

# VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

## **Approche descriptive des avortements précoces observés sur des agnelles de race Lacaune Lait du Rayon de Roquefort**

Lucille BALDET

Option A2E : Adapter l'Elevage aux nouveaux Enjeux  
2020







Mémoire de fin d'étude d'ingénieur agronome

# Approche descriptive des avortements précoces observés sur des agnelles de race Lacaune Lait du Rayon de Roquefort

Epidémiologie descriptive des avortements précoces observés sur agnelles Lacaune



Lucille BALDET

Née le 15/06/1997

Promotion 2017-2020

Responsable entreprise : Mme Béatrice GIRAL

Tutrice pédagogique : Mme Fabienne BLANC

**VETAGRO SUP**  
Campus Agronomique  
89 Avenue de l'Europe, 63370 LEMDES



*« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assure l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »*



## Remerciements

Je tiens premièrement à remercier chaleureusement Madame Béatrice Giral-Viala, ma tutrice entreprise, qui m'a donné l'opportunité de réaliser cette dernière année d'étude en alternance. Je tiens tout particulièrement à lui adresser mes remerciements, pour son encadrement et l'ensemble des connaissances qu'elle m'a transmis.

Je souhaite également remercier Madame Fabienne Blanc, mon enseignante référente, pour son accompagnement, son soutien et tous ses précieux conseils.

Merci aux vétérinaires du groupe de travail « avortements précoces », Céline, Christel, Béatrice, François et Olivier, qui ont pris le temps de partager leur expertise et leurs connaissances avec bienveillance et qui ont eu l'amabilité de me relire.

Merci à l'ensemble des techniciens d'élevage pour l'ensemble des informations qu'ils m'ont fait parvenir, et aux vétérinaires conventionnés qui m'ont aidée à récupérer les données sanitaires des élevages enquêtés.

Je tiens à remercier également l'ensemble des éleveurs qui ont accepté de participer à cette étude et qui m'ont toujours reçue chez eux dans les meilleures conditions.

Merci à ma famille et à ma belle-famille pour leur soutien tout au long de mes études. Merci à mes parents pour leur soutien lors des appels interminables en prépa véto, et des oraux à la capitale, et à ma grande sœur pour ses nombreuses relectures.

Merci à mon compagnon, pour ses encouragements et sa patience pendant ces trois années d'école d'ingénieur, voilà l'école c'est fini, une nouvelle page s'ouvre.

Merci à mes copines Aveyronnaises, Cantaliennes et Puy-de-Dômoises, pour ces trois années de complicité et tous ces souvenirs. Nos cafés/thés en chambre 206 resteront gravés à jamais.

Enfin, un grand merci aux collègues, Christine, Sarah, Patricia, Véro, Clément, Didier, Ludivine, Elodie, Vincent et tous les autres d'avoir fait de cette année d'alternance une très belle première expérience dans le monde du travail.



## Résumé

Depuis 2012, la coopérative OVI-TEST ainsi que les autres organismes impliqués dans la filière Roquefort ont commencé à observer des avortements relativement précoces sur les lots d'agnelles de renouvellement en race Lacaune Lait. Le présent travail vise à décrire les principales caractéristiques épidémiologiques et relatives à la conduite des lots touchés au cours de la campagne 2019. Des enquêtes ont été réalisées chez l'ensemble des élevages touchés, et l'analyse a été réalisée sur les données des 28 élevages où aucune cause classique d'avortement ne pouvait être identifiée. Cette étude a permis de poser deux hypothèses potentiellement explicatives de l'apparition de ces avortements. D'une part, certaines observations laissent supposer une cause physiologique : les agnelles sont inséminées significativement plus jeunes, et en période de contre-saison sexuelle. En combinant ces éléments avec le stade de gestation auquel les avortements sont observés, on peut supposer que les agnelles ne sont pas totalement matures au moment des inséminations et ne sont pas aptes à mener la gestation jusqu'à son terme. D'autre part, une hypothèse infectieuse peut être émise en tenant compte des résultats de recherche menés par l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse. En effet certains résultats de l'analyse menée dans ce travail vont dans ce sens : la période d'avortement est très courte laissant penser l'implication d'un vecteur. De plus, la distribution géographique sur le territoire semble être liée à la densité d'élevages au kilomètre carré. L'étude et le travail réalisé ont permis de redynamiser la collaboration entre les différentes parties prenantes de la filière et un nouveau protocole expérimental a ainsi été mis en place pour la campagne 2020.

**Mots-clés** : Avortements, causes abortives, épidémiologie, ovin-lait, Lacaune

## Abstract

Since 2012, the cooperative OVI-TEST as well as the other organizations involved in the Roquefort sector have begun to observe early abortions on Lacaune Lait renewal ewe lambs. The present work aims to describe the main epidemiological and management characteristics of the affected ewe lambs during the 2019 campaign. Surveys were carried out among all affected farmers. Then we selected twenty-eight farms for which no classical cause of abortion could be identified. This study allowed to write two hypotheses that could potentially explain the appearance of the abortions. On the one hand, some observations suggest a physiological cause: the ewe lambs are inseminated significantly younger, and during the sexual off-season. By combining these elements with the stage of gestation at which abortions are observed, it can be assumed that ewe lambs are not fully mature at the time of insemination and are not able to maintain gestation to term. On the other hand, an infectious hypothesis can be written taking into account the results of research conducted by the National Veterinary School of Toulouse. Indeed, some results of the analysis carried out in this work point in this direction: the abortion period is centred on a period suggesting the involvement of a vector. Moreover, the geographical distribution over the territory seems to be linked to the density of farms per square kilometers. The study and the work carried out aims it possible to revitalize the collaboration between the various stakeholders and a new experimental protocol has thus been set up for the 2020 campaign.

**Key-words**: Abortions, abortive causes, epidemiology, dairy sheep, Lacaune



## Table des matières

<b>Table des illustrations.....</b>	<b>I</b>
<b>Table des annexes.....</b>	<b>IV</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>V</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE I : Bases physiologiques associées à la mise en place et au maintien de la gestation chez les agnelles et analyse des principaux facteurs de risques d'avortement.....</b>	<b>2</b>
<b><i>I.1. Mise en place de la première gestation chez l'agnelle Lacaune Lait, particularités et généralités</i></b>	<b>2</b>
I.1.1. Présentation de la race Lacaune Lait dans le contexte du Rayon de Roquefort .....	2
I.1.2. Acquisition de la puberté et facteurs de variation .....	3
I.1.3. Mise en place et réussite de la reproduction .....	4
I.1.4. Evolution de la physiologie de l'animal au cours de la gestation pour en assurer le maintien	4
I.1.4.a. Les régulations hormonales qui assurent le maintien de la gestation .....	4
I.1.4.b. Le système immunitaire maternel permet un non rejet du fœtus.....	4
I.1.5. Définition officielle de « l'avortement » et distinctions selon le stade d'interruption .....	5
<b><i>I.2. Caractéristiques épidémiologiques des principales causes abortives en élevage ovin</i></b> .....	<b>5</b>
I.2.1. Principales causes abortives infectieuses et parasitaires selon le dispositif OSCAR.....	5
I.2.1.a. La chlamydie .....	5
I.2.1.b. La toxoplasmose .....	6
I.2.1.c. La Fièvre Q .....	6
I.2.1.d. Les Salmonelloses .....	7
I.2.2. Des causes non infectieuses à ne pas négliger : l'alimentation et le stress.....	7
I.2.2.a. Le statut nutritionnel et la qualité des aliments doivent être maîtrisés .....	7
I.2.2.b. Les stress environnementaux doivent être évités.....	8
<b>PARTIE II : Matériels et méthodes.....</b>	<b>10</b>
<b><i>II.1. Constitution d'un groupe d'experts « Avortements précoces » pour l'encadrement du projet ..</i></b>	<b>10</b>
<b><i>II.2. Echantillonnage de la population à enquêter ayant subi des avortements : population « avortements précoces sur agnelles ».....</i></b>	<b>11</b>
<b><i>II.3. Mise au point d'un questionnaire d'enquête pour la caractérisation des élevages.....</i></b>	<b>11</b>
II.3.1. Les thèmes à aborder dans le questionnaire d'enquête .....	11
II.3.2. La rédaction du questionnaire d'enquête.....	12
II.3.3. Les conditions de réalisation des enquêtes.....	12



<b>II.4. Réalisation de 47 enquêtes chez les éleveurs de la population « avortements précoces sur agnelles »</b> .....	<b>12</b>
<b>II.5. De l'analyse des données obtenues en entretien à la communication des résultats</b> .....	<b>13</b>
II.5.1. Traitements des données brutes issues des enquêtes .....	13
II.5.1.a. Détermination des critères temporels liés à l'observation des avortements précoces sur agnelles.....	13
II.5.1.b. Synthèse des informations liées à la conduite des agnelles, en variables qualitatives..	14
II.5.1.c. Sélection des élevages formant la population CIBLE .....	14
II.5.1.d. Localisation des élevages CIBLE.....	15
II.5.2. Présentation des différentes données utilisées comme références pour l'analyse des caractéristiques de la population CIBLE .....	15
II.5.2.a. Données disponibles en interne sur la mise en place de la reproduction et la présence de pâturage chez les agnelles .....	16
II.5.2.b. Données obtenues en externe via différentes structures collaboratrices .....	17
II.5.3. Descriptif des caractéristiques d'élevage et des critères épidémiologiques de la population CIBLE .....	18
II.5.4. Analyse de la répartition géographique des élevages de la population CIBLE .....	19
II.5.5. Observations et interprétation des images d'avortements obtenues lors des échographies de la campagne 2020.....	19
II.5.6. Diffusion des résultats aux éleveurs enquêtés .....	20
<b>PARTIE III : Résultats</b> .....	<b>21</b>
<b>III.1. Caractéristiques épidémiologiques de la population CIBLE</b> .....	<b>21</b>
III.1.1. La population CIBLE : vingt-huit élevages de brebis Lacaune .....	21
III.1.2. Prévalence, taux d'avortement et taux de vides « anormal ».....	22
III.1.3. Notion de temporalité dans l'apparition des avortements.....	23
III.1.3.a. Âge à l'insémination .....	23
III.1.3.b. Période d'insémination .....	24
III.1.3.c. Stade de gestation au moment des avortements .....	24
III.1.3.d. Période d'avortement .....	25
III.1.4. Observations macroscopiques et symptômes des animaux touchés .....	25
III.1.5. Localisation et répartition géographique des avortements.....	26
<b>III.2. Description de la conduite d'élevage des agnelles touchées pas une série abortive</b> .....	<b>27</b>
III.2.1. Une alimentation classique à base de fourrages secs, mais de nombreux problèmes de contaminations des aliments .....	27
III.2.2. Un pâturage plus fréquent que la moyenne des élevages UNOTEC mais une gestion du parasitisme très satisfaisante .....	28



III.2.3. Un abreuvement issu en plus grande proportion d'eau de source.....	28
III.2.4. Une présence non négligeable d'insectes piqueurs potentiellement vecteurs.....	29
III.2.5. Une couverture vaccinale contre la chlamydie et la toxoplasmose supérieure à la moyenne aveyronnaise.....	29
III.2.6. Les lots de PMSG délivrés pour la synchronisation chez les éleveurs de la population CIBLE ne se différencient pas des lots délivrés chez les éleveurs de la population OVI-TEST .....	29
<b>PARTIE IV. Discussion des résultats et perspectives .....</b>	<b>31</b>
<b><i>IV.1. Deux hypothèses explicatives peuvent être rédigées au regard des résultats de l'enquête .....</i></b>	<b><i>31</i></b>
IV.1.1. Hypothèse 1 : La maturité sexuelle des agnelles « d'automne » est non complète pour le maintien d'une gestation mise en place en contre saison.....	31
IV.1.2. Hypothèse n°2 : Un candidat agent infectieux à l'origine des avortements .....	32
<b><i>IV.2. Des biais induits par la méthode d'analyse.....</i></b>	<b><i>32</i></b>
IV.2.1. Le choix des modalités pour les variables risques .....	32
IV.2.2. Certaines données de comparaison ne sont pas toujours homogènes à la population étudiée .....	33
<b><i>IV.3. Caractéristiques de la population CIBLE pouvant impacter certains résultats .....</i></b>	<b><i>33</i></b>
IV.3.1. Taille de l'échantillon CIBLE.....	33
IV.3.2. Localisation des élevages CIBLE .....	33
IV.3.3. Type et historique des élevages CIBLE.....	34
<b><i>IV.3. Des approfondissements envisageables.....</i></b>	<b><i>34</i></b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>36</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>37</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>A</b>



## Table des illustrations

### ► Figures :

Figure n°1 : Diagramme des fréquences d'implication des différents agents pathogènes dans les 210 séries abortives enregistrées en ateliers ovins en 2019 (dispositif OSCAR, 2019)

Figure n°2 : Carte présentant la zone géographique de production de lait utilisé pour le l'AOP Roquefort, aussi appelé le Bassin ou Rayon de Roquefort (Frayssignes, 2007)

Figure n°3 : Evolution du nombre d'IA par périodes réalisées par OVI-TEST depuis 1975 et nombre d'IA réalisées par campagne (entre parenthèses) (données OVITEST, 2019)

Figure n°4 : Le contrôle laitier et l'organisation pyramidale de la population (données UPRA et OVI-TEST 2019)

Figure n°5 : Lancement progressif des cycles œstraux chez la brebis (D.L. Foster, 1988)

Figure n°6 : Puberté des agnelles sous lumière naturelle en fonction du mois de naissance (Castonguay, 2018)

Figure n°7 : Schéma simplifié des régulations hormonales de début de gestation chez la brebis (Montmeas L et al, 2013)

Figure n°8 : Périodes d'interruption de gestation et définition des avortements (Baudet A., 2017)

Figure n°9 : Effectifs totaux des diagnostics entrepris par maladie et sous-effectifs des imputabilités « forte » et « possible » en ateliers ovins au cours de l'année 2019 (Plateforme ESA, 2020)

Figure n°10 : Mise en évidence de Chlamydia abortus par coloration de Giemsa (Rodolakis A., 2013)

Figure n°11 : Trame méthodologique suivie pour la réalisation de l'enquête Avortements agnelles 2019

Figure n°12 : Répartition des jours d'enquête sur la période du contrat

Figure n°13 : Place de la population « CIBLE » au sein de la population des adhérents de la coopérative OVI-TEST

Figure n°14 : Taux d'avortements observés dans les élevages de la population CIBLE selon la multiplicité des lots (n=34)

Figure n°15 : Boîtes à moustache de l'âge à la première insémination des agnelles de la population CIBLE (n=3474) et de la population OVI-TEST (n=36 037) (Données OVI-TEST, campagne 2019)

Figure n° 16 : Distribution annuelle des 30 lots d'insémination sur la campagne 2019 et identification des lots ayant avorté (Données OVI-TEST, campagne 2019)

Figure n°17 : Stade de gestation au moment de l'observation des avortements pour l'ensemble des 30 lots touchés

Figure n°18 : Distribution annuelle des 30 lots d'agnelles ayant avorté et distribution théorique des avortements selon le risque abortif et la distribution des inséminations sur la campagne 2019 (Données OVI-TEST, 2019)

Figure n°19 : Echographies présentant certaines observations faites au moment de la détection des avortements (données OVI-TEST, 2020)

Figure n°20 : Localisation géographique des élevages CIBLES observés et densité d'élevage par canton (Données GDS12 2019, OVI-TEST campagne 2019)



Figure n°21 : Localisation des élevages CIBLES observés et taux d'échographies réalisées sur agnelles par canton (Données GDS12, 2019, OVI-TEST campagne 2019)

Figure n° 22 : Répartition de la population CIBLE selon l'utilisation de fourrages humides (n=28)

Figure n° 23 : Diagramme en camembert présentant le risque évalué concernant les contaminations sur les aliments distribués aux agnelles (n=28)

Figure n°24 : Attribution des niveaux de risque d'infestation liés à la gestion des parcelles pâturées (n=28)

Figure n°25 : Attribution des niveaux de risque d'infestation liés à l'utilisation d'antiparasitaires (n=28)

Figure n°26 : Répartition des types de points d'eau à proximité des agnelles chez les éleveurs de la population CIBLE (n=28)

Figure n°27 : Taux de vaccination des agnelles de la population CIBLE contre les principales maladies abortives : Chlamydie, Toxoplasmose, Fièvre Q et FCO (n=28)

Figure n°28 : Résultats de fertilité des agnelles selon leur âge à l'insémination (Données OVI-TEST, campagne 2018)

Figure n°29 : Evolution de la date de début de traite entre 2011, 2012 et 2019 pour les élevages suivis par UNOTEC (données UNOTEC, résultats technico-économiques 2011,2012 et 2019)



## ► Tableaux :

Tableau n°1 : Conséquences pathologiques de l'infection d'un fœtus ovin par la bactérie *Salmonella abortus ovis* selon le moment de la gestation (source personnelle selon Champion JL. et al, 2013)

Tableau n°2 : Taux de gestation, taux de pertes embryonnaires et nombre d'agneaux nés selon les apports alimentaires (de Brun V. et al., 2016)

Tableau n°3 : Présentation des taux de vaccination des agnelles aveyronnaises pour les vaccins contre la chlamydie et la toxoplasmose (données issues du GDS12, des laboratoires CEVA et MSD)

Tableau n°4 : Variables correspondantes à la population CIBLE et à la population de référence et tests statistiques utilisés pour l'analyse statistique

Tableau n°5 : Proportions d'élevages en CLO et en CLS pour les populations UPRA Lacaune OVI-TEST et CIBLE

Tableau n°6 : Prévalence des avortements sans cause classique probable dans la population des agnelles laitières de race Lacaune Lait d'OVI-TEST

Tableau n°7 : Taux d'avortements observés chez les éleveurs conduisant les agnelles en deux lots

Tableau n°8 : Taux d'avortements observés chez les éleveurs conduisant les agnelles en un seul lot

Tableau n°9 : Mois de naissance des agnelles de la population CIBLE

Tableau n°10 : Distribution annuelle des lots d'inséminations menant à des avortements précoces

Tableau n°11 : Critères de position et de dispersion des variables « début des observations » et « fin des observations »





## Table des annexes

Annexe A : Questionnaire d'enquête

Annexe B : Description de l'ensemble des variables synthétiques créées à partir des données brutes

Annexe C : Présentation des modalités des variables qualitatives

Annexe D : Exemple de fiche récapitulative pour un élevage

Annexe E : Taux d'avortement observés par élevage et par lot

Annexe F : Tableaux de présentation des stades de gestation au moment des avortements





## Glossaire

AVEM : Association Vétérinaire Eleveur du Millavois

CLO : Contrôle Laitier Officiel

CLS : Contrôle Laitier Simplifié

CNBL : Comité National de la Brebis Laitière

ENVT : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

IGH : Insulin-like Growth Hormon

IHAP : Interactions Hôtes-Agents Pathogènes

GDS 12 : Groupement de Défense Sanitaire de l'Aveyron

GH : Growth Hormon

IA : Insémination Artificielle

PMB : brebis Présentes à la Mise Bas

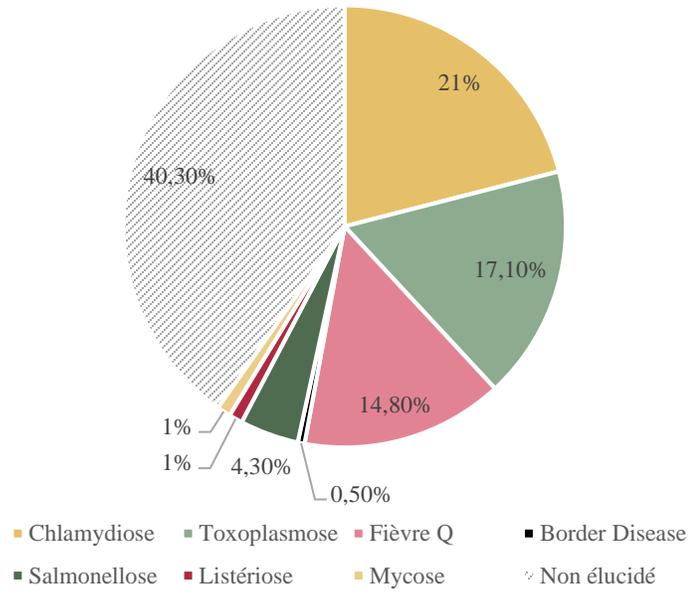
PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin

UNOTEC : Union Ovine Technique

UMR : Unité Mixte de Recherche







*Figure n°1 : Diagramme des fréquences d'implication des différents agents pathogènes dans les 210 séries abortives enregistrées en ateliers ovins en 2019 (dispositif OSCAR, 2019)*

## Introduction

En France, le dispositif national OSCAR (Observatoire et Suivi des Causes Abortives des Ruminants) permet le recensement et l'identification des principales causes abortives en élevage de ruminants. En 2019, ce dispositif a été utilisé dans 866 élevages bovins, 210 élevages ovins et 96 élevages caprins. Ce dispositif a pour objectif de déterminer quelles sont les principales causes d'avortement pour chacune de ces espèces animales, parmi une sélection de maladies recherchées. La figure n°1 présente les fréquences d'implication des différents agents pathogènes dans les séries abortives en atelier ovin en 2019. La chlamydie est la principale cause identifiée sur les séries relatives aux ovins (44 identifications de chlamydie sur 210 dossiers où le test de la chlamydie a été réalisé). Viennent ensuite, la toxoplasmose (12/210) la fièvre Q (14/210) la salmonellose (9/67) la Border disease (1/123) la listériose (2/50) et les mycoses (2/47). Le dénominateur des trois premières maladies correspond à l'ensemble des dossiers déposés dans le dispositif OSCAR car ce sont les maladies de premières intention, c'est-à-dire celles qui sont systématiquement recherchées dans une première phase. Les quatre suivantes ne présentent pas le même dénominateur puisque les analyses sont facultatives et donc réalisées dans un second temps suivant les résultats des premiers tests. Après l'élaboration de l'ensemble des analyses, le taux d'élucidation (correspondant à la proportion de dossiers qui a conduit à l'imputabilité « forte » ou « possible » d'un agent pathogène recherché) est de 59,7%.

