Vol. 29, n° 1. [Consulté le 21 octobre 2021]. DOI 10.20870/productions-animales.2016.29.1.2514. Disponible à l'adresse : <https://productions-animales.org/article/view/2514>.

BARILLET, F., PALHIÈRE, I., ASTRUC, J.M., BROCHARD, M., BAELDEN, M., AGUERRE, X., FIDELLE, F., ARRANZ, J.M., BELLOC, J.P., BRIOIS, M., FREGEAT, G., SOULAS, C., ANDREOLETTI, O., CORBIÈRE, F. et SCHELCHER, F., 2004. Le programme français d'éradication de la tremblante du cheptel ovien fondé sur l'utilisation de la génétique. In : *INRAE Productions Animales*. 20 décembre 2004. Vol. 17, n° HS, pp. 87-100. DOI 10.20870/productions-animales.2004.17.HS.3633.

BATES, Douglas, MÄCHLER, Martin, BOLKER, Ben et WALKER, Steve, 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using **lme4**. In : *Journal of Statistical Software* [en ligne]. 2015. Vol. 67, n° 1. [Consulté le 21 octobre 2021]. DOI 10.18637/jss.v067.i01. Disponible à l'adresse : <http://www.jstatsoft.org/v67/i01/>.

BECK, N. F. G. et DAVIES, M. C. G., 1994. The effect of stage of breeding season or pre-mating oestrogen and progestagen therapy on fertility in ewe lambs. In : *Animal Science*. décembre 1994. Vol. 59, n° 3, pp. 429-434. DOI 10.1017/S0003356100007959.

BOULANOUAR, B, AHMED, M, KLOPFENSTEIN, T, BRINK, D et KINDER, J, 1995. Dietary protein or energy restriction influences age and weight at puberty in ewe lambs. In : . 1995. pp. 10.

CASTONGUAY, François, 2018. *la reproduction chez les ovins* [en ligne]. mars 2018. S.I. : université Laval. Disponible à l'adresse :

[https://ovins.fsaa.ulaval.ca/fileadmin/Fichiers/Conferences/La\\_reproduction\\_chez\\_les\\_ovins\\_2018.pdf](https://ovins.fsaa.ulaval.ca/fileadmin/Fichiers/Conferences/La_reproduction_chez_les_ovins_2018.pdf).

COLAS, G., THIMONIER, J., COUROT, M., ORTAVANT, R., CORNU, C. et GUÉRIN, Y., 1973. FERTILITÉ, PROLIFICITÉ ET FÉCONDITÉ PENDANT LA SAISON SEXUELLE DES BREBIS INSÉMINÉES ARTIFICIELLEMENT APRÈS TRAITEMENT A L'ACÉTATE DE FLUOROGESTONE. In : *Annales de zootechnie*. 1973. Vol. 22, n° 4, pp. 441-451.

DAS, Ramendra, SAILO, Lalrengpuii, VERMA, Nishant, BHARTI, Pranay, SAIKIA, Jnyanashree, IMTIWATI et KUMAR, Rakesh, 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. In : *Veterinary World*. mars 2016. Vol. 9, n° 3, pp. 260-268. DOI 10.14202/vetworld.2016.260-268.

DAVID, I., LEYMARIE, C., LAGRIFFOUL, G., MANFREDI, E., ROBERT-GRANIE, C. et BODIN, L., 2008. Facteurs de variation génétiques et environnementaux de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle en ovin. In : . 2008. pp. 4.

DAY, M. L., IMAKAWA, K., ZALESKY, D. D., KITOK, R. J. et KINDER, J. E., 1986. Effects of Restriction of Dietary Energy Intake during the Prepubertal Period on Secretion of Luteinizing Hormone and Responsiveness of the Pituitary to Luteinizing Hormone-Releasing Hormone in Heifers. In : *Journal of Animal Science*. 1 juin 1986. Vol. 62, n° 6, pp. 1641-1648. DOI 10.2527/jas1986.6261641x.

DOBSON, H., FERGANI, C., ROUTLY, J.E. et SMITH, R.F., 2012. Effects of stress on reproduction in ewes. In : *Animal Reproduction Science*. février 2012. Vol. 130, n° 3-4, pp. 135-140. DOI 10.1016/j.anireprosci.2012.01.006.