Depuis 2012 dans le bassin de Roquefort, l'apparition d'avortements de milieu de gestation dont la cause reste inexpliquée, a alerté l'ensemble des parties prenantes de la filière (GDS12, vétérinaires, entreprises de sélection, ENVT). Une quinzaine d'agnelles ont dès lors été choisies et envoyées à l'ENVT pour autopsie, prélèvements et analyses complètes. Cependant tous les ans, de nombreux éleveurs rencontrent ce problème et se découragent car les analyses, parfois poussées et ne se limitant pas aux causes classiques, n'aboutissent à aucun résultat.

OVI-TEST, entreprise de sélection ovine, basée en Aveyron, comptait en 2019, 1995 adhérents répartis entre éleveurs ovins laitiers (57,4% -1145/1995-) ovins allaitants (31,1% -621/1995-) et caprins (11,5% -229/1995-). Premier centre d'insémination ovine en France, avec plus de 325 000 IA réalisées en 2019, la coopérative réalise également plus de 500 000 échographies de constat de gestation. C'est au moment de ces échographies que les avortements (ayant eu lieu durant la première moitié de gestation) sont observés sur des agnelles de race Lacaune Lait. Après ce constat, les éleveurs sont classiquement invités à réaliser un kit de prélèvement OSCAR pour l'identification de la cause abortive. Cependant, les nombreuses analyses restant sans résultats probant ont démotivé les éleveurs qui ne réalisent plus systématiquement d'analyses.

C'est dans ce contexte sanitaire, que la coopérative OVI-TEST a identifié le besoin d'entreprendre un travail d'enquête chez les éleveurs adhérents, ayant eu des avortements pendant la campagne 2019. L'objectif premier de ces enquêtes est de décrire précisément les caractéristiques épidémiologiques des avortements observés en élevage. D'autre part, ce travail permettra d'identifier des facteurs discriminants les lots ayant des avortements inexpliqués, des lots indemnes. Ainsi, nous pourrions formuler des hypothèses sur les facteurs susceptibles de favoriser l'apparition de ces avortements.

A travers ce mémoire, seront reprises des connaissances physiologiques et épidémiologiques afin d'identifier les périodes charnières de la gestation et la description fine faite pour chaque pathogène couramment rencontré. Viendra ensuite une partie relative à la méthodologie et à la démarche mise en œuvre pour répondre aux objectifs de l'étude. Les principaux résultats issus de l'analyse des enquêtes seront également présentés et discutés.

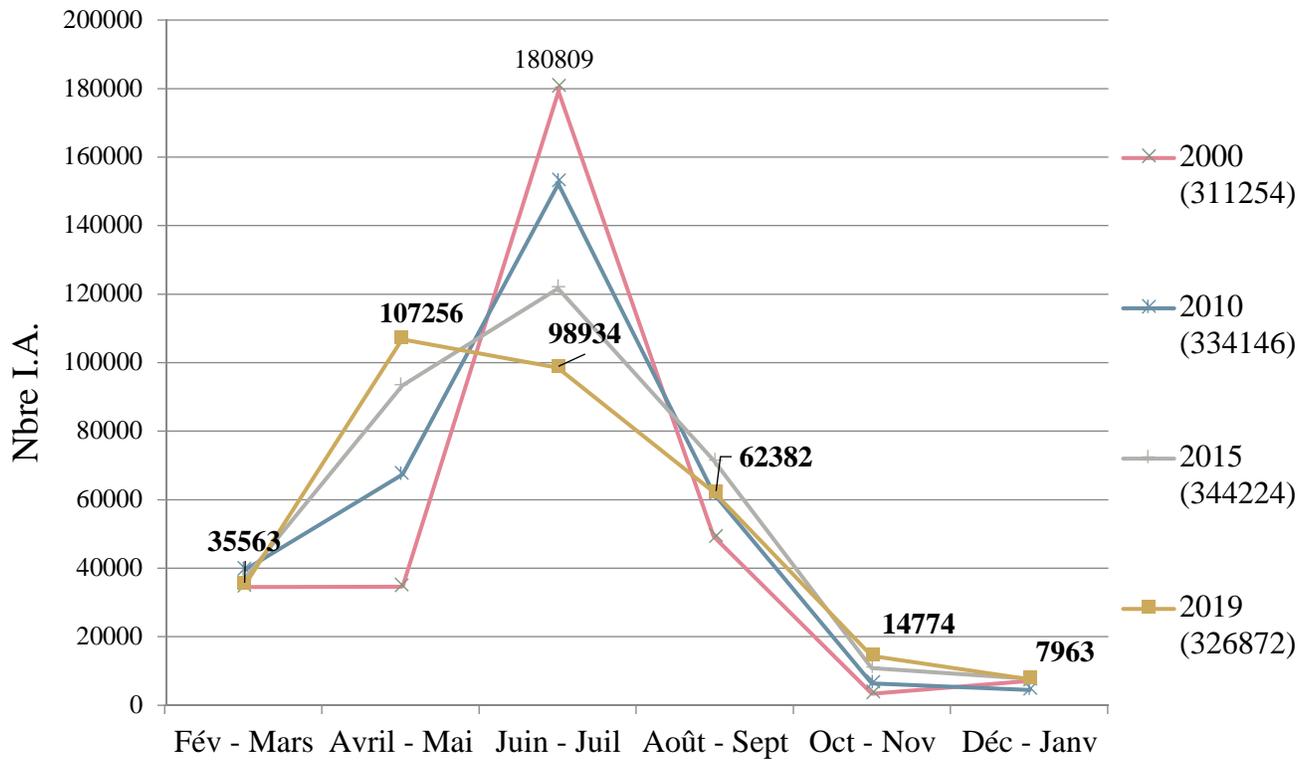


Figure n°3 : Evolution du nombre d'IA par périodes réalisées par OVI-TEST depuis 1975 et nombre d'IA réalisées par campagne (entre parenthèses) (données OVITEST, 2019)

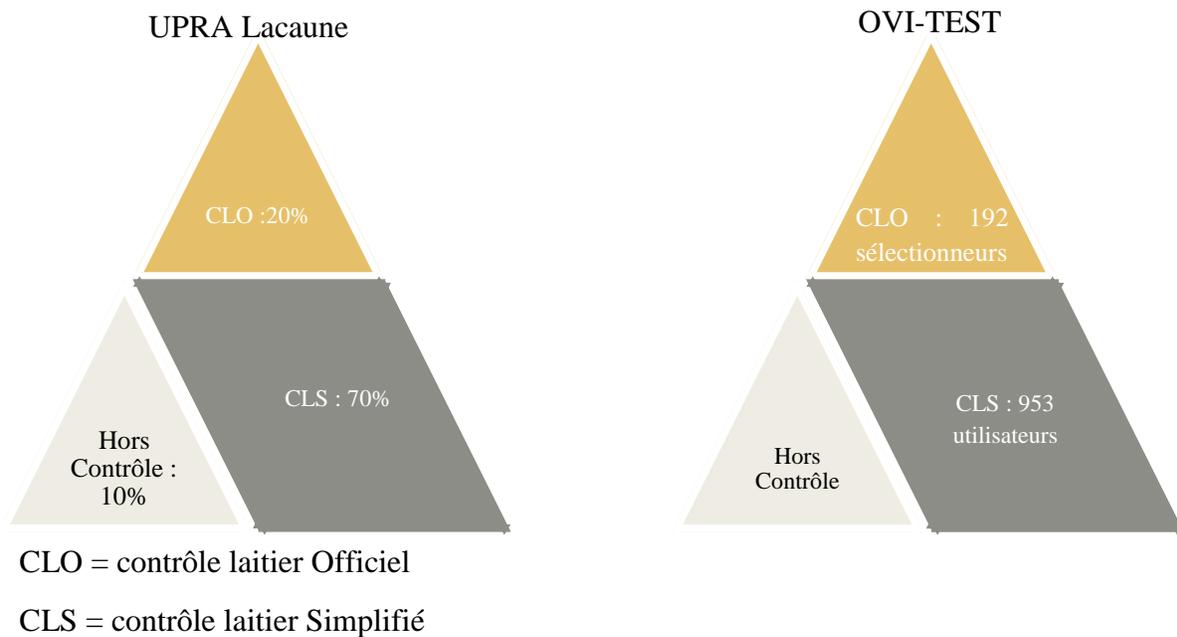


Figure n°4 : Le contrôle laitier et l'organisation pyramidale de la population (données UPRA et OVI-TEST 2019)

# PARTIE I : Bases physiologiques associées à la mise en place et au maintien de la gestation chez les agnelles et analyse des principaux facteurs de risques d'avortement

## I.1. Mise en place de la première gestation chez l'agnelle Lacaune Lait, particularités et généralités

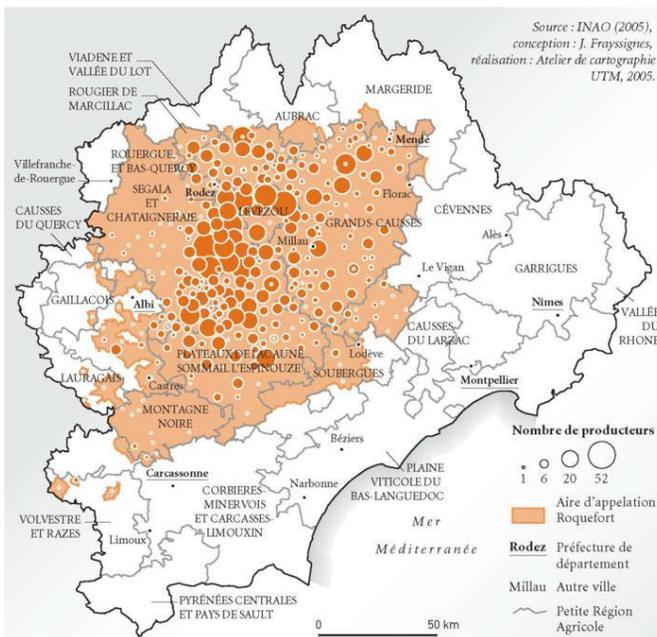
### I.1.1. Présentation de la race Lacaune Lait dans le contexte du Rayon de Roquefort

La race Lacaune est la première race ovine française en termes d'effectifs quand on s'intéresse aux deux branches Lacaune Lait et Lacaune Viande. La race Lacaune Lait est principalement élevée dans le Rayon de Roquefort pour, historiquement, la production du fromage portant le même nom.

Traditionnellement, le système d'élevage dans cette zone géographique présentée en figure n°2 était étroitement lié à la fabrication du fromage, aux périodes d'ouverture des laiteries etc. L'agnelage des brebis était alors centré sur les mois de novembre-décembre et décembre-janvier pour les agnelles (historiquement mises à la lutte un mois plus tard). L'entreprise de sélection OVI-TEST où les deux schémas génétiques Lait et Viande sont conduits et diffusés, remarque depuis 2012 un étalement des périodes d'insémination et une diminution du délai entre la date d'IA des adultes et des agnelles. Cette

date correspond à la période où le Rayon de Roquefort mettait en place l'étalement de la période de production afin d'éviter les pics de production et permettre une offre régulière en produit laitier issus de lait de brebis. Cela a été mis en place à l'aide de bonifications dans la grille de paiement du lait.

On observe sur la figure n° 3 qu'en 2019 (courbe rouge) les nombres d'inséminations réalisées par période sont globalement toujours supérieurs aux années précédentes, sauf pour la période d'insémination traditionnelle de juin-juillet (98 934 IA en Juin-Juillet 2019 contre 180 809 IA pour la même période en 2000). Au contraire, la période d'avril-mai où il n'y avait de 67 601 IA en 2010 représente aujourd'hui une période d'activité importante avec plus de 107 000 IA réalisées en 2019.



*Figure n°2 : Carte présentant la zone géographique de production de lait utilisé pour le l'AOP Roquefort, aussi appelé le Bassin ou Rayon de Roquefort (Frayssignes, 2007)*

La population des brebis Lacaune est organisée selon une pyramide relative aux contrôles laitiers réalisés : le haut de la pyramide représente les éleveurs sélectionneurs, qui réalisent un Contrôle Laitier Officiel pour la création et la diffusion du progrès génétique. Ensuite viennent les éleveurs utilisateurs, réalisant un Contrôle Laitier Simplifié pour l'utilisation du progrès génétique. Une petite partie ne réalise pas de contrôle et constitue la catégorie Hors Contrôle. Les proportions ou effectifs de chaque catégorie sont présentés dans la figure n°4 pour l'entreprise OVI-TEST et pour l'organisme de Sélection UPRA Lacaune.

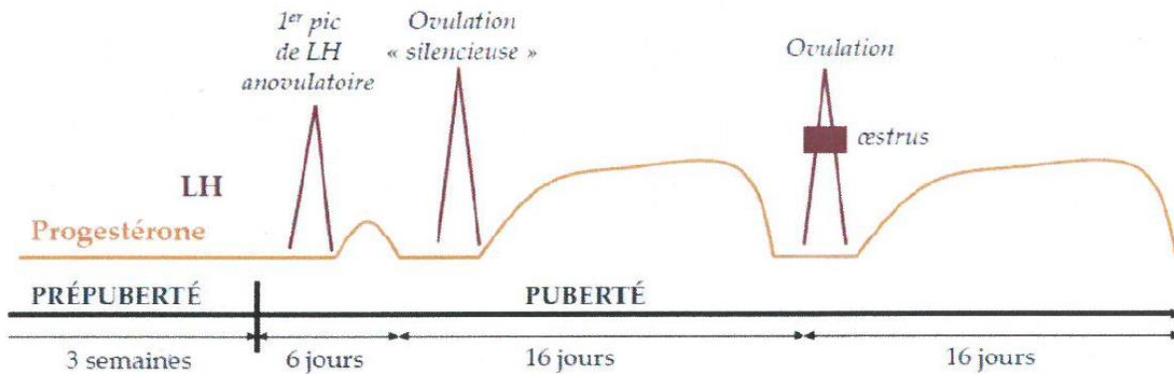


Figure n°5 : Lancement progressif des cycles œstraux chez la brebis (D.L. Foster, 1988)

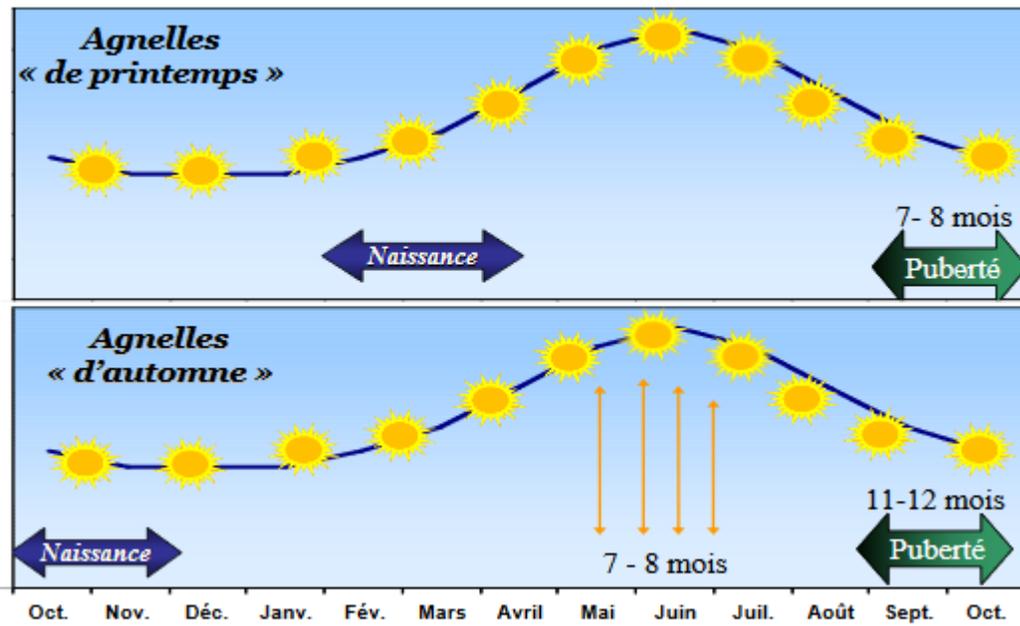


Figure n°6 : Puberté des agnelles sous lumière naturelle en fonction du mois de naissance (Castonguay, 2018)

Les objectifs de sélection de la race Lacaune Lait reposent sur des critères de :

- Quantité de lait produite par brebis,
- Taux protéique et butyreux
- Résistance à la tremblante,
- Résistance aux mammites,
- Morphologie de la mamelle.

### I.1.2. Acquisition de la puberté et facteurs de variation

Les ovins sont des ruminants dont la reproduction est saisonnée. Elle est soumise à la durée du jour, et ne s'établit naturellement qu'en « saison sexuelle », soit lorsque la durée du jour diminue. Les brebis de race Lacaune ont une saisonnalité plutôt peu marquée. Cependant les agnelles sont, comme pour toutes les races, plus sensibles à la photopériode et se dessaisonnent plus difficilement.

La puberté est définie comme la phase au cours de laquelle un individu acquiert l'aptitude à se reproduire. Pour un individu femelle, cela correspond à la production de gamètes fécondables. La mise en place de cette fonction se réalise par étape. Chez l'animal pré pubère, les régulations hormonales de l'axe gonadotrope, exercent un rétrocontrôle négatif et empêchent l'ovulation. Les rétrocontrôles négatifs diminuent progressivement pendant la période péri-pubère jusqu'à atteindre le niveau normal, déclenchant la première ovulation et ainsi la puberté (Mauffré V. et Constant F., 2018). Comme indiqué dans la figure n°5 les cycles œstraux se lancent progressivement suite à l'acquisition de la puberté (D.L. Foster, 1988).

- Premier pic de LH anovulatoire : ce pic permet la lutéinisation d'un follicule dont la durée de vie n'est que de 3 à 4 jours. Il ne donne pas lieu à une ovulation
- Second pic de LH : celui-ci donne lieu à une ovulation silencieuse avec formation d'un corps jaune
- Troisième pic de LH : c'est lors de ce pic, que l'on observe une ovulation accompagnée du premier comportement d'œstrus.

La photopériode joue un rôle crucial dans l'établissement de la puberté. Dans son ouvrage *La reproduction des ovins*, François Castonguay explique l'effet des changements photopériodiques pendant le développement pré-pubertaire. Comme le montre la figure n°6 une agnelle dite de printemps atteindra naturellement son âge de puberté plus précocement qu'une agnelle née en automne. Cela est directement lié à la décroissance des jours qui stimulent l'acquisition de la cyclicité œstrale (Castonguay, 2018).

L'acquisition de la puberté dépend également de la race de l'agnelle, du poids de celle-ci mais aussi de l'alimentation au moment de l'insémination (Castonguay, 2018). La race joue un rôle important dans l'âge à l'apparition de la puberté en fonction de nombreux traits génétiques : les races prolifiques semblent atteindre la puberté plus hâtivement que les races maternelles (Castonguay, 2018). L'objectif de poids à atteindre pour permettre l'expression de la puberté correspond à 50-70% du poids adulte (brebis tarie de 3-4 ans avec un état corporel compris entre 2.5 et 3) (Castonguay, 2018).

Selon l'UPRA Lacaune, organisme de sélection de la race Lacaune, les agnelles de race Lacaune Lait atteignent la puberté au moment de leur première lutte programmée aux alentours de 7 à 9 mois d'âge. Ces données sont relatives à une lutte réalisée entre les mois de juillet et août.



### 1.1.3. Mise en place et réussite de la reproduction

Une fois l'agnelle pubère, elle entre en cyclicité œstrale, et produit des ovules potentiellement féconds tous les 17 jours en moyenne (Baudet, 2017). Dès lors, la réalisation d'une insémination sur chaleur naturelle ou synchronisée, peut mener à la mise en place d'une gestation.

Les observations faites par la coopérative d'insémination OVI-TEST sont en accord avec les taux de fertilité proposés par François Castonguay dans son ouvrage. En effet, on considère qu'en saison sexuelle les agnelles ont un taux de réussite à l'IA supérieur à 70% sur chaleurs synchronisées, et peuvent gagner au minimum 20 points de réussite grâce aux deux retours suivants l'IA. Ainsi, suite à l'IA + 2 retours, on considère que le taux d'agnelles vides ne doit pas dépasser 10%. Au-delà de ce pourcentage, on peut considérer une anomalie. En contre-saison sexuelle, on considère une anomalie dès que le taux de vides dépasse les 30%. En effet, on ne considère qu'il n'y a que très peu de retours hors saison sexuelle.

### 1.1.4. Evolution de la physiologie de l'animal au cours de la gestation pour en assurer le maintien

#### 1.1.4.a. Les régulations hormonales qui assurent le maintien de la gestation

En cas de gestation avérée, l'activité sexuelle cyclique de l'agnelle est suspendue le temps de la gestation (150 jours en moyenne). Divers facteurs de détection précoce de la gestation permettent le maintien du corps jaune lequel, en ne cessant pas la sécrétion d'œstrogènes, assure le développement et la vascularisation de la masse musculaire utérine, et inhibe la contractilité de l'utérus grâce à la sécrétion de progestérone (Ayad *et al*, 2006). Les deux signaux embryonnaires principaux qui ressortent dans la bibliographie sont Early Pregnancy Factor (EPF) et Interféron tau aussi appelé trophoblastine (Baudet, 2017). Le premier de nature glycoprotéique est synthétisé par l'ovaire quelques heures après la fécondation, le second d'origine trophoblastique permet de transformer le corps jaune périodique en corps jaune gestatif par inhibition de la sécrétion de la prostaglandine PGF<sub>2α</sub>. Ces deux signaux permettent la reconnaissance maternelle du fœtus au début de la gestation (avant le 13<sup>ième</sup> jour) et empêchent ainsi la lutéolyse (Baudet, 2017; N.M. Sousa *et al*, 2002). La figure n°7 reprecise les différentes actions mises en œuvre dans la régulation hormonale assurant le maintien de la gestation.

Les hormones stéroïdiennes ovariennes, progestérone et œstrogène sont deux facteurs impliqués dans le maintien de la gestation. Ces hormones sont sécrétées par le corps jaune jusqu'au 50<sup>ième</sup> jour de gestation. A partir de ce stade, l'unité fœtale placentaire prend le relais et assure la synthèse de la progestérone (Baudet, 2017). Cette hormone est absolument nécessaire au maintien des fonctions de l'endomètre. C'est cette muqueuse qui assure le développement embryonnaire précoce, l'implantation, la placentation et le développement du fœtus (Baudet, 2017).

#### 1.1.4.b. Le système immunitaire maternel permet un non rejet du fœtus

Le fœtus issu de la fécondation de l'ovule maternel par un spermatozoïde paternel, représente un « corps étranger » pour la femelle gestante. Le maintien de la gestation représente donc un défi immunitaire colossal qui doit empêcher l'attaque du conceptus, par le CMH (Complexe Majeur d'Histocompatibilité) et permettre le rapprochement intime des tissus pour l'élaboration du placenta. De nombreux phénomènes sont présentés pour décrire la tolérance maternelle vis-à-vis du fœtus, chez tous les mammifères (Chaouat, 1987).

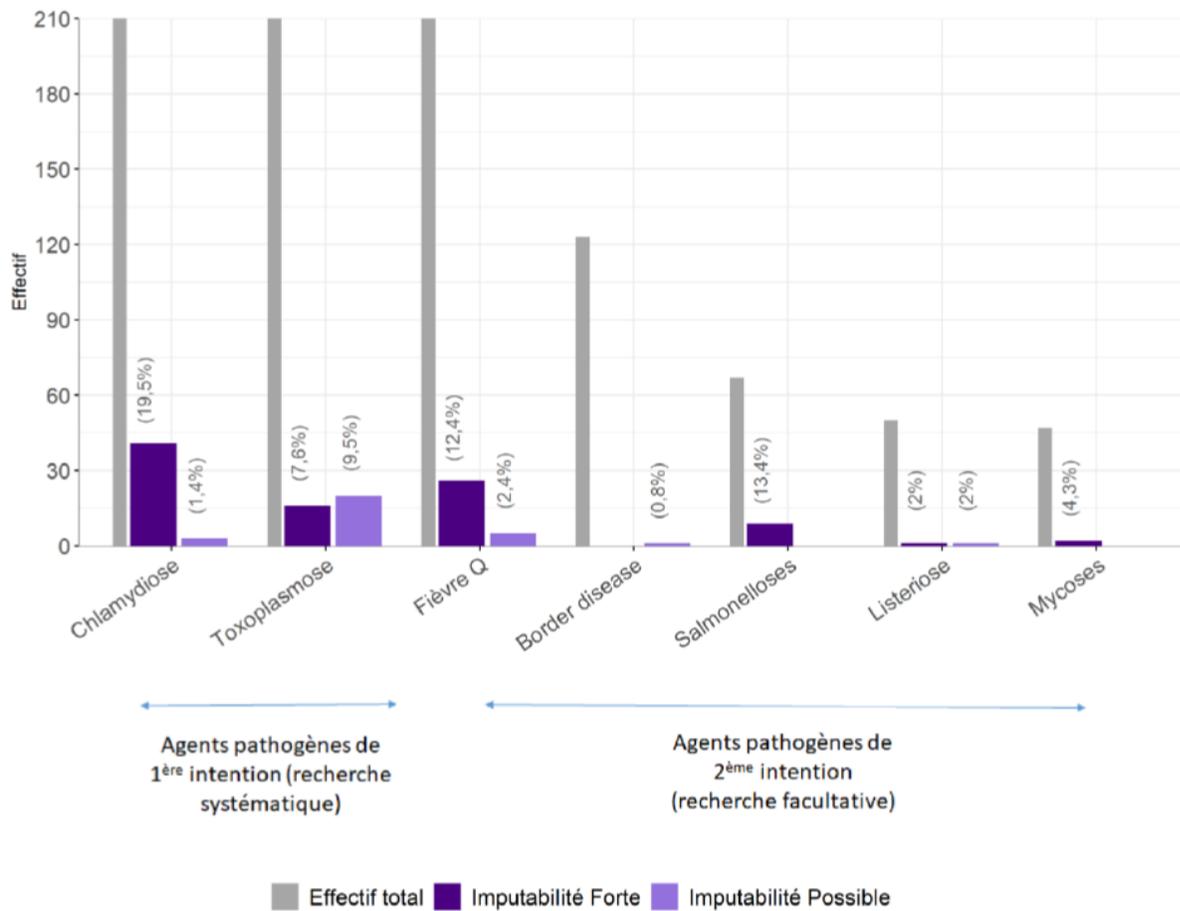
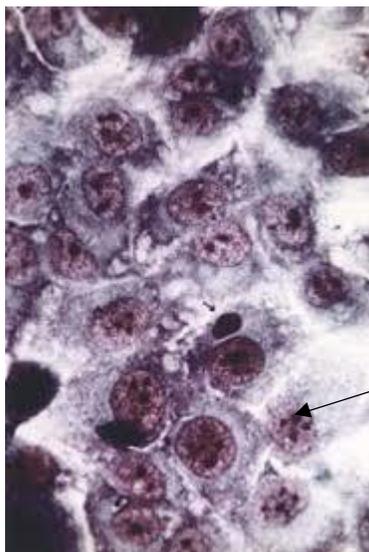


Figure n°9 : Effectifs totaux des diagnostics entrepris par maladie et sous-effectifs des imputabilités « forte » et « possible » en ateliers ovins au cours de l'année 2019 (Plateforme ESA, 2020)



Bactérie *Chlamydia abortus* mise en évidence par coloration

Figure n°10 : Mise en évidence de *Chlamydia abortus* par coloration de Giemsa (Rodolakis A., 2013)

### 1.1.5. Définition officielle de « l'avortement » et distinctions selon le stade d'interruption

Selon le Décret du 24 décembre 1965, « est considéré comme avortement, l'expulsion du fœtus ou de l'agneau, soit né mort, soit succombant dans les 48 heures après la naissance ». De façon plus courante, l'avortement est défini comme l'expulsion prématurée d'un fœtus mort ou non viable (Hanzen, 2016). Les avortements peuvent être distingués selon le stade auquel la gestation est interrompue (figure n°8). La mortalité embryonnaire est ainsi définie comme « la perte de l'embryon entre la fécondation et la fin de l'organogenèse, c'est-à-dire vers le 35<sup>ième</sup> jour de gestation chez la brebis ». Ensuite la mortalité est dite « fœtale » précoce ou tardive (Baudet, 2017).

### 1.2. Caractéristiques épidémiologiques des principales causes abortives en élevage ovin

En France, l'Observatoire de suivi des causes d'avortements chez les ruminants (OSCAR) a pour but de recueillir et de valoriser les résultats de diagnostic différentiel des avortements, selon des protocoles optimisés et standardisés. Sa finalité est d'améliorer les mesures de diagnostic et de maîtrise des maladies abortives. Ce dispositif s'inscrit dans le programme de la plateforme nationale d'épidémiologie-surveillance en santé animale (Plateforme ESA).

En 2019, ce protocole a permis de recenser et de hiérarchiser les maladies impliquées dans des avortements. Ainsi, parmi les maladies recherchées de façon systématique, la chlamydie est la cause infectieuse la plus fréquemment impliquée, à hauteur de 21,0% des séries abortives investiguées (44/210). La figure n°9 issue du bilan 2019 du dispositif OSCAR, présente l'imputabilité des différents pathogènes dans les séries abortives enregistrées.

Outre les causes infectieuses et parasitaires, la bibliographie s'accorde pour ne pas négliger l'importance des causes non-infectieuses dans l'explication de séries abortives. L'alimentation, tant par la qualité que par la quantité joue un rôle important sur l'apparition de mortalité embryonnaire ou fœtale.

#### 1.2.1. Principales causes abortives infectieuses et parasitaires selon le dispositif OSCAR

##### 1.2.1.a. La chlamydie

La chlamydie ou en anglais « Enzootic abortion of Ewes » est due à l'infection par des bactéries intracellulaires du genre *Chlamydia*, essentiellement *Chlamydia abortus* (figure n°10). D'autres chlamydies (*Chlamydia pecorum*, *C. psittaci*) pourraient également être impliquées (Nouzières S. *et al*, 2013; Uhart, 2009). Chez les ruminants, *C. abortus* provoque principalement des avortements en fin de gestation (dernier tiers) et la naissance à terme d'agneaux chétifs ou mort-nés (Rodolakis, 2006; Uhart, 2009). Cependant une infection à *C. abortus* en début de gestation pourrait être associée à de la mortalité embryonnaire. Le mécanisme de l'avortement s'explique par l'infection placentaire (placentite) qui perturbe la sécrétion des hormones stéroïdiennes (Uhart, 2009).

Les sources majeures de bactéries sont les femelles infectées, lors de la mise-bas, lors d'avortement ou de manière chronique et asymptomatique (Uhart, 2009). Les matières virulentes sont le placenta, les liquides utérins, les fèces, l'urine. Le lait et le fœtus lui-même peuvent être également infectés. La consommation d'aliments ou d'eau, le léchage de la toison, du matériel d'alimentation constitueraient la principale voie de contamination (Dhiaeddine Z. et Daif L., 2017; Laroucau K., 2011; Rodolakis, 2012; Uhart, 2009). Les agneaux mâles infectés au cours de leur gestation ou au moment du part peuvent également être porteurs et excréter *C. abortus* dans le sperme (Rodolakis A. et Bernard K., 1977).



### 1.2.1.b. La toxoplasmose

*Toxoplasma gondii* est un protozoaire responsable, dans de nombreux pays, de la majorité des avortements ovins (Castaño P. *et al*, 2014; Menzies P., 2011; Moire N. *et al*, 2009; Mondoly P. *et al*, 2013). Le cycle parasitaire comprend trois phases, dont deux chez les animaux (hôtes définitifs et intermédiaires) et une dans l'environnement. Les félinés, en particulier les chats, sont les hôtes définitifs, qui seuls hébergent une modalité sexuée de reproduction, conduisant à l'excrétion d'une forme parasitaire particulière, l'oocyste, très résistante dans le milieu extérieur. Les ovins sont une des multiples espèces, qualifiées d'hôtes intermédiaires qui correspondent à tous les animaux à sang chaud, (mammifères et oiseaux) et où a lieu une modalité asexuée de reproduction. Les chats se contaminent par l'ingestion de rongeurs ou d'oiseaux. Les ovins se contaminent par l'ingestion d'aliments (fourrage, paille, céréales...) ou d'eau souillés par les fèces de chats infestés. Différents facteurs modulent donc les risques d'exposition aux éléments infectants :

- Directement, le nombre, l'âge des chats présents dans l'environnement (en particulier en bergerie ou dans les lieux de stockage des aliments). En effet les jeunes chats, non immunisés, sont susceptibles d'émettre des millions d'oocystes 3 à 10 jours après l'exposition initiale,
- Indirectement, le nombre de rongeurs et d'oiseaux domestiques et sauvages ; par exemple en milieu naturel, le taux d'infestation des petits rongeurs varie de 13,4 à 66,7% (Agence Française de sécurité Sanitaire des Aliments, 2005 ; Castaño P. *et al*, 2014; Menzies P., 2011).

Les avortements sont observés à tous les stades de gestation, générés par la réplication du parasite dans les cellules embryonnaires ou fœtales, et par la nécrose des placentomes qui provoque une anoxie (Castaño P. *et al*, 2014). Une infection en toute fin de gestation semble pouvoir mener à des individus viables mais infectés de manière chronique (Castaño P. *et al*, 2014; Menzies P., 2011). Une immunité naturelle, protectrice et durable peut se mettre en place mais les agnelles restent les animaux de la classe d'âge la plus sensible. L'évolution au sein du troupeau dépend donc de la portion d'animaux immunisés lors de l'exposition et de la démographie, en particulier du taux de renouvellement.

### 1.2.1.c. La Fièvre Q

La Fièvre Q est due à *Coxiella burnetii*, une bactérie intracellulaire, dont la forme pseudo-sporale, extracellulaire, est très résistante dans le milieu extérieur (Guatteo, 2013; Menzies P., 2011; Rodolakis, 2006; Touratier A. *et al*, 2013). De très nombreuses espèces animales hébergent *C. burnetii* et souvent de manière asymptomatique (infection chronique). Par ailleurs *C. burnetii* est très largement répandue dans l'environnement des élevages de ruminants. La principale voie de contamination est l'inhalation d'aérosols contaminés par les produits de parturition issus de brebis infectées ou de litières contaminées. L'ingestion d'aliments souillés est un mode possible de contamination (Guatteo, 2013). L'élevage en bergerie, en milieu fermé, est donc un facteur favorisant pour l'exposition à *C. burnetii* (Calvinhac, 2014; Guatteo, 2013; Touratier A. *et al*, 2013). Lors de l'infection initiale, le taux d'avortement oscille entre 5 et 35% (Menzies P., 2011). Chez les ruminants, il semblerait que les avortements dus à *C. burnetii* surviennent majoritairement en fin de gestation (Calvinhac, 2014).

*Tableau n°1 : Conséquences pathologiques de l'infection d'un fœtus ovin par la bactérie Salmonella abortus ovis selon le moment de la gestation (source personnelle selon Champion J.L. et al, 2013)*

	Date de l'infection							Conséquences
	0j	30j	70j	80j	100j	120j	150j	
OVINS								Risque d'avortement faible et dépendent de la dose infectieuse. Très précocement les avortements passent inaperçus. Mortinatalité possible
								La bactérie se développe dans l'ensemble des organes du fœtus qui meurt de septicémie. 2 mois avant le terme des avortements peuvent atteindre 20 à 30% des brebis gravides (50% dans les pires cas). La septicémie peut également toucher la brebis et causer sa mort.