DUVAL, P., BELLOC, J.P., ALBARET, M., GIROU, P. et BARILLET, F., 1995. Etude de facteurs de variation de la fonction sexuelle de bœliers Lacaune lait et de la fertilité des brebis en insémination artificielle. In : . 1995.

EPPLESTON, J., SALAMON, S., MOORE, N.W. et EVANS, G., 1994. The depth of cervical insemination and site of intrauterine insemination and their relationship to the fertility of frozen-thawed ram semen. In : *Animal Reproduction Science*. septembre 1994. Vol. 36, n° 3-4, pp. 211-225. DOI 10.1016/0378-4320(94)90069-8.

EVANS, G. et MAXWELL, W. M. C., 1987. Salamons' artificial insemination of sheep and goats. In : *Salamons' artificial insemination of sheep and goats*. 1987. n° Ed. 2.

FATET, A., LEBOEUF, B., FRERET, S., DRUART, X., BODIN, L., CAILLAT, H., DAVID, I., PALHIÈRE, I., BOUÉ, P. et LAGRIFFOUL, G., 2008. L'insémination dans les filières ovines et caprines. In : . 2008.

FOX, John et WEISBERG, Sanford, 2018. Visualizing Fit and Lack of Fit in Complex Regression Models with Predictor Effect Plots and Partial Residuals. In : *Journal of Statistical Software* [en ligne]. 2018. Vol. 87, n° 9. [Consulté le 21 octobre 2021]. DOI 10.18637/jss.v087.i09. Disponible à l'adresse : <http://www.jstatsoft.org/v87/i09/>.

FRAPPREAU, Véronique, 2020. *Dispositif génétique chiffres clés ruminants 2019* [en ligne]. S.I. idele. [Consulté le 5 avril 2021]. Disponible à l'adresse :

[http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/fge-chiffres-cles-ruminants-2019.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/fge-chiffres-cles-ruminants-2019.html).

GHARIBZADEH, Z., RIASI, A., OSTADHOSSEINI, S., HOSSEINI, S.M., HAJIAN, M. et NASR-ESFAHANI, M.H., 2015. Effects of heat shock during the early stage of oocyte maturation on the meiotic progression, subsequent embryonic development and gene expression in ovine. In : *Zygote*. août 2015. Vol. 23, n° 4, pp. 573-582. DOI 10.1017/S0967199414000203.

GONZÁLEZ-BULNES, Antonio, BAIRD, David T., CAMPBELL, Bruce K., COCERO, María J., GARCÍA-GARCÍA, Rosa M., INSKEEP, E. Keith, LÓPEZ-SEBASTIÁN, Antonio, MCNEILLY, Alan S., SANTIAGO-MORENO, Julián, SOUZA, Carlos J. H. et VEIGA-LÓPEZ, Almudena, 2004. Multiple factors affecting the efficiency of multiple ovulation and embryo transfer in sheep and goats. In : *Reproduction, Fertility and Development*. 28 juin 2004. Vol. 16, n° 4, pp. 421-435. DOI 10.1071/RD04033.

HANSEN, Peter J., 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. In : *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 27 novembre 2009. Vol. 364, n° 1534, pp. 3341-3350. DOI 10.1098/rstb.2009.0131.

INAO, 2021. Fiche produit Ossau-Iraty. In : [en ligne]. 2 mai 2021. [Consulté le 5 avril 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.inao.gouv.fr/produit/13705>.

KERSHAW, Claire M., KHALID, Muhammad, MCGOWAN, Michael R., INGRAM, Kate, LEETHONGDEE, Sukanya, WAX, Gabriele et SCARAMUZZI, Rex J., 2005. The anatomy of the sheep cervix and its influence on the transcervical passage of an inseminating pipette into the uterine lumen. In : *Theriogenology*. septembre 2005. Vol. 64, n° 5, pp. 1225-1235. DOI 10.1016/j.theriogenology.2005.02.017.