*Tableau n°2 : Taux de gestation, taux de pertes embryonnaires et nombre d'agneaux nés selon les apports alimentaires (de Brun V. et al., 2016)*

	Témoins <sup>1</sup>	Apports « réduits » <sup>2</sup>	p (Statistical Analysis program)
<b>Taux de gestation à J18</b>	84.0% (21/25)	85.2% (23/27)	0.91
<b>Taux de gestation à J40</b>	72.0% (18/25)	55.6% (15/27)	0.21
<b>Pertes embryonnaires entre J18 et J40</b>	14.3% (3/21)	34.5% (8/23)	0.11
<b>Taux de mise bas</b>	72.0% (18/25)	55.6% (15/27)	0.21
<b>Nombre d'agneaux/Nombre embryons transférés</b>	0.52 (26/50)	0.48 (26/54)	0.90

(1) Niveau d'apport = 1,5 fois les besoins d'entretiens (550g d'aliment et 800g d'orge)

(2) Niveau d'apport = 0.5 fois les besoins d'entretiens (100g d'aliment et 500g d'orge)

### 1.2.1.d. Les Salmonelloses

En élevage ovin, les salmonelloses abortives sont dues le plus souvent à des bactéries du genre *Salmonella*, sérovar *Abortus ovis*, très bien adaptées à l'espèce ovine, et considérées comme spécifiques de son hôte animal, et parfois, appartenant à différents sérovarys, non spécifiques d'hôte, car détectées dans de nombreuses espèces animales. *Salmonella Abortus ovis* cause des avortements notamment dans le Sud-Est et le Centre-Ouest de la France (Champion JL. *et al*, 2013).

La transmission de *S. Abortus ovis* est maximale lors de la mise bas par contamination directe à partir des produits du part issus de brebis, ayant avorté ou infectées de manière asymptomatique ou chronique. De façon indirecte et en raison d'une résistance élevée dans le milieu extérieur, les locaux, matériels, aliments, boissons, pâtures ou véhicules contaminés sont des sources d'exposition à l'agent pathogène (Calvinhac, 2014). Les rats, chiens ou autres animaux présents en bergerie peuvent être des porteurs passifs lors de l'ingestion de placenta infecté (Calvinhac, 2014; Champion JL. *et al*, 2013). L'achat d'animaux infectés ou leur contact lors de transhumance par exemple, sont des facteurs d'introduction en élevage. La densité animale élevée en bâtiment semblerait également représenter un facteur de risque, de même que les transitions alimentaires rapides (Pardon *et al*, 1988). Les conséquences cliniques et épidémiologiques de l'infection des ovins sont résumées dans le tableau n°1. Hors période de gestation, l'infection par *S. Abortus ovis* permet une immunisation naturelle (Champion JL. *et al*, 2013).

### 1.2.2. Des causes non infectieuses à ne pas négliger : l'alimentation et le stress

#### 1.2.2.a. Le statut nutritionnel et la qualité des aliments doivent être maîtrisés

L'alimentation tant par les caractéristiques qualitatives que quantitatives, joue un rôle « positif » essentiel dans la mise en place et le maintien de la gestation, mais peut également jouer un rôle « négatif ». Le statut nutritionnel des femelles au moment de la mise à la reproduction, est constamment analysé par l'axe hypothalamus-hypophyse-ovaire-utérus via différents métabolites et hormones (GH, IGF, insuline, leptine, adiponectine) (de Brun V. *et al*, 2016).

Ainsi à titre d'exemple, en conditions expérimentales (tableau n°2) si la fertilité n'a pas été modifiée (respectivement 84 % -21/25- et 85 % -23/27-) les pertes embryonnaires entre J18 et J40 ont été plus élevées pour les femelles sous-alimentées que pour les brebis témoins (respectivement 35% -3/21- et 14% 18/23-) (de Brun V. *et al*, 2016). Par ailleurs, les restrictions alimentaires bloquent le développement optimal du placenta (Fthenakis G.C. *et al*, 2012). On peut donc proposer l'hypothèse selon laquelle un animal sous-alimenté pendant la période de gestation précisée ci-dessus engendrant un dysfonctionnement placentaire, pourrait subir une interruption de gestation.

La qualité des aliments dépend de plusieurs facteurs. Tout d'abord le mode de conservation des aliments, impacte directement la qualité sanitaire des fourrages et autres aliments (complets, céréales). La présence de zones humides dans le foin ou dans un silo de céréale, favorise l'apparition et le développement de champignons spécifiques des végétaux. Ces champignons sont dangereux pour la santé d'un troupeau d'ovins, car ils produisent des métabolites secondaires hautement toxiques. La zéaralénone est une fusariotoxine produite par un champignon du genre *Fusarium* se développant principalement sur les céréales. D'autres mycotoxines sont décrites comme ayant un pouvoir abortif en élevage ovin, comme les alcaloïdes ergo-peptidiques issus de l'ergot du seigle pour les céréales, ou bien des métabolites issus de champignons se développant sur les fourrages.



Outre les problèmes de conservation, les contaminations des aliments représentent une voie d'entrée pour de nombreux pathogènes. Les *listérias* se retrouvent très fréquemment dans les fourrages conservés humides (ensilages et enrubannés) suite à des souillures par de la terre. Cette bactérie tellurique se développera de façon préférentielle si les conditions de conservation sont d'autre part non optimales. De plus, de nombreux animaux s'avèrent être de bons vecteurs de pathogènes : les chats pour la toxoplasmose, les rats pour bon nombre de virus et bactéries, les oiseaux pour les salmonelles. La protection des lieux de stockages vis-à-vis de ces animaux, semble donc un levier actionnable en cas de problème sanitaire.

Finalement les végétaux, principalement les légumineuses, peuvent synthétiser des molécules hautement abortives lorsqu'un phytopathogène fongique débute son développement sur la plante. Les phyto-œstrogènes ainsi produits (coumestrans, isoflavones, ligans) peuvent engendrer des troubles importants au niveau de la reproduction : avortements, infertilité temporaire voire permanente (Smith J.F *et al*, 1979).

### *1.2.2.b. Les stress environnementaux doivent être évités*

Les stress divers (manipulations, attaques de chiens, etc) conduisent à une activation de l'axe hypothalamus-hypophyse-surrénales de la brebis mais aussi du fœtus. L'hyper-cortisolémie maternelle et fœtale traduit de profondes perturbations neuro-hormonales, avec des conséquences métaboliques majeures, à court terme mais aussi sur le développement à long terme car observées à la naissance ou en période post natale (Romero C. *et al*, 1998; Vaughan *et al*, 2018). A court terme le cortisol modifie la synthèse des stéroïdes (œstradiol et progestérone) par le placenta (Romero C. *et al*, 1998) expliquant au moins partiellement le mécanisme abortif.

Les agnelles de race Lacaune acquièrent la puberté vers l'âge de 7 à 9 mois. Différents facteurs entrent en jeu dans l'acquisition de la maturité sexuelle, et reposent sur différents phénomènes physiologiques. La saison est un facteur qui semble très important dans l'apparition de la puberté. Une fois l'agnelle pubère, des mécanismes de maintien de gestation se mettent en œuvre pour assurer le bon développement du fœtus et de ses enveloppes : mécanismes de mise en silence de la cyclicité oestrale et de tolérance immunitaire.

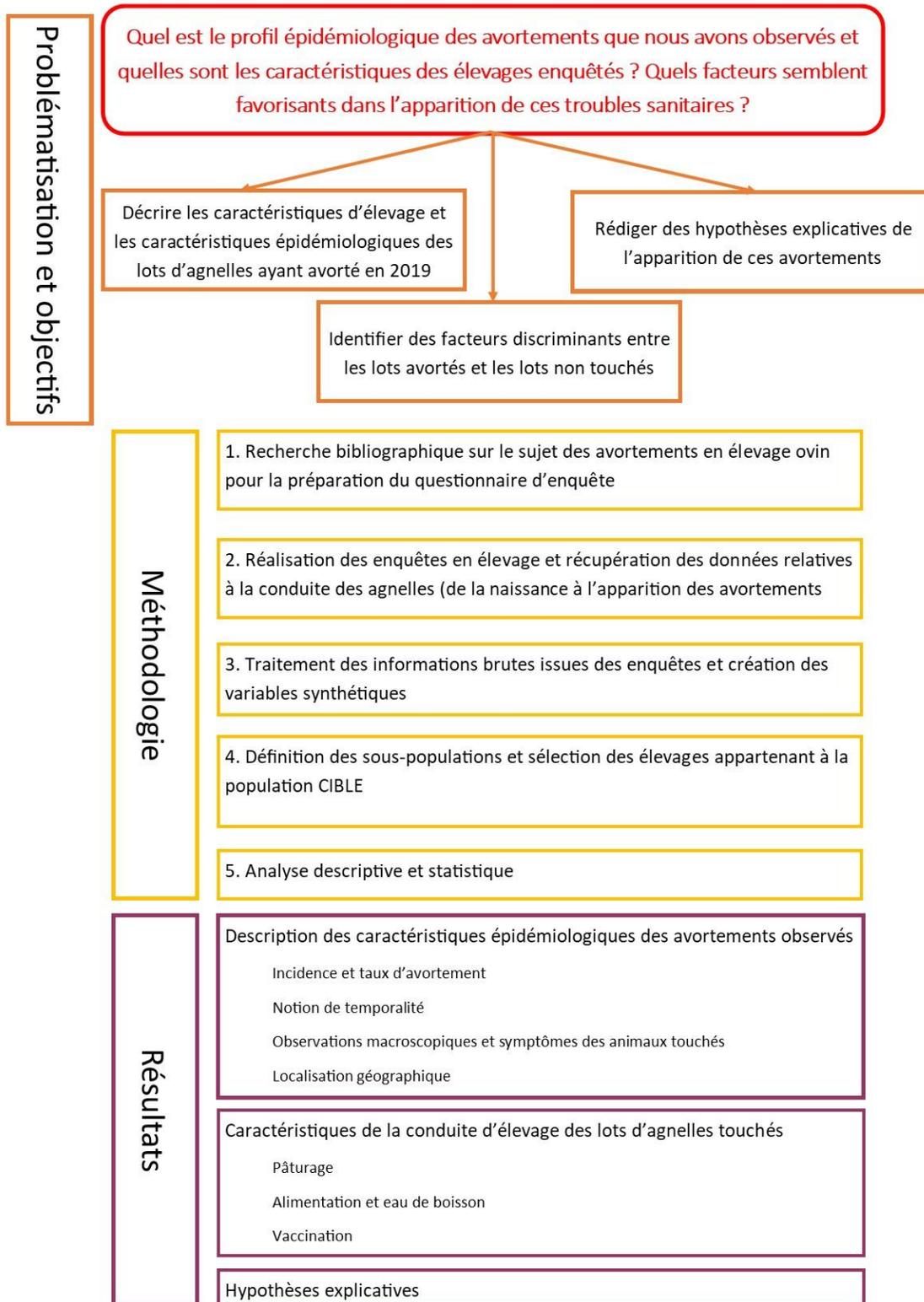
La gestation suivant la fécondation dure en moyenne 150 jours. Toute interruption de la gestation avant ce terme menant à un fœtus mort, est appelé avortement. La description des principales causes abortives en élevage ovin, nous permet d'identifier des caractéristiques sur lesquelles il est essentiel de se pencher en cas de série abortive en élevage ovin. Premièrement, un élément clé à connaître pour évaluer le risque abortif lié à un pathogène est de connaître le statut vaccinal des animaux en question. La présence d'analyses effectuées suite à une série abortive peut également permettre d'identifier l'agent infectieux responsable. Ensuite, on remarque que de nombreux pathogènes sont transmis via des souillures ou contaminations de l'alimentation ou de la litière : toxoplasmose via les fèces de chats, la chlamydie via l'ingestion d'aliments souillés par un produit de part contaminé, les contaminations d'aliments via des moisissures qui sont soit toxiques soit sécrètent des mycotoxines hautement toxiques. La qualité de l'alimentation sera donc un point à prendre particulièrement en compte.





Les avortements observés depuis 2012 par la coopérative OVI-TEST, n'ont pas trouvé à ce jour d'explications infectieuses via les analyses de routine effectuées. Compte tenu de l'ampleur du phénomène observé, il semble aujourd'hui indispensable de définir les grandes caractéristiques de ces avortements observés sur la population d'agnelles Lacaune. On en vient donc à se poser les questions suivantes :

**Quel est le profil épidémiologique des avortements que nous avons observés et quelles sont les caractéristiques des élevages enquêtés ? Quels facteurs semblent favorisant dans l'apparition de ces troubles sanitaires ?**



*Figure n°11 : Trame méthodologique suivie pour la réalisation de l'enquête Avortements agnelles 2019*

## PARTIE II : Matériels et méthodes

Le premier objectif de cette étude est de caractériser les critères épidémiologiques des avortements observés, afin de se donner une image précise de la situation rencontrée par les différents éleveurs. Le deuxième objectif, est d'identifier des facteurs qui discriminent les lots ayant eu des avortements des lots indemnes afin de formuler des hypothèses explicatives. Les protocoles d'enquête et d'analyse ont donc été construits de façon à répondre à ces objectifs.

La figure n°11 présente de façon synthétique la trame méthodologique utilisée pour répondre à la problématique de l'enquête :

### **Quel est le profil épidémiologique des avortements que nous avons observés et quelles sont les caractéristiques des élevages enquêtés ? Quels facteurs semblent favorisant dans l'apparition de ces troubles sanitaires ?**

La première étape consiste en l'appropriation du sujet via une phase de recherche bibliographique sur le sujet des avortements en élevage ovin. Cela a permis la rédaction du questionnaire d'enquête, grâce à l'identification de différents facteurs de risques et aux données épidémiologiques couramment explicités dans la description d'une maladie abortive. Ensuite est venue la phase de réalisation des enquêtes en élevage pour la récupération des données d'élevage. Les trois dernières étapes sont celles qui ont permis d'obtenir les réponses aux questions initiales :

- Traitement des données brutes et création des variables synthétiques
- Définition de la sous-population d'élevages nommée « population CIBLE »
- Analyses descriptives et statistiques des caractéristiques de la population CIBLE

Les principaux résultats obtenus appartiennent à deux grandes catégories : les données épidémiologiques des avortements observés (animaux touchés, incidence, taux d'avortements, temporalité, localisation, etc) et les caractéristiques liées à la conduite des lots d'agnelles de la population étudiée. Dès qu'une population pouvant être considérée comme référence existait, elle a été utilisée pour réaliser une comparaison entre la population CIBLE et une population de référence (Ovi-Test, GDS, etc). Ces différentes références sont présentées en partie II.5.2. Les hypothèses explicatives de l'apparition des avortements seront présentées dans la partie de discussion des résultats, car elles remettent en perspective l'ensemble des résultats obtenus, afin d'identifier des causes probables.

#### II.1. Constitution d'un groupe d'experts « Avortements précoces » pour l'encadrement du projet

Les principaux acteurs impliqués dans la recherche sur les avortements en élevage ovin ont été contactés et invités à participer à l'élaboration des protocoles d'enquête et d'analyse des données. Un groupe de travail a ainsi été constitué, composé de Céline Pouget, Vétérinaire responsable, entre autres fonctions, de la partie avortements au GDS12, François Schelcher Professeur vétérinaire, responsable de la chaire pathologie du bétail à l'ENVT, Christel Boucher et Olivier Patout, respectivement vétérinaires UNICOR et AVEM, Béatrice Giral, vétérinaire de formation et directrice de la coopérative OVI-TEST et moi-même.



## II.2. Echantillonnage de la population à enquêter ayant subi des avortements : population « avortements précoces sur agnelles »

La coopérative OVI-TEST comptait en 2019, 1995 adhérents ovins et caprins actifs. Ces adhérents peuvent utiliser la coopérative pour la réalisation des inséminations, des échographies, pour la vente et l'achat de reproducteurs, et pour le service technique de la structure associé à OVI-TEST, UNOTEC. Lorsque des avortements ont été observés au cours des échographies, le service « mise en place de la reproduction » d'OVI-TEST a directement été mis au courant. Au final ce sont cinquante-trois élevages qui ont été recensés pour des problèmes d'avortements au cours de la campagne 2019. Sur ces cinquante-trois élevages, une partie n'a pas été enquêtée : six élevages ont été écartés soit car les avortements n'avaient pas eu lieu sur des agnelles, soit car les éleveurs ne souhaitaient pas répondre à l'enquête. Finalement, ce sont quarante-sept élevages qui ont été sélectionnés pour faire partie de l'échantillon nommé « avortements précoces sur agnelles ».

## II.3. Mise au point d'un questionnaire d'enquête pour la caractérisation des élevages

Le choix de la méthode d'obtention des données nécessaires à la réalisation de l'étude s'est porté sur une enquête en élevage. En effet il s'agissait de la méthode permettant d'obtenir les informations relatives à la conduite des animaux et de se rendre compte de visu des conditions d'élevage (bâtiments, présence d'animaux contaminants, etc). Toutefois, les enquêtes ont été réalisées postérieurement à l'observation des avortements dans l'élevage.

### II.3.1. Les thèmes à aborder dans le questionnaire d'enquête

La première partie du questionnaire d'enquête devait être relative aux caractéristiques générales de l'élevage :

- La localisation de l'élevage : adresse, code postal et commune.
- La structure de l'élevage : le type de production, le statut de l'élevage (sélectionneur, contrôle laitier, mode de production).

Ensuite grâce au questionnaire nous devons être en mesure d'obtenir des informations précises sur les animaux touchés. La seconde partie du questionnaire aborde ainsi les caractéristiques fines liées à la mise en place de la reproduction, le nombre d'agnelles élevées, leur âge à l'insémination, les critères liés à l'insémination (semence utilisée, dose de PMSG appliquée, date d'insémination) les critères d'observation des avortements (date de l'échographie de constat des avortements, stade de gestation au moment du constat de l'avortement, nombre d'animaux avortés, nombre d'animaux vides, observations de troubles de santé autour de la période d'avortement) et enfin les résultats de la reproduction en fin de campagne.

Les hypothèses qui ont ensuite guidé la rédaction du questionnaire d'enquête correspondaient aux facteurs favorisant les avortements, identifiés dans la bibliographie :

- Une alimentation et un abreuvement proposés en quantités insuffisantes, et de qualité moyenne à mauvaise ;
- Une mauvaise gestion du pâturage et du parasitisme ;
- Une contamination intergénérationnelle par la présence d'animaux plus âgés en contact avec les agnelles ;



- Un stress autour de la période des avortements.

La stratégie vaccinale et les traitements préventifs ont également été abordés afin d'évaluer la couverture vaccinale des animaux touchés, et les contaminations éventuelles qui auraient pu être véhiculées par un produit lyophilisé. Nous nous sommes ainsi intéressés au numéro de lot de la PMSG utilisée dans chaque élevage afin d'identifier un éventuel lot qui aurait pu être contaminé.

L'historique abortif de l'élevage est un élément nécessaire à connaître pour identifier une circulation infectieuse dans l'élevage ou un éventuel facteur de risque qui engendrerait des avortements de façon répétitive. Enfin les éventuels résultats d'analyses ont été récupérés chez les éleveurs afin d'imputer ou d'écarter certaines causes abortives classiques.

### II.3.2. La rédaction du questionnaire d'enquête

Deux questionnaires d'enquêtes avaient précédemment été rédigés dans le cadre de stages de fin d'étude portant sur des mauvais résultats de reproduction sur agnelles (OVI-TEST 2009 et OVI-TEST 2013). Ainsi la rédaction du questionnaire, présenté en annexe A, s'est basé sur ces deux questionnaires pour la majorité des points relatifs à la conduite des agnelles. Ils étaient bien structurés et correspondaient en partie aux besoins de l'étude (conduite alimentaire et vaccinale, gestion parasitaire, etc). Certains points ont été approfondis tels que la gestion parasitaire des parcelles pâturées ou bien la localisation géographique des agnelles pendant la période entre l'insémination et les avortements. La première partie du questionnaire a quant à elle été totalement rédigée puisque nous avons besoin de données sur les observations faites au moment des avortements.

### II.3.3. Les conditions de réalisation des enquêtes

La principale condition de réalisation des enquêtes était qu'elles soient réalisées en élevage. En effet, nous souhaitons pouvoir nous rendre compte des conditions d'élevage : type de bergerie, propreté des locaux (abreuvoirs, hangar de stockage) qualité des aliments distribués et contaminations éventuelles. S'agissant d'une enquête *a posteriori*, les observations faites, ne peuvent correspondre qu'à des hypothèses concernant les conditions d'élevage de la campagne touchée par les avortements.

De plus, pour une question de disponibilité des éleveurs et de faisabilité, les enquêtes terrain ne devaient pas durer plus de deux heures par élevage. Ce temps comprenant une première phase de visite de l'élevage guidée par l'éleveur où les questions commençaient à être abordées, puis la deuxième phase de l'enquête correspondait au remplissage du questionnaire d'enquête chez l'éleveur ou dans le bureau de l'exploitation. L'ordre de réalisation de ces deux phases a parfois été interverti lorsque les agnelles n'étaient pas élevées sur le site du siège de l'exploitation.

## II.4. Réalisation de 47 enquêtes chez les éleveurs de la population « avortements précoces sur agnelles »

Dans le but de calibrer la durée de l'enquête et de vérifier que l'ensemble des critères abordés dans les questions pouvait avoir une réponse facile de la part des éleveurs, nous avons testé le questionnaire lors d'une première enquête le 22 octobre 2019. Au cours de cette première enquête, la durée totale de l'entretien a été de 2h ce qui nous semblait cohérent et facilement répétable dans l'ensemble des élevages. A raison d'une à deux enquêtes réalisées par journée, l'ensemble des entretiens

# 2019

SEPTEMBRE						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	1	2	3	4	5	6

OCTOBRE						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

NOVEMBRE						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

DÉCEMBRE						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

# 2020

JANVIER						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9

FÉVRIER						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	1
2	3	4	5	6	7	8

MARS						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
24	25	26	27	28	29	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

AVRIL						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

*Figure n°12 : Répartition des jours d'enquête sur la période du contrat*

a été réalisé entre le 22 octobre 2019 et le 13 mars 2020. La répartition des enquêtes sur la période est présentée dans la figure n°12.

Suite à cette première phase d'enquête sur le terrain, certains éleveurs ont été recontactés pour avoir des précisions sur certains points. De plus les techniciens UNOTEC de chaque élevage ont été contactés pour obtenir le bilan technique de la campagne étudiée, sur lequel le nombre d'agnelles n'ayant pas mis bas au cours de la campagne était renseigné.

Finalement pour l'ensemble des éleveurs conventionnés, un rendez-vous avec le vétérinaire référent a été fixé, cela dans le but de vérifier les informations données par l'éleveur et de récupérer les éventuels résultats d'analyses.

## II.5. De l'analyse des données obtenues en entretien à la communication des résultats

### II.5.1. Traitements des données brutes issues des enquêtes

#### II.5.1.a. Détermination des critères temporels liés à l'observation des avortements précoces sur agnelles

Les deux premiers critères temporels nécessaires à étudier lorsque l'on s'intéresse à un problème d'avortement, sont la période où les animaux ont été mis à la reproduction, et la période où les avortements ont été observés. En effet, les agnelles étant des animaux dont la reproduction est saisonnée, la période de mise à la reproduction, et dans notre cas d'insémination, est un facteur clé à analyser. Pour cela, les dates des inséminations et des observations d'avortements, via les échographies, ont été récupérées lors des entretiens. La distribution annuelle a ensuite été analysée à l'échelle du mois, voire de la saison dans le cas de l'insémination. Trois périodes ont été définies :

- Octobre - janvier : période de saison sexuelle,
- Février - mai : période de contre saison avec augmentation de la durée du jour,
- Juin - août : période de contre saison avec diminution de la durée du jour.

Le stade de gestation au moment des avortements est la donnée la plus difficile à obtenir en élevage. En effet, au moment des échographies, il est difficile de dater précisément le moment où le fœtus est mort. Nous avons donc choisi d'approcher ce stade en prenant en compte la date d'insémination et la ou les dates des échographies qui ont mené à l'observation des avortements. Deux cas de figure sont possibles :

- Observation des avortements au cours d'une première échographie et pas d'évolution sur le nombre de cas dans l'élevage lors de la seconde échographie de contrôle : dans ce cas, on considère que l'intervalle entre la date d'IA et la date de la première échographie correspond au stade de début des observations d'avortements. Le stade de fin des observations d'avortements est dans ce cas identique.
- Observation des avortements au cours d'une première échographie et évolution du nombre de cas entre la première échographie et la seconde : dans ce cas, deux dates ont été prises en compte, la date de début d'observation des avortements et la date de fin.



### II.5.1.b. Synthèse des informations liées à la conduite des agnelles, en variables qualitatives

L'ensemble des données d'enquêtes a été répertorié dans une base de données Excel. Les informations y ont été répertoriées, après chaque enquête, telles qu'elles ont été renseignées lors des entretiens. Les données obtenues étaient donc de natures diverses : données quantitatives (nombre d'agnelles élevées, nombre d'avortements observés, stade de gestation aux avortements, etc) données qualitatives (système alimentaire, présence de pâturage dans la conduite des agnelles, type de logement des agnelles, etc). Ces données brutes n'avaient pas pour but d'être analysées telles quelles, un traitement préalable a été nécessaire.

Chaque élevage a donc été étudié de façon précise sur chaque critère, et nous avons regroupé l'information dans des variables synthétiques. La construction des variables synthétiques a représenté une partie importante du travail. Elle demandait une expertise importante afin d'évaluer les risques propres à chaque élevage. C'est ma tutrice entreprise, Béatrice Giral, vétérinaire de formation qui m'a accompagnée pour l'élaboration de ces variables. Le tableau en annexe B présente les données qui ont été utilisées pour l'élaboration de chaque variable synthétique.

#### Exemple pour la variable « Risque parasitaire parcelle » :

Cette variable comprend 3 modalités : risque faible (parcelle\_0) présence d'un risque (parcelle\_1) risque élevé (parcelle\_2).

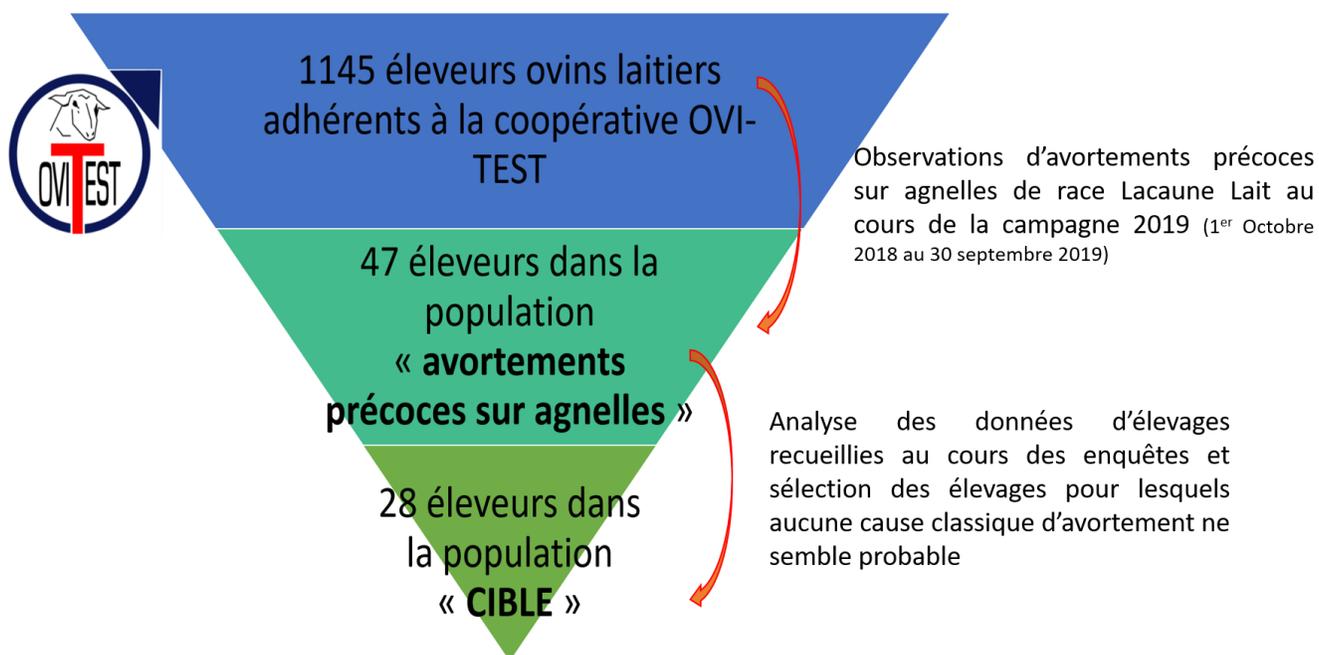
- Le premier niveau de risque a été associé à un élevage où les adultes ne pâturaient pas les parcelles des agnelles au préalable, où le chargement ne dépassait pas 30 agnelles/ha et où la parcelle avait été labourée dans les 2/3 ans précédents.
- Dès qu'un de ces critères n'était pas respecté (brebis paissant sur pâture des agnelles au préalable, chargement élevé, absence de labour) le niveau de risque passait à 1.
- Dès que plusieurs critères n'étaient pas respectés nous considérons que le risque parasitaire était important, nous attribuons le niveau 2.

Chaque variable synthétique est une variable qualitative qui comprend plusieurs modalités. Les variables *Système alimentaire, Contaminant, Présence de pâturage, Point d'eau extérieur, Santé du lot, Santé des adultes, Stress début de gestation, Historique, Avortement des adultes, Vaccination* sont des variables qualitatives nominales. Les autres variables sont relatives à la caractérisation d'un risque, ce sont des variables qualitatives ordinales. Les modalités de ces variables qualitatives ordinales ainsi que leur signification sont présentées en annexe C.

### II.5.1.c. Sélection des élevages formant la population CIBLE

L'ensemble des données qualitatives a été ensuite regroupé par élevage dans des fiches récapitulatives. Sur la face recto de la fiche, on retrouve un récapitulatif complet de la conduite des agnelles de leur naissance jusqu'à l'apparition des avortements. La face verso du document, reprend les facteurs de risques identifiés via l'analyse des données brutes, l'historique abortif de l'élevage ainsi que les éventuels résultats d'analyses portant sur la détection d'agents infectieux. L'ensemble des quarante-sept fiches ont été présentées au groupe de travail afin de regrouper les élevages en sous-populations. Un exemple de fiche récapitulative est présenté en annexe D. L'analyse de l'ensemble des élevages a permis l'élaboration de 2 sous-populations :

- **Population CIBLE** : Avortement en milieu de gestation sans cause classique probable. Cette population, de vingt-huit élevages, est caractérisée par des avortements qui ont lieu en début de



*Figure n°13 : Place de la population « CIBLE » au sein de la population des adhérents de la coopérative OVI-TEST*

gestation. Aucun facteur de risque n'a été identifié dans la conduite des agnelles qui pourrait laisser supposer qu'une cause non-infectieuse est à l'origine des avortements. La figure n°13 présente la place de la population CIBLE au sein de la population OVI-TEST, et de la population « avortements précoces sur agnelles ».

- **Hors population CIBLE**: Suspicion forte d'une cause abortive connue ou cas non caractéristiques de la population cible. Cette sous-population est composée de onze élevages. Ils ont été placés dans cette sous-population pour différentes raisons :
  - Quatre élevages avaient des taux d'avortements et des taux d'agnelles présumées vides à l'échographie normaux (moins de 10% d'avortées et taux de vide à l'échographie normal, inférieur à 20%).
  - Cinq d'entre eux présentaient un résultat positif pour une analyse classique des causes abortives.
  - Pour deux élevages nous avons identifié un risque alimentaire ou parasitaire très important qui aurait pu être à l'origine des avortements.

Huit élevages ont été écartés suite à cette phase d'analyse, pour de multiples raisons. Premièrement une enquête a été réalisée chez un éleveur où les avortements avaient eu lieu sur les adultes et non sur les agnelles, il ne rentrait donc pas dans le cadre de notre étude. Ensuite, trois élevages ne pouvaient pas être classés dans l'une ou dans l'autre des populations car la période d'avortement ne pouvait pas être cernée précisément. Les échographies avaient eu lieu à plus de 100 jours de gestation, et nous ne pouvions pas définir de façon précise le stade auquel les avortements étaient apparus. Enfin quatre élevages ont été écartés de l'analyse car aucun vaccin n'est réalisé contre les pathologies abortives et aucune analyse n'avait été réalisée. Cela ne nous permettant pas de supprimer l'hypothèse d'une cause classique, nous avons choisi de les écarter.

#### [II.5.1.d. Localisation des élevages CIBLE](#)

L'ensemble des élevages sélectionnés pour former la population CIBLE a été localisé géographiquement de deux façons différentes. Premièrement, grâce aux adresses enregistrées par la coopérative, une première carte a été réalisée en utilisant le Système d'Information Géographique QGIS. Celle-ci représente les communes où ont été recensés des élevages ayant observés des avortements. Ensuite, grâce à la réalisation des enquêtes en élevage, nous avons pu relever précisément la localisation des bergeries où ont été élevées les agnelles. Cette deuxième donnée a permis d'obtenir une carte de la localisation précise des élevages. Cela a été possible grâce au logiciel Géoportail. La couche « vecteur » ainsi créée a ensuite été importée dans le logiciel QGIS, pour l'analyse.

#### [II.5.2. Présentation des différentes données utilisées comme références pour l'analyse des caractéristiques de la population CIBLE](#)

Comme présenté précédemment, plusieurs données devaient être recueillies sur les conditions d'élevage des animaux touchés par les avortements et sur les caractéristiques des avortements. Cependant, la nécessité de comparer cette population CIBLE à une population de référence est apparue très rapidement.



### II.5.2.a. Données disponibles en interne sur la mise en place de la reproduction et la présence de pâturage chez les agnelles

La population totale des éleveurs ovins laitiers d'OVI-TEST (1145 éleveurs) a été utilisée pour plusieurs comparaisons. Cette population constitue une bonne référence pour l'étude, notamment parce que la race est la même pour l'ensemble de ces élevages, il s'agit de la race Lacaune Lait. D'autre part la répartition géographique des adhérents de la coopérative permet d'avoir dans la population de référence des éleveurs géographiquement proches d'autres éleveurs de la population CIBLE. On enlève ainsi le biais lié à la zone géographique.

L'ensemble des données récupérées pour caractériser la population CIBLE, correspond à la campagne d'insémination 2019, c'est-à-dire la période comprise entre le 1<sup>er</sup> octobre 2018 et le 30 septembre 2019. Les données de référence mobilisées pour caractériser la population de référence sont les suivantes :

- **Âge des agnelles Lacaune lait (en jours) à la première insémination** (Donnée OVI-TEST, campagne 2019)
- **Date d'insémination des agnelles Lacaune Lait** (Donnée OVI-TEST, campagne 2019). Afin de pouvoir comparer la distribution annuelle des inséminations d'agnelles entre la population CIBLE et la population de référence, il a été nécessaire de générer, à partir de la population de référence, une population de référence « test » correspondant à la population de référence sur laquelle nous avons appliqué le niveau de risque abortif observé sur la population CIBLE. Pour cela le risque abortif a été calculé, et il correspond au ratio entre le nombre d'élevages de la population CIBLE sur le nombre total d'élevages adhérents à la coopérative ayant inséminé des agnelles laitières pendant la campagne 2019, soit 3% (28/827). Ce risque abortif moyen peut ensuite être distribué de façon homogène sur l'ensemble de la campagne. Ainsi, chaque mois, 3% des inséminations réalisées sur agnelles ont potentiellement mené à des avortements, si on considère que le risque abortif est indépendant de la saison.
- **Date d'avortement potentiel des agnelles Lacaune Lait** : cette distribution est dépendante de celle présentée ci-dessus car elle est liée au stade de gestation autour duquel les avortements sont observés. En ajoutant à la distribution précédente, ce stade de gestation médian, nous avons obtenu une distribution mensuelle des avortements, dite de référence, car elle ne dépend que de la distribution des inséminations d'agnelles pendant la campagne 2019. La distribution des avortements de référence est ainsi indépendante de la saison.
- **Nombre d'élevages où les agnelles sont échographiées par commune et par canton** (Donnée OVI-TEST, campagne 2019).
- **Proportion d'agnelles sortant au pâturage avant l'insémination** (donnée relative à un échantillon aléatoire de 339 éleveurs du service d'appui technique la coopérative OVI-TEST, appelé UNOTEC, campagne 2019).
- **Lots de PMSG utilisés pour la synchronisation des agnelles de la population OVI-TEST en 2019** (données OVI-TEST, campagne 2019).

Le choix a été fait de garder l'ensemble de la population OVI-TEST et de ne pas enlever la population enquêtée. En effet nous souhaitons réaliser une comparaison à une population totale référence et non une différenciation entre une population CIBLE et une population indemne d'avortements.



### [II.5.2.b. Données obtenues en externe via différentes structures collaboratrices](#)

#### [Eau utilisée en élevage du Bassin de Roquefort, Confédération Générale de Roquefort](#)

Sur la zone géographique de l'étude, le Bassin de Roquefort, une donnée existe concernant l'eau utilisée en élevage. Il s'agit des proportions d'élevages utilisant une eau de réseau ou utilisant une eau de source pour le lavage de la machine à traire (MAT). Cette donnée a été récupérée à la Confédération Générale de Roquefort, qui réalise tous les ans des contrôles quant au type d'eau utilisé en élevage. On peut considérer que ces proportions sont proches de celles relatives à l'utilisation en eau de consommation. Cependant, selon le responsable du Service Qualité, il est possible qu'un élevage utilisant l'eau de réseau pour le nettoyage de la MAT, puisse utiliser une source privée pour l'abreuvement. La réciproque est selon lui moins probable. Ainsi, concernant la campagne 2019-2020, 72.55% des éleveurs déclarent utiliser, comme ressource principale, une eau de réseau, contre 27.45% une eau de source.

#### [Localisation et recensement des élevages ovins Aveyronnais 2019, Groupement de Défense Sanitaire de l'Aveyron](#)

Dans le but de relativiser les données concernant la localisation des élevages, il semblait cohérent de s'intéresser au nombre d'élevages ovins présents sur le territoire, afin d'obtenir la densité d'élevages ovins pour chaque canton aveyronnais. Pour cela, nous avons contacté le GDS12 afin d'obtenir la répartition géographique de l'ensemble des élevages ovins lait et viande du département, actifs en 2019 et élevant plus de 50 animaux.