MAUGAN, Laure-Hélène, LOYWYCK, Valérie, LAGRIFFOUL, Gilles et CASTRES, Annette, 2019. 001001920340 : *Résultats annuels sur l'insémination artificielle ovine - campagne 2018* [en ligne]. S.I. Service Gestion et Sélection des Populations-IDELE. [Consulté le 28 octobre 2021]. Disponible à l'adresse : [https://idele.fr/?eID=cmis\\_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F28cbc814-1141-4ffa-9709-0a9007e05a91&cHash=226fb5fa0ea42b9f7fb0ccb0b6390249](https://idele.fr/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F28cbc814-1141-4ffa-9709-0a9007e05a91&cHash=226fb5fa0ea42b9f7fb0ccb0b6390249).

MCMANUS, Concepta M, 2020. Heat stress effects on sheep: Are hair sheep more heat resistant? In : . 2020. pp. 11.

NAQVI, S.M.K., MAURYA, V.P., GULYANI, R., JOSHI, A. et MITTAL, J.P., 2004. The effect of thermal stress on superovulatory response and embryo production in Bharat Merino ewes. In : *Small Ruminant Research*. octobre 2004. Vol. 55, n° 1-3, pp. 57-63. DOI 10.1016/j.smallrumres.2004.02.009.

ROBINSON, Jane E. et KARSCH, F. J., 1988. Timing the breeding season of the ewe : what is the role of daylength ? In : *Reproduction Nutrition Développement*. 1988. Vol. 28, n° 2B, pp. 365-374. DOI 10.1051/rnd:19880303.

ROBINSON, Jane E., MAX RADFORD, H. et KARSCH, Fred J., 1985. Seasonal Changes in Pulsatile Luteinizing Hormone (LH) Secretion in the Ewe: Relationship of Frequency of LH Pulses to Day Length and Response to Estradiol Negative Feedback1. In : *Biology of*

*Reproduction*. 1 septembre 1985. Vol. 33, n° 2, pp. 324-334.  
DOI 10.1095/biolreprod33.2.324.

ROMO-BARRON, Cinthya B., DIAZ, Daniel, PORTILLO-LOERA, Jesus J., ROMO-RUBIO, Javier A., JIMENEZ-TREJO, Francisco et MONTERO-PARDO, Arnulfo, 2019. Impact of heat stress on the reproductive performance and physiology of ewes: a systematic review and meta-analyses. In : *International Journal of Biometeorology*. juillet 2019. Vol. 63, n° 7, pp. 949-962. DOI 10.1007/s00484-019-01707-z.

SALAMON, S et MAXWELL, W.M.C, 2000. Storage of ram semen. In : *Animal Reproduction Science*. août 2000. Vol. 62, n° 1-3, pp. 77-111. DOI 10.1016/S0378-4320(00)00155-X.

SALLÉ, G., JACQUIET, P., GRUNER, L., CORTET, J., SAUVÉ, C., PRÉVOT, F., GRISEZ, C., BERGEAUD, J. P., SCHIBLER, L., TIRCAZES, A., FRANÇOIS, D., PERY, C., BOUVIER, F., THOULY, J. C., BRUNEL, J. C., LEGARRA, A., ELSÉN, J. M., BOUIX, J., RUPP, R. et MORENO, C. R., 2012. A genome scan for QTL affecting resistance to *Haemonchus contortus* in sheep1. In : *Journal of Animal Science*. 1 décembre 2012. Vol. 90, n° 13, pp. 4690-4705. DOI 10.2527/jas.2012-5121.

SHIPLEY, C. F. B., BUCKRELL, BRIAN C., MYLNE, M. J. A., POLLARD, JOHN et HUNTON, J. R., 2007. CHAPTER 86 - Artificial Insemination and Embryo Transfer in Sheep. In : YOUNGQUIST, ROBERT S. et THRELFALL, WALTER R. (éd.), *Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition)* [en ligne]. Saint Louis : W.B. Saunders. pp. 629-641. [Consulté le 21 octobre 2020]. ISBN 978-0-7216-9323-1. Disponible à l'adresse : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780721693231500891>.

VAN WETTERE, William H. E. J., KIND, Karen L., GATFORD, Kathryn L., SWINBOURNE, Alyce M., LEU, Stephan T., HAYMAN, Peter T., KELLY, Jennifer M., WEAVER, Alice C., KLEEMANN, David O. et WALKER, Simon K., 2021. Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. In : *Journal of Animal Science and Biotechnology*. décembre 2021. Vol. 12, n° 1, pp. 26. DOI 10.1186/s40104-020-00537-z.