L'analyse a été réalisée à l'échelle du canton, car n'ayant que 28 élevages répartis sur 22 communes différentes, il semblait plus pertinent de s'intéresser à l'échelle supérieure. Seuls quatre élevages n'appartenaient pas au département de l'Aveyron, c'est pourquoi l'analyse de la répartition géographique a été réalisée sur les cantons de ce département.

Le GDS12 nous a également fourni les données du recensement ovin 2019, qui indique le nombre total d'ovins présents en Aveyron soit 748 555 ovins. En considérant un taux de renouvellement moyen de 29% (Institut de l'Élevage, 2017) on obtient un nombre d'agnelles présentes en 2019 sur le territoire de 209 595.

#### [Doses utilisées pour la vaccination des agnelles aveyronnaises en 2019, laboratoires CEVA et MSD](#)

Enfin, pour analyser la stratégie vaccinale des éleveurs ayant eu des avortements pendant la campagne 2019, il nous a paru nécessaire de comparer le taux de vaccination des agnelles contre les principales maladies abortives entre la population CIBLE et la population des agnelles aveyronnaises. Pour cela, nous avons contacté les laboratoires CEVA et MSD spécialisés dans la distribution de produits vétérinaires. Ces deux laboratoires ont pu nous informer sur le nombre de doses vaccinales vendues en 2019 en Aveyron pour la vaccination chlamydiose et toxoplasmose. Ainsi pour la chlamydiose ce sont 127 000 doses qui ont été vendues, et pour la toxoplasmose 70000 doses.

En considérant un renouvellement moyen de 29% du cheptel aveyronnais (Institut de l'Élevage, 2017) on obtient les taux de vaccination pour ces deux maladies sur agnelles présentés dans le tableau suivant :



Tableau n°3 : Présentation des taux de vaccination des agnelles aveyronnaises pour les vaccins contre la chlamydie et la toxoplasmose (données issues du GDS12, des laboratoires CEVA et MSD)

	<b>Chlamydie</b>	<b>Toxoplasmose</b>
<b>Nombre de doses</b>	127 000	70 000
<b>Nombre d'agnelles présentes</b>	224 566	224 566
<b>Taux de vaccination</b>	60,6%	33,4%

### II.5.3. Descriptif des caractéristiques d'élevage et des critères épidémiologiques de la population CIBLE

Avant de débiter l'analyse des données d'élevage, nous avons procédé à une étape de vérification des informations saisies. Pour cela, 5% des données d'élevage ont été regardées de manière aléatoire pour vérifier que les données renseignées dans le jeu de données, correspondaient bien aux informations recueillies lors des entretiens.

A partir de la base de données vérifiée, des analyses exploratoires ont été réalisées afin de comparer la population CIBLE à la population de référence OVI-TEST. Ces analyses descriptives répondent au premier objectif de notre étude qui est de décrire précisément les caractéristiques de la population CIBLE afin de dresser le profil épidémiologique des avortements observés.

En fonction de la distribution de chaque variable quantitative, les paramètres de position et de dispersion ont été étudiés.

- **Distribution normale** : moyenne et écart-type
- **Distribution non-normale** : médiane et intervalle interquartiles

Pour les variables qualitatives, le nombre de modalités, l'effectif par modalité et le mode ont été décrits.

La représentation graphique choisie, dépend également de la nature de la variable correspondante : pour les variables qualitatives, ont été choisis un diagramme en bâton ou en secteur, pour les variables quantitatives continues, les boîtes de dispersion ou histogramme de fréquence ont été utilisés.

Pour la comparaison avec la population de référence, les tests statistiques utilisés dépendent également de la nature des variables en question. Pour tester une différence entre :

- **Deux variables qualitatives** : l'analyse de dépendance entre les deux variables qualitatives correspond à un *test du Chi<sup>2</sup>* avec comme hypothèse H<sub>0</sub> : il y a une indépendance entre les deux variables. Dès lors que les effectifs par modalité sont très faibles (inférieurs à 5) ce test doit être remplacé par un *test exact de Fisher*.
- **Les niveaux d'une variable quantitative entre 2 échantillons indépendants (caractérisés par une variable qualitative)**
  - **Tests paramétriques** : lorsque la distribution est normale et que l'on a une homogénéité des variances on réalise un *test de Student*.

*Tableau n°4 : Variables correspondantes à la population CIBLE et à la population de référence et tests statistiques utilisés pour l'analyse statistique*

<b>Variable correspondant à la population CIBLE</b>	<b>Variable correspondant à la population de référence</b>	<b>Test utilisé pour la comparaison entre les observations réalisées et la référence</b>
Âge à la première insémination des agnelles de la population CIBLE	Âge à la première insémination des agnelles de la population OVI-TEST	<i>Test de Student</i>
Distribution annuelle des inséminations de la population CIBLE	Distribution annuelle des inséminations réalisées sur agnelles par OVI-TEST	<i>Test de Fischer</i>
Distribution annuelle des avortements observés de la population CIBLE	Distribution annuelle théorique d'avortements observés à 61.5 jours de gestation, prenant en compte le risque abortif de façon indépendante de la saison	<i>Test de Fischer</i>
Proportion d'élevage sortant les agnelles au pâturage dans la population CIBLE	Proportion d'élevages sortant les agnelles au pâturage dans un échantillon aléatoire de la population OVI-TEST	<i>Test du Chi<sup>2</sup></i>
Proportion d'élevages utilisant une eau de source pour l'abreuvement des agnelles dans la population CIBLE	Proportion d'élevages utilisant une eau de source pour le lavage de la machine à traire dans la population Roquefort	<i>Test du Chi<sup>2</sup></i>
Taux de vaccination des agnelles contre la chlamydie dans la population CIBLE	Taux de vaccination des agnelles contre la chlamydie dans la population aveyronnaise	<i>Test du Chi<sup>2</sup></i>
Taux de vaccination des agnelles contre la toxoplasmose dans la population CIBLE	Taux de vaccination des agnelles contre la toxoplasmose dans la population aveyronnaise	<i>Test du Chi<sup>2</sup></i>

- **Test non-paramétrique** : lorsque la distribution est non-normale et/ou que l'homogénéité des variances n'est pas vérifiée on réalise un *test de Wilcoxon*

Le tableau n°4 présente l'ensemble des tests statistiques réalisés pour l'analyse des caractéristiques d'élevage et des critères épidémiologiques de la population CIBLE. L'analyse repose sur une variable relative aux observations réalisées sur la population CIBLE et une variable relative à la population de référence.

#### II.5.4. Analyse de la répartition géographique des élevages de la population CIBLE

Vingt-cinq des éleveurs de la population CIBLE, sont localisés dans le département de l'Aveyron, les trois autres élevages se répartissent sur les départements de la Lozère, du Tarn et de l'Hérault. Ainsi l'analyse géographique a été réalisée sur le seul département de l'Aveyron, département pour lequel les données étaient facilement récupérables, et où la très grande majorité des éleveurs de la population CIBLE était localisée.

Dans le but d'analyser la répartition géographique des éleveurs de la population en question, nous nous sommes positionnés dans un premier temps à l'échelle de la commune. Ainsi, par commune nous avons répertorié le nombre d'élevages possédant plus de 50 ovins, le nombre d'élevages réalisant des échographies sur agnelles, et le nombre d'élevages faisant partie de la population CIBLE. L'effectif de la population en question étant faible, l'échelle ne paraissait pas la plus adaptée. C'est pourquoi, l'échelle qui a été choisie définitivement par la suite est le canton.

Deux hypothèses ont été testées :

- La proportion d'élevages réalisant des échographies sur agnelles par canton a un effet sur le nombre d'élevages CIBLES
- La densité cantonale d'élevages a un effet sur le nombre d'élevages CIBLES

Pour cela la table d'attributs de la couche vecteur cantonale a été complétée avec des informations nécessaires : nombre d'élevages ovins en 2019 (GDS12, données 2019) nombre d'élevages adhérents à la coopérative OVI-TEST actifs en 2019 (OVI-TEST, données 2019) taux d'échographies (OVI-TEST, données 2019) nombre d'élevages ayant observé des avortements (fonction vectorielle de QGIS comptant le nombre de points dans les polygones) surface cantonale (en kilomètres carrés) densité d'élevages (fonction calculatrice de QGIS).

Grâce à l'ensemble de ces informations, nous avons pu tester via l'utilisation de *test de Spearman*, la corrélation entre de la densité d'élevages ou de la proportion d'élevages réalisant des échographies et le nombre d'élevages ayant observé des avortements CIBLE.

#### II.5.5. Observations et interprétation des images d'avortements obtenues lors des échographies de la campagne 2020

Au cours de la campagne 2020, des avortements précoces sur agnelles ont été observés à partir du mois de juin. Nous avons donc choisi de réaliser une interprétation des observations pouvant être faites au moment des avortements sur agnelles. Pour cela, nous avons réalisé des échographies chez un éleveur où les avortements présentaient les mêmes critères que ceux de la population CIBLE, campagne 2019. Ainsi les échographies ont permis d'identifier des caractéristiques d'avortements couramment rencontrés, et d'autres qui semblent plus particulières aux avortements précoces décrits ici.



### II.5.6. Diffusion des résultats aux éleveurs enquêtés

Une fois l'ensemble des analyses réalisées, un retour a été réalisé à chacun des éleveurs ayant répondu à l'enquête. Deux documents ont été diffusés pour l'occasion.

Premièrement, un retour individuel sur les pratiques mises en œuvre, la conduite suivie et l'analyse des risques présents dans l'élevage a été réalisé. Ce premier document correspondait aux fiches individuelles réalisées pour la création des sous-populations d'élevages. Une lettre expliquant la méthode utilisée et faisant une analyse des risques observés a été envoyée dans le même courrier.

Deuxièmement, une plaquette présentant les résultats décrits ci-après, a été élaborée. Cette plaquette reprend les principaux éléments de contexte des avortements en élevage ovins en France et les causes identifiées en France. Les principaux résultats issus des traitements effectués sur les données brutes récupérées en élevage y sont présentés. Ce document a été distribué aux éleveurs lors d'une réunion de présentation des résultats.



## PARTIE III : Résultats

Dans cette troisième partie, nous allons présenter les principaux résultats issus de l'analyse descriptive et statistique des données. Dans un premier temps, les principales caractéristiques épidémiologiques inhérentes aux avortements de la population CIBLE seront décrites. Ensuite, nous nous intéresserons aux caractéristiques relatives à la conduite générale des agnelles de cette population.

### III.1. Caractéristiques épidémiologiques de la population CIBLE

Quarante-sept enquêtes ont été réalisées chez des éleveurs adhérents à la coopérative OVI-TEST. Ces enquêtes menées *a posteriori* ont été effectuées suite à la réalisation d'échographies de diagnostic de gestation ayant mis en évidence des avortements. En 2019, la coopérative a réalisé des échographies sur agnelles laitières chez 627 éleveurs. La même année, la coopérative comptait 1766 adhérents ovins (1145 éleveurs laitiers, 621 éleveurs allaitants). Sur la population d'agnelles laitières échographiées, soit 54,8% (-627/1145-) des éleveurs laitiers OVI-TEST, on arrive à 7,5% (-47/627-) de détection d'avortement.

#### III.1.1. La population CIBLE : vingt-huit élevages de brebis Lacaune

La population CIBLE correspond aux élevages choisis par le groupe de travail pour les raisons suivantes :

- Observations des avortements en début de gestation
- Pas de facteur de risque potentiellement explicatif.

Les animaux de cette population sont des agnelles de race Lacaune Lait. Au total ce sont 3474 agnelles qui composent les 28 élevages de cette population. Le plus petit élevage, compte 45 agnelles, le plus grand 225. La moyenne d'agnelles élevées est ainsi de 127 agnelles par élevage.

Les éleveurs peuvent choisir de réaliser deux lots d'insémination, pour des raisons de charge de travail, dans le but d'étaler les périodes de mises bas, ou pour des raisons de développement des agnelles. Dans ce cas, les plus petites sont inséminées plus tardivement dans l'objectif de poursuivre leur croissance grâce au laps de temps entre les deux inséminations. Ainsi, les agnelles bénéficient de la même conduite mais sont inséminées à des dates différentes. Dans la population CIBLE, 11 éleveurs conduisent les agnelles en deux lots, et les 17 autres inséminent toutes les agnelles en un seul lot. Il y a donc en réalité 34 lots d'agnelles qui composent la population CIBLE.

Dans ces vingt-huit élevages, 14 éleveurs procèdent à un Contrôle Laitier Officiel, 13 réalisent un Contrôle Laitier Simplifié et 1 seul n'effectue pas de suivi laitier. On a donc une surreprésentation de la catégorie d'éleveur en CLO comparativement aux populations d'OVI-TEST et de l'UPRA Lacaune.

*Tableau n°5 : Proportions d'élevages en CLO et en CLS pour les populations UPRA Lacaune OVI-TEST et CIBLE*

	<b>UPRA Lacaune</b>	<b>OVI-TEST</b>	<b>CIBLE</b>
<b>CLO</b>	20%	16,7%	50%
<b>CLS</b>	70%	83,2%	46,4%



### III.1.2. Prévalence, taux d'avortement et taux de vides « anormal »

Les 3474 agnelles élevées dans la population CIBLE, n'ont pas toutes avorté. La prévalence est une mesure de l'état de santé d'une population observée. Il s'agit du ratio entre le nombre de cas observés à un instant t et le nombre d'individus présents dans la population dont sont issus les cas à cet instant. Dans notre cas, la population dont sont issus les cas, correspond à la population CIBLE. L'individu statistique utilisé ici pour le calcul de la prévalence des avortements précoces sur agnelles dans la population d'OVI-TEST est donc l'élevage dans sa totalité.

*Tableau n°6 : Prévalence des avortements sans cause classique probable dans la population des agnelles laitières de race Lacaune Lait d'OVI-TEST*

Nombre d'élevages ayant présenté au moins un cas d'avortement sans cause classique au cours de la campagne 2019	Effectif total des élevages constituant la population de référence	Prévalence
28	627	4,5%

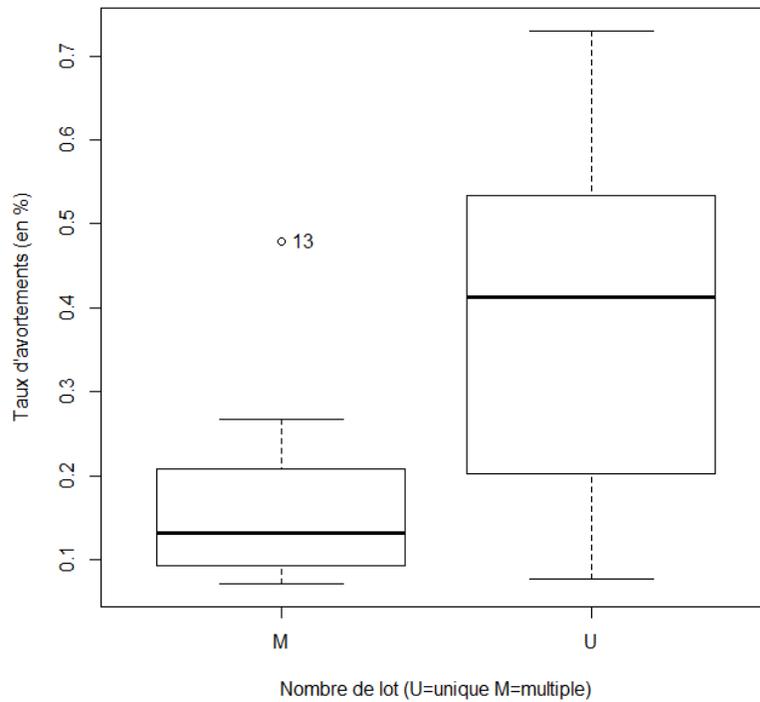
On a donc 4,5% des élevages ovins laitiers réalisant des échographies sur agnelles, qui ont observé en 2019 des problèmes d'avortements CIBLES où aucune cause infectieuse classique d'avortement n'est soupçonnée.

Ensuite, il est également intéressant d'évaluer l'impact au niveau de chaque élevage. Pour cela, le taux d'avortement définit le ratio :  $\frac{\text{nombre d'agnelles ayant avorté dans l'élevage}}{\text{nombre d'agnelles inséminées et présentes dans l'élevage}}$ .

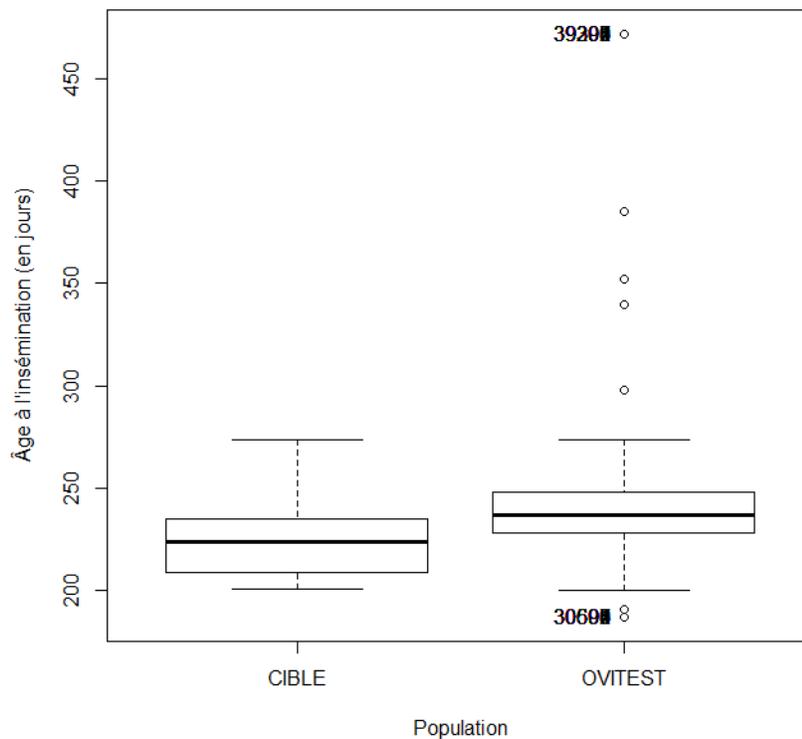
Les éleveurs allotant les agnelles dans deux lots distincts, n'ont pas nécessairement observé d'avortements sur les deux lots, ou bien dans des mesures différentes. Le tableau n°7 montre que pour la majorité des éleveurs ayant deux lots, le second lot a été moins impacté par la série d'avortements.

*Tableau n°7 : Taux d'avortements observés chez les éleveurs conduisant les agnelles en deux lots*

N° adhérent	2	84	425	9719	6798	1507	3052	131	78	260	508	Moyenne
Taux avortement LOT1 (%)	19	22	12	24	19	18	58	14	42	39	31	27,1
Taux avortement LOT2 (%)	0	5	5	5	6	2	32	0	0	0	0	5
Taux avortement global (%)	7	15	8	18	13	9	48	10	24	27	13	17,45



*Figure n°14 : Taux d'avortements observés dans les élevages de la population CIBLE selon la multiplicité des lots (n=34)*



*Figure n°15 : Boîtes à moustache de l'âge à la première insémination des agnelles de la population CIBLE (n=3474) et de la population OVI-TEST (n=36 037) (Données OVI-TEST, campagne 2019)*

**Tableau n°8 : Taux d'avortements observés chez les éleveurs conduisant les agnelles en un seul lot**

N° adhérent	1	205	577	589	1361	6645	60	444	179	257	4845	5166	86	366	2130	2143	9830	Moyenne
Taux d'avortement (%)	18	35	60	53	12	63	67	16	73	11	46	32	44	41	23	43	31	38,2

On remarque que pour les lots doubles, le taux d'avortements global moyen (prenant en compte les taux observés sur les deux lots) est de 17,45% et varie entre 7 et 48%. Le taux d'avortements sur le premier lot peut atteindre jusqu'à 58% des femelles mises en reproduction.

Pour les éleveurs conduisant les agnelles en un seul lot, les taux d'avortements sont compris entre 8 et 73% et la moyenne est de 38,2% d'avortements (tableau n°8).

L'annexe E présente les taux d'avortements observés sur les lots d'agnelles pour chaque adhérent. On peut ainsi constater que pour les élevages avec deux lots, c'est le premier lot d'agnelles mis à la reproduction qui est le plus touché par la série abortive.

**La figure n°14 et le test statistique de Student, nous permettent de conclure que le taux d'avortements observé est inférieur lorsque l'éleveur insémine les agnelles en deux lots distincts (17,45% ± 11,8% pour les élevages ayant 2 lots contre 38,2% ± 20,4% pour les élevages avec un seul lot).**

**Pour les élevages inséminant les agnelles en deux lots, c'est le premier lot mis à la reproduction qui est le plus touché. Le second ne l'est que très rarement.**

D'autre part, le taux d'agnelles vides observé dans les lots ne doit pas dépasser 30%, en contre saison sexuelle, pour être considéré comme « normal ». Sur les 28 lots de la population CIBLE, on observe un taux de vide compris entre 7 et 37%. Ainsi pour 4 éleveurs de la population, on observe un taux anormal de vides. Celui-ci est compris entre 0 et 7% au-delà des 30% considérés comme normaux. On observe cependant que les agnelles étant présumées vides lors de la première échographie arrivent à être fécondées avec une lutte ou une insémination de rattrapage.

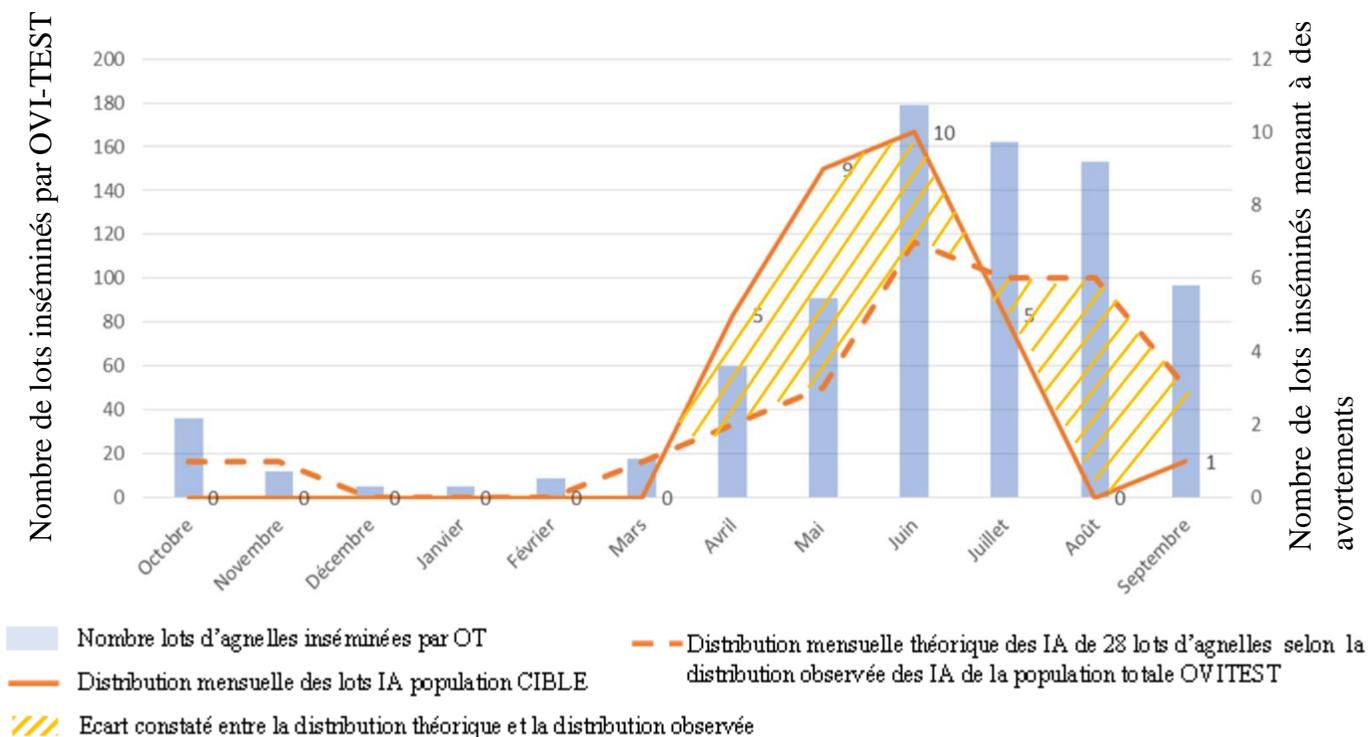
**Pour la suite de l'analyse, seuls les lots ayant observé plus de 5% d'avortements sur les agnelles ont été sélectionnés. Cela représente finalement une population de 30 lots d'agnelles dans 28 élevages différents.**

### III.1.3. Notion de temporalité dans l'apparition des avortements

#### III.1.3.a. Âge à l'insémination

Dans le cas de la population CIBLE, les agnelles ont en moyenne 226,5 jours (±19,3 jours) ce qui correspond à **7,5 mois** lors de la première insémination et varie entre 201 et 274 jours. Comparativement, la moyenne d'âge à la première IA pour les agnelles laitières de la population OVI-TEST est de 239,9 jours (±23,7 jours) soit **7,9 mois** et varie entre 187 et 472 jours. La figure n°15 présente les boîtes de dispersion de l'âge à la première IA selon la population.

**Les agnelles de la population CIBLE sont inséminées significativement plus jeunes que la population de référence OVI-TEST (226,5 ± 19,3 jours vs 239,9 ± 23,7 jours).**



**Figure n° 16 : Distribution annuelle des 30 lots d'insemination sur la campagne 2019 et identification des lots ayant avorté (Données OVI-TEST, campagne 2019)**

**Tableau n°9 : Mois de naissance des agnelles de la population CIBLE**

Mois de naissance des agnelles	Nombre d'élevages
<b>Septembre</b>	4
<b>Octobre</b>	15
<b>Novembre</b>	5
<b>Décembre</b>	2

### III.1.3.b. Période d'insémination

La distribution mensuelle des inséminations est présentée, dans la figure n°16. On remarque que les 30 lots ayant avorté avec un taux supérieur à 5%, ont été inséminés pour la grande majorité entre les mois d'avril et de juillet. Un seul lot a été inséminé en septembre. De plus, ce sont des agnelles dites « d'automne » selon la définition proposée par François Castonguay (*cf paragraphe I.1.2.*). Elles sont nées entre les mois de septembre et décembre, comme le montre le tableau n°9.

Si on compare cette distribution à une distribution prenant en compte le risque abortif de façon indépendante de la saison (courbe orange en trait pointillé) on observe deux zones, hachurées en orange, où l'espace entre les deux courbes est important :

- Pour la période entre avril et juillet : on observe plus de lots inséminés à cette période touchés par des avortements que ce à quoi on aurait pu s'attendre.
- De façon inversée, après juillet, on observe moins de lots inséminés à cette période ayant avorté par la suite que ce à quoi on aurait pu s'attendre.

Le test statistique de Fischer, nous donne une p-value égale à 0,0565. Ayant une population de 28 élevages, il est difficile de conclure quant à la significativité du test. On peut tenter de regrouper les mois par périodes, afin de limiter le nombre de valeurs nulles dans la série. La première période, d'octobre à janvier, correspond à la période de saison sexuelle. La seconde, de février à mai, correspond à la période de contre saison avec augmentation de la durée du jour. La troisième, de juin à août, correspond à la période de contre saison avec diminution de la durée du jour.

*Tableau n°10 : Distribution annuelle des lots d'inséminations menant à des avortements précoces*

	Octobre – Janvier	Février – Mai	Juin – Août
<b>CIBLE</b>	0	13	15
<b>Référence OVI-TEST</b>	2	7	19

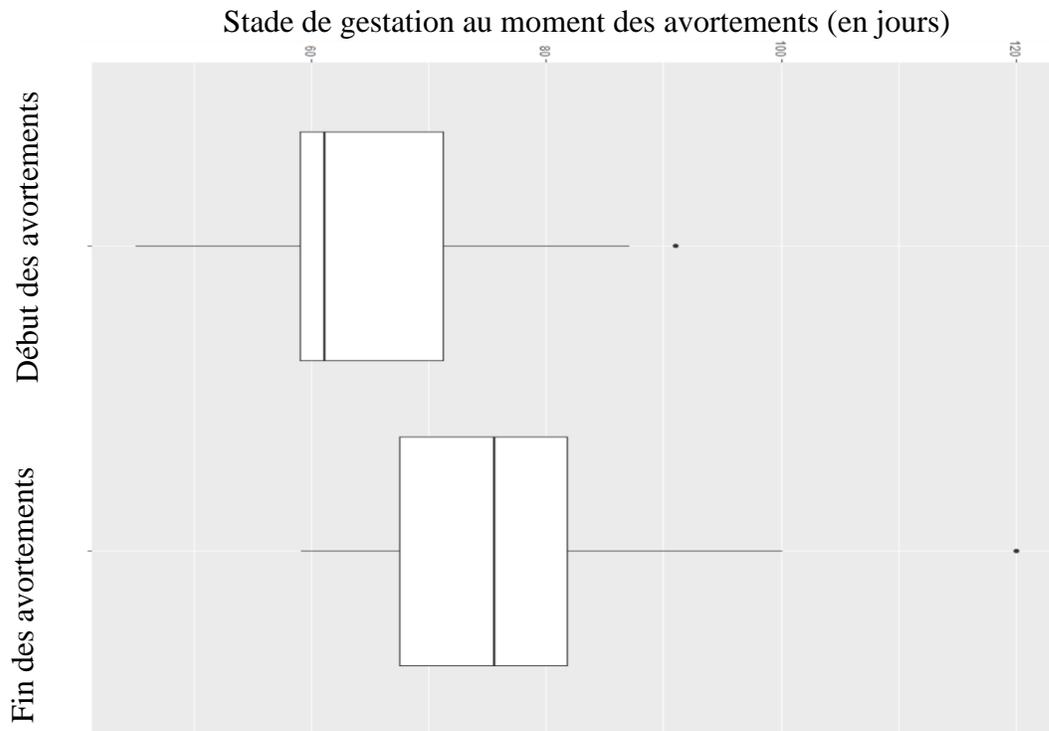
En réalisant ces regroupements, la p-value du test de Fischer, est alors égale à 0,1429.

**On ne peut donc pas conclure que la distribution annuelle des inséminations de la population CIBLE, soit significativement différente de la distribution annuelle théorique d'insémination menant à des avortements. Cependant, on observe une tendance, selon laquelle les avortements observés auraient lieu sur des lots d'agnelles inséminées relativement tôt dans la saison.**

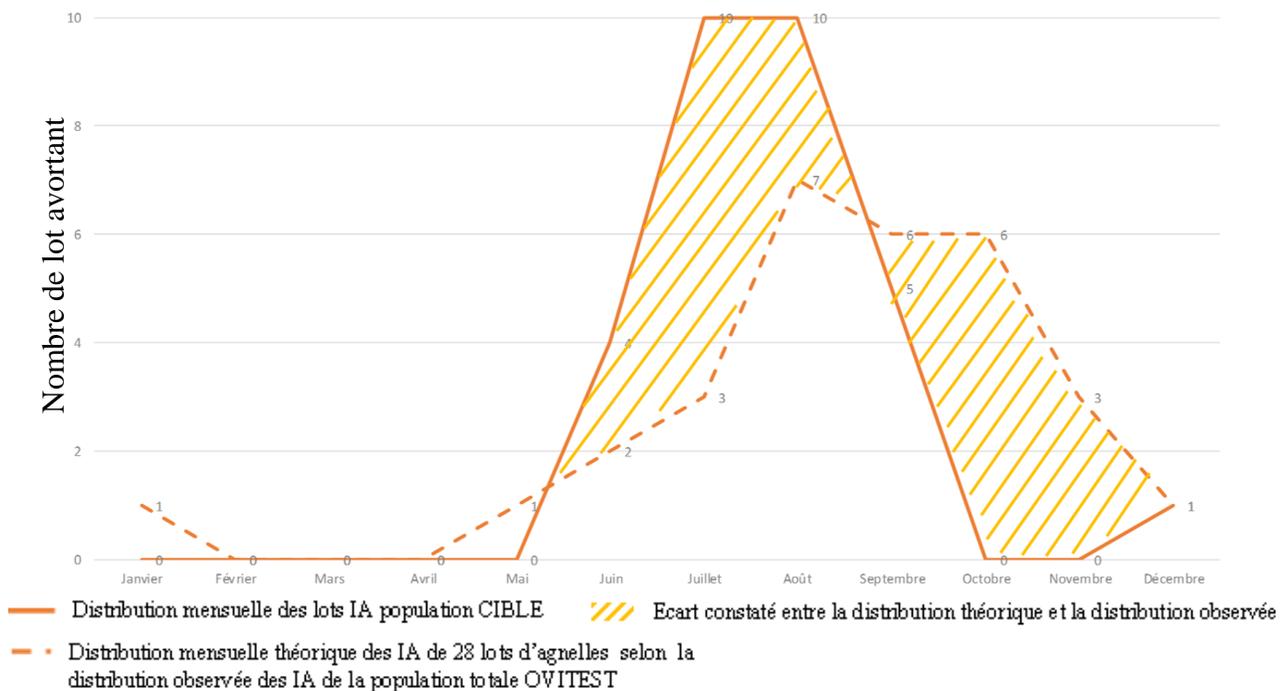
### III.1.3.c. Stade de gestation au moment des avortements

On remarque, sur le tableau  $\alpha$  de l'annexe F, qu'en moyenne le lot numéro 2, est mis à la reproduction  $22,1 \pm 12,6$  jours après le lot numéro 1, dans le cas d'élevages inséminant en 2 lots.

Seul deux élevages ont souffert de plus de 5% d'avortement sur le second lot (*cf tableau n°7 de la partie III.1.2.*). Lorsque l'on s'intéresse plus particulièrement à ces deux élevages (*tableau n° $\beta$  de l'annexe F*) on ne remarque pas de tendance concernant un laps de temps laissé entre les deux lots qui soit plus ou moins important que ceux observés dans les autres élevages.



*Figure n°17 : Stade de gestation au moment de l'observation des avortements pour l'ensemble des 30 lots touchés*



*Figure n°18 : Distribution annuelle des 30 lots d'agnelles ayant avorté et distribution théorique des avortements selon le risque abortif et la distribution des inséminations sur la campagne 2019 (Données OVI-TEST, 2019)*

En considérant les 30 lots ayant subi plus de 5% d'avortements, on peut définir une période charnière pendant laquelle les avortements ont été observés. A l'aide de la figure n°17 on observe que 50% des lots ont commencé à avorter entre 59 et 71,25 jours de gestation. La médiane de la variable se situe à 61 jours de gestation. Les avortements se sont par la suite stabilisés entre 67,5 et 81,75 jours de gestation pour 50% des lots touchés. La médiane de cette variable se situe à 75,5 jours.

*Tableau n°11 : Critères de position et de dispersion des variables « début des observations » et « fin des observations »*

	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Intervalle inter-quartile
<b>Début des observations</b>	45	59	61	71,25	91	12,25
<b>Fin des observations</b>	59	67,5	75,5	81,75	120	14,25

**Ainsi, selon les médianes observées dans le tableau n°11, la période critique au cours de laquelle on observe des avortements est de 61 à 75,5 jours de gestation.**

#### III.1.3.d. Période d'avortement

La figure n°18 présente la distribution annuelle des avortements observés dans les 30 lots touchés et la distribution annuelle théorique des avortements à 61 jours de gestation, prenant en compte le risque abortif observé dans la population étudiée.

On remarque deux zones où les distributions se différencient beaucoup :

- Entre juin et septembre on observe plus de cas d'avortements que ce que propose la théorie ;
- Entre octobre et décembre on observe moins de cas que ce que propose la théorie.

**On distingue statistiquement une période centrée entre juillet et août où les avortements se concentrent. La distribution des avortements n'est pas homogène à une distribution où le risque abortif serait indépendant de la période (p-value du *test statistique de Fischer* = 0.041). Ainsi la saison joue un rôle dans l'apparition des avortements.**

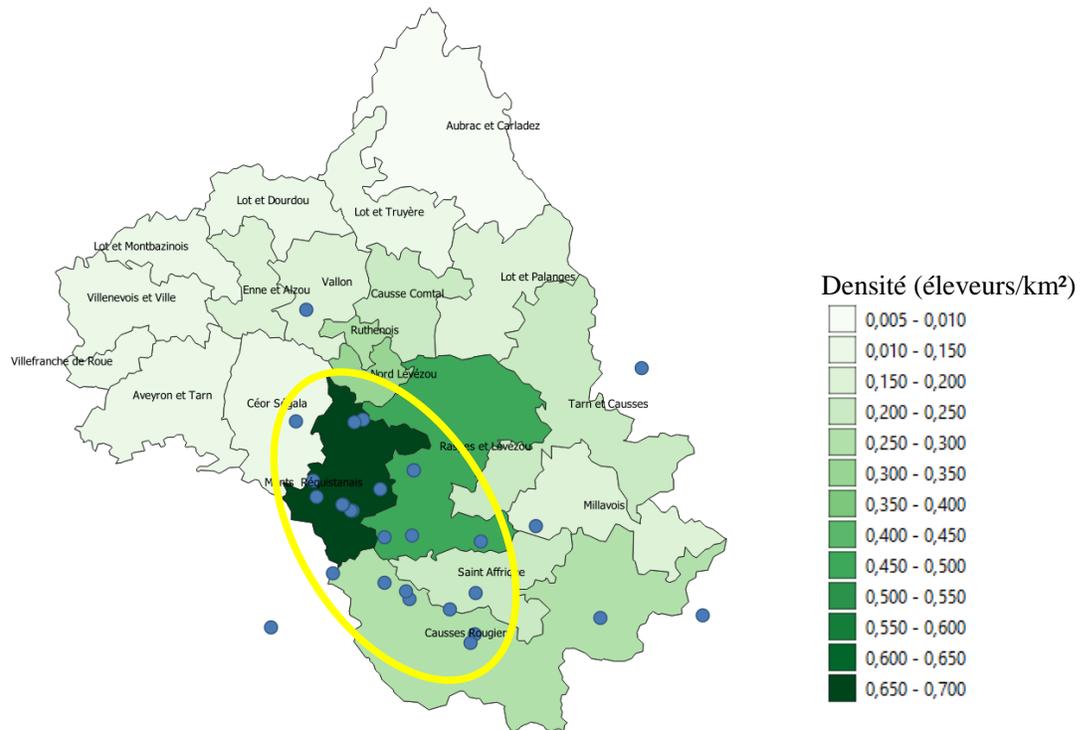
#### III.1.4. Observations macroscopiques et symptômes des animaux touchés

Une caractéristique importante des avortements observés dans la population CIBLE est l'absence de symptômes au moment des avortements. Aucun abatement des animaux n'est observé, les animaux touchés ne présentent pas de fièvre, ni de diarrhée, d'anémie ou tout autre symptôme. Les avortements sont diagnostiqués uniquement grâce aux échographies de contrôle ou de suivi de gestation.