YEATES, N. T. M., 1949. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial means using light. In : *The Journal of Agricultural Science*. janvier 1949. Vol. 39, n° 1, pp. 1-43. DOI 10.1017/S0021859600004299.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussigné, Fabien CORBIERE, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **KELLENS Adrien** intitulée « **LA FERTILITE DES AGNELLES DES RACES OVINES LAITIERES DES PYRENEES A L'INSEMINATION ARTIFICIELLE : ANALYSE DESCRIPTIVE 2009-2018** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 22/10/2021  
Enseignant-chercheur de l'École Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Professeur Fabien CORBIERE



Vu :  
Le Directeur de l'École Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
M. Pierre SANS



Vu :  
Le Président du jury  
Professeur Roger LEANDRI



Vu et autorisation de l'impression :  
Le Président de l'Université Paul  
Sabatier  
Monsieur Jean-Marc BROTO  
Par délégation, le Doyen de la faculté de  
Médecine de Toulouse-Rangueil  
Monsieur Elie SERRANO



M. KELLENS Adrien  
a été admis sur concours en : 2016  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 06/07/2020  
a validé son année d'approfondissement le : 16/06/2021  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider





TOULOUSE, 2021

**NOM** : KELLENS

**PRÉNOM** : Adrien

**TITRE** : La fertilité des agnelles des races ovines laitières des Pyrénées à l'insémination artificielle : analyse descriptive 2009-2018

**RÉSUMÉ** : Depuis quelques années, le centre départemental de l'élevage ovin (CDEO) d'Ordiarp remarque un recul de l'insémination artificielle (IA) chez les agnelles des races ovines laitières des Pyrénées. L'objectif de ce travail était de décrire les évolutions des pratiques de mise à la reproduction des agnelles des trois races ovines laitières des Pyrénées et d'investiguer plusieurs facteurs de risques potentiels de la fertilité à l'insémination. Ce travail s'est basé sur l'exploitation des données des élevages en sélection sur une période de 10 ans, de 2009 à 2018. Les résultats montrent à la fois un avancement et une concentration des âges à la mise à la reproduction, phénomènes très marqués en race Manech Tête Rousse. Ce phénomène concerne à la fois les agnelles inséminées et celles luttées en monte naturelle. Parmi les facteurs ayant une influence significative sur la fertilité des agnelles à l'IA, un fort effet de l'année, de l'inséminateur et de l'âge à l'IA ont été mis en évidence. Ainsi les agnelles inséminées avant l'âge de 8 mois avaient une fertilité détériorée. Les pratiques visant à mettre à la reproduction les agnelles de plus en plus jeunes pourraient donc en partie expliquer la dégradation observée de la fertilité à l'IA, et le fait que les éleveurs s'en détournent.

**MOTS-CLÉS**: ovins, agnelles, fertilité, monte naturelle, insémination artificielle, facteurs de risque

---

**TITLE**: Fertility of ewe lambs of Pyrenean dairy breeds with artificial insemination: descriptive analysis 2009-2018

**ABSTRACT**:

In recent years, the departmental sheep breeding center (CDEO) in Ordiarp has observed a decline in artificial insemination (AI) in ewe lambs of the Pyrenean dairy breeds. The objective of this work was to describe the evolution of breeding practices of ewe lambs of the three Pyrenean dairy breeds and to investigate several potential risk factors of fertility at insemination. This work was based on the exploitation of data from farms over a period of 10 years, from 2009 to 2018. The results show both an advance and a concentration of ages at mating, phenomena that are very marked in the Manech Tête Rousse breed. This phenomenon concerns both inseminated ewe lambs and ewe lambs from natural mating. Among the factors that have a significant influence on the fertility of ewe lambs at AI, a strong effect of the year, the inseminator and the age at AI has been demonstrated. Thus, ewe lambs inseminated before the age of 8 months had a degraded fertility. The practices aiming to raise younger and younger ewe lambs could therefore explain in part the observed degradation of fertility at AI, and the fact that breeders are turning away from it.

**KEY WORDS**: sheep, ewe lambs, fertility, natural mating, artificial insemination, risk factors