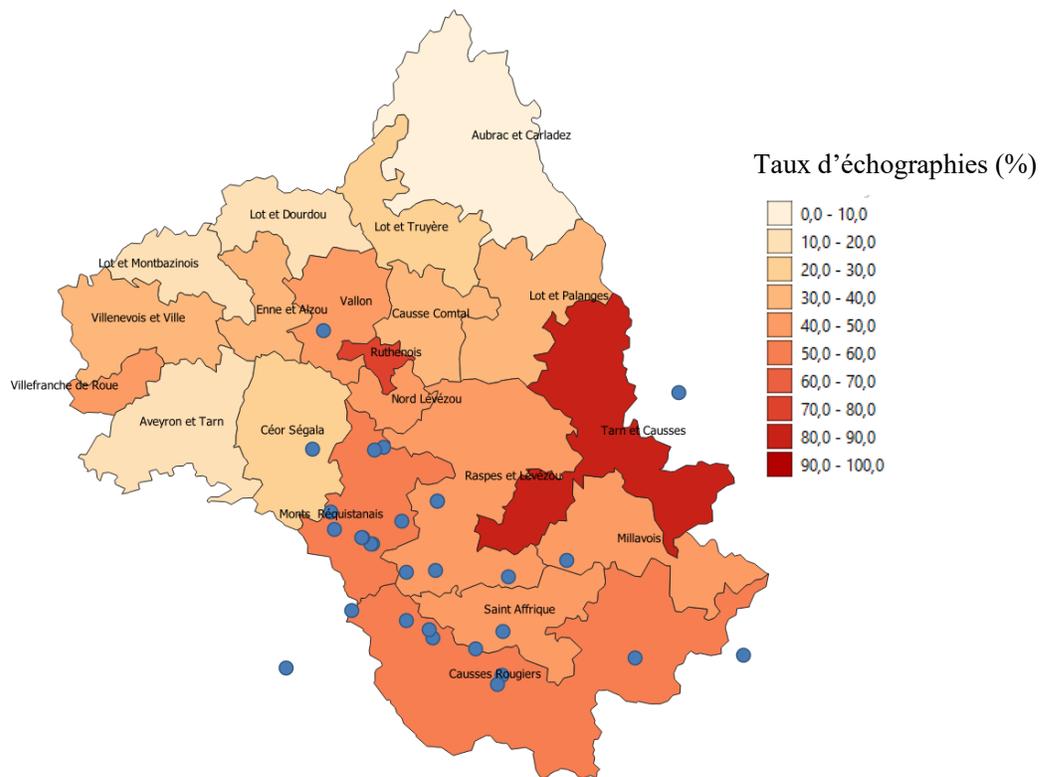
Les échographies ci-après (figure n°19) montrent les principales observations faites par les échographistes au moment d'un avortement. Classiquement, lors de l'échographie sur des brebis ou agnelles gravides, les placentomes (ou cotylédons) sont bien visibles et se distinguent facilement. Le cœur du fœtus est également détectable et on peut percevoir les battements cardiaques.

**Lorsqu'un élevage est touché par de la mortalité fœtale décrite dans ce travail :**

- Les cotylédons sont absents ou moins bien définis,

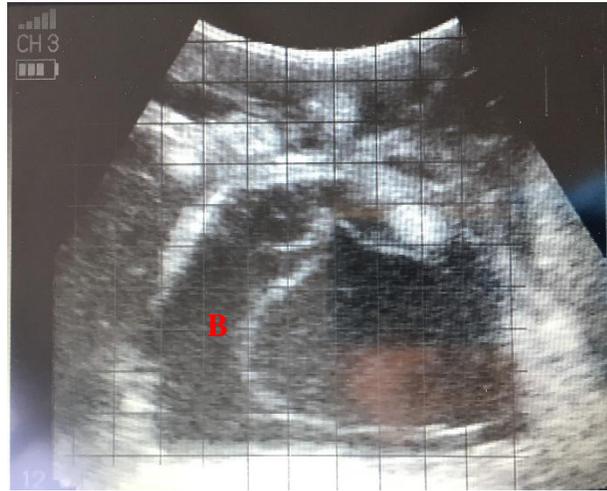


*Figure n°20 : Localisation géographique des élevages CIBLES observés et densité d'élevage par canton (Données GDS12 2019, OVI-TEST campagne 2019)*



*Figure n°21 : Localisation des élevages CIBLES observés et taux d'échographies réalisées sur agnelles par canton (Données GDS12, 2019, OVI-TEST campagne 2019)*

- Les enveloppes fœtales, normalement accolées à l'utérus, se décrochent
- Le liquide amniotique habituellement noir et uniforme, se trouble
- L'absence de battements cardiaques permet également de définir la mort fœtale.

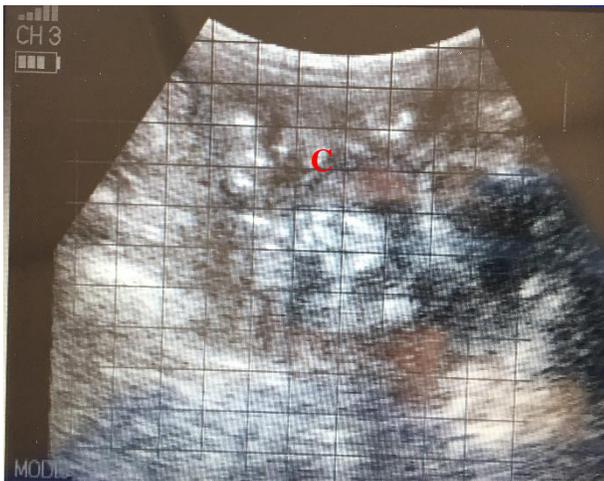


A :

Momification d'un fœtus ovin

B : Décolage des enveloppes fœtales par résorption du liquide amniotique

C : Fœtus et enveloppes totalement lysés donnant une organisation intra utérine anarchique



*Figure n°19 : Echographies présentant certaines observations faites au moment de la détection des avortements (Données OVI-TEST, 2020)*

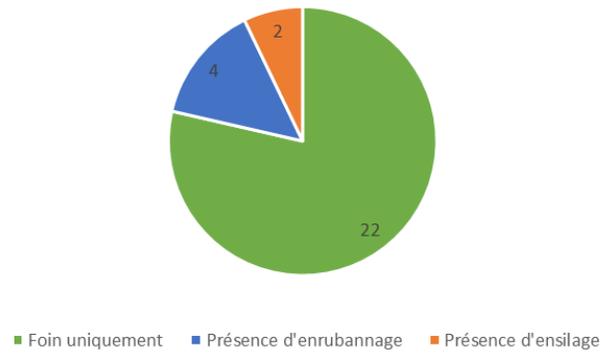
D'autre part les échographistes observent au moment des échographies une proportion non négligeable d'agnelles menant une gestation multiple (souvent deux agneaux) avec un des deux foetus vivant et l'autre mort.

### III.1.5. Localisation et répartition géographique des avortements

Les 28 élevages de la population CIBLE ont été géolocalisés grâce aux coordonnées GPS du lieu d'élevage des agnelles. Pour rappel deux hypothèses ont été testées :

- Les avortements observés grâce aux échographies ont eu lieu dans des zones où le taux d'échographies sur agnelles est important ;
- Plus il y a d'élevages par canton, plus on a de risque d'observer des avortements.

*Epidémiologie descriptive des avortements observés sur agnelles Lacaune*



*Figure n° 22.: Répartition de la population CIBLE selon l'utilisation de fourrages humides (n=28)*

Les figures n°20 et 21 présentent la localisation géographique des élevages de la population CIBLE, la densité d'élevages par canton et le taux d'échographies réalisées sur agnelles par la coopérative en 2019. Visuellement, on observe une zone matérialisée par un ovale jaune, où les élevages semblent se concentrer. Les deux cantons qui sont les plus touchés sont donc le canton *Mont et Réquistanais* et le canton *Causses et Rougiers*.

Statistiquement, le nombre d'élevages de la population CIBLE par canton, n'est pas lié au taux d'échographies réalisées sur agnelles. On peut donc considérer que ce n'est pas dans les zones où l'on réalise le plus d'échographies sur agnelles que l'on retrouve le plus de cas d'avortements étudiés ici. Toutefois, il semblerait qu'un canton avec une densité importante d'élevages, ait une probabilité plus élevée d'observer des avortements caractérisés dans ce travail.

**On observe une tendance à l'augmentation du nombre de cas CIBLE lorsque la densité d'élevages par canton augmente. Le coefficient de corrélation entre les deux variables de 0,79.**

### III.2. Description de la conduite d'élevage des agnelles touchées pas une série abortive

Outre les critères épidémiologiques et de reproduction nous permettant de décrire précisément les conditions d'apparition des avortements, la conduite générale des agnelles touchées par ces avortements est essentiel afin d'identifier d'éventuels facteurs favorisants. C'est pourquoi nous allons ici nous intéresser à l'alimentation des agnelles, l'eau utilisée pour l'abreuvement, la couverture vaccinale des animaux touchés mais également à l'historique abortif des élevages de la population CIBLE.

#### III.2.1. Une alimentation classique à base de fourrages secs, mais de nombreux problèmes de contaminations des aliments

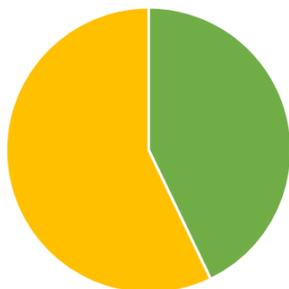
Comme nous l'avons précisé dans la partie I.2.2.a., l'alimentation joue un rôle « positif » ou « négatif » dans la mise en place de la reproduction de par la quantité et la qualité des aliments distribués. Dans l'ensemble des élevages de la population CIBLE, la ration distribuée aux agnelles a été décrite de la naissance jusqu'à l'apparition des problèmes d'avortements.

Ensuite, la figure n°22 présente la répartition des 28 élevages selon utilisation ou non de fourrages humides. On voit donc que seuls 6 élevages sur les 28 additionnent un fourrage humide dans la ration des agnelles (2 utilisent de l'ensilage et 4 utilisent de l'enrubannage). Les 22 autres éleveurs n'alimentent les agnelles qu'avec du foin. Cette répartition est classique, très peu d'éleveurs utilisent des fourrages humides pour l'élevage des agnelles de renouvellement. Ici les éleveurs ont additionné ce fourrage dans l'objectif de réaliser un « flushing » avant l'insémination.

En plus des fourrages, les éleveurs utilisent pour la majorité de l'orge et de la luzerne déshydratée conditionnée sous forme de bouchons pour la complémentation de la ration. Globalement la couverture des besoins alimentaires et en minéral nous a semblé satisfaisante selon les informations données par les éleveurs. Nous avons estimé que le niveau de couverture présentait un risque pour seulement deux éleveurs.

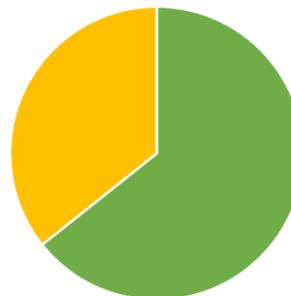
Des anomalies de conservation des fourrages ou des concentrés ont été observés chez 6 éleveurs (2 élevages avec anomalie de conservation sur le fourrage, 3 élevages avec anomalie de conservation sur les concentrés, 1 élevages avec anomalie de conservation sur le fourrage et les concentrés). Il s'agit donc d'une minorité de la population présentant une conservation non optimale. Ces anomalies relatent la présence de moisissure ou de terre dans le fourrage ou de charançons dans les céréales.

Présence de risque de contamination sur les fourrages



■ Risque\_0 ■ Risque\_1 ■ Risque\_2

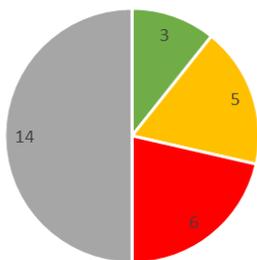
Présence de risque de contamination sur les concentrés



■ Risque\_0 ■ Risque\_1 ■ Risque\_2

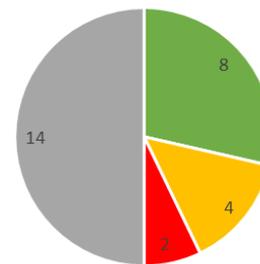
*Figure n° 23 : Diagramme en camembert présentant le risque évalué concernant les contaminations sur les aliments distribués aux agnelles (n=28)*

Risque parasitaire lié à la gestion de la parcelle



■ Parcelle\_0 ■ Parcelle\_1 ■ Parcelle\_2 ■ SO

Risque parasitaire et utilisation d'antiparasitaires



■ Traitement\_0 ■ Traitement\_1 ■ Traitement\_2 ■ SO

*Figure n°24 : Attribution des niveaux de risque d'infestation liés à la gestion des parcelles pâturées (n=28)*

*Figure n°25 : Attribution des niveaux de risque d'infestation liés à l'utilisation d'antiparasitaires (n=28)*

Le dernier point essentiel à observer, lorsque l'on s'intéresse à l'alimentation en cas de problème d'avortements, est la qualité des aliments distribués. La figure n°23 est un diagramme camembert présentant les risques évalués concernant la contamination des aliments distribués. 16 éleveurs sur 28 présentent un risque 1 (soit un risque probable de contamination par un animal sauvage) sur les fourrages. De même pour les concentrés, nous avons jugé que dans 10 élevages le risque de contamination était présent. Au total seuls 4 élevages ne présentent aucun risque de contamination des aliments. Les contaminations observées sont liées à :

- des oiseaux : 10 cas ;
- des chats : 10 cas ;
- des rats : 4 cas.

Comme présenté dans la partie I.2.2.a., les contaminations des aliments peuvent engendrer des problèmes d'avortements, notamment s'il s'agit de contamination par des chats (*Toxoplasma gondii*).

Ici, il semble qu'**une très grande partie de la population présente un risque probable de contamination des fourrages ou des concentrés.**

### III.2.2. Un pâturage plus fréquent que la moyenne des élevages UNOTEC mais une gestion du parasitisme très satisfaisante

Le pâturage est une pratique qui peut potentiellement exposer les animaux à d'éventuels vecteurs de pathogènes. Dans la population CIBLE 50% des éleveurs sortent les agnelles au pâturage après l'insémination. Le pourcentage d'éleveurs sortant les agnelles après l'insémination ne s'élève qu'à 28% dans l'échantillon aléatoire d'élevages de la population OVI-TEST.

Tenant compte que le pâturage était plus réalisé dans la population CIBLE, nous nous sommes intéressés à la gestion du parasitisme chez les éleveurs pratiquant le pâturage. La figure n°24 présente les niveaux de risque attribués aux 14 éleveurs qui sortent les agnelles au pâturage. Ainsi pour 11 d'entre eux, nous avons identifié la présence d'un risque de contamination de la parcelle pâturée. Ce risque est existant pour 5 élevages et élevé pour les 6 autres. Cependant, on observe sur la figure n°25 que le risque d'infestation est globalement bien maîtrisé puisque finalement il ne reste que 6 éleveurs pour qui le risque reste élevé. Ce risque parasitaire reste élevé lorsqu'aucun traitement antiparasitaire n'est effectué ou ne permettait pas de couvrir la période entre l'insémination et les avortements.

Il semble donc que **le pâturage soit une pratique plus mise en œuvre dans les élevages de la population CIBLE que ce qui est observé par le service d'appui technique de la coopérative OVI-TEST. Cependant il n'y a pas de risque parasitaire mis en évidence.**

### III.2.3. Un abreuvement issu en plus grande proportion d'eau de source

L'eau est un élément essentiel dans la gestion sanitaire d'un troupeau. En effet, une eau de mauvaise qualité ou bien souillée par d'éventuels contaminants peut être une source de pathogènes. Dans la population que nous étudions ici, 54% (-15/28-) des éleveurs utilisent une eau de réseau. Les 13 autres élevages utilisent une eau de source traitée pour l'abreuvement des agnelles.

On remarque ainsi que dans la population CIBLE, **les agnelles ont statistiquement plus à disposition une eau de source** que la donnée issue du Service Qualité de l'eau nous laisse penser. Cependant l'ensemble des éleveurs utilisant une eau de source traitent l'eau pour l'abreuvement et réalisent chaque

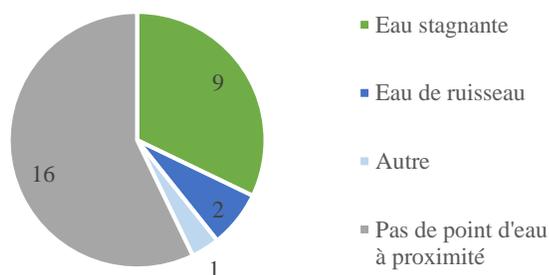
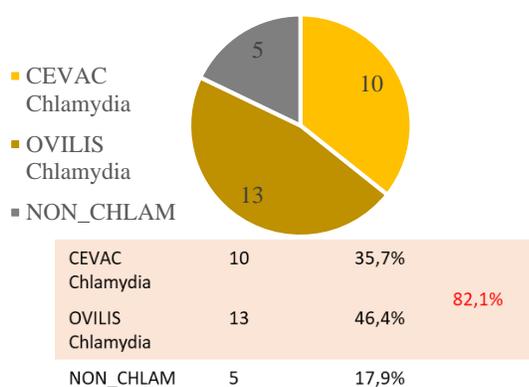
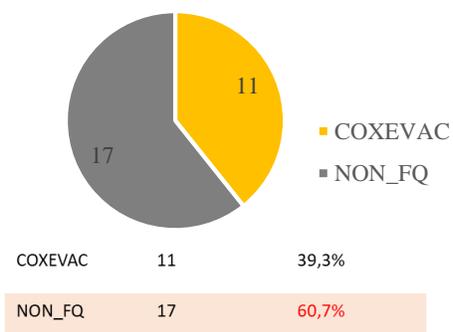


Figure n°26 : Répartition des types de points d'eau à proximité des agnelles chez les éleveurs de la population CIBLE (n=28)

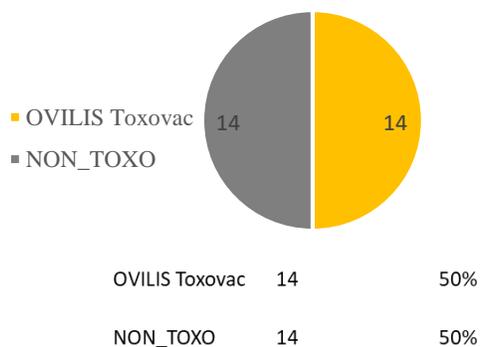
### Vaccination des agnelles contre la chlamydie



### Vaccination contre la Fièvre Q



### Vaccination des agnelles contre la toxoplasmose



### Vaccination des agnelles contre la Fièvre Catarrhale Ovine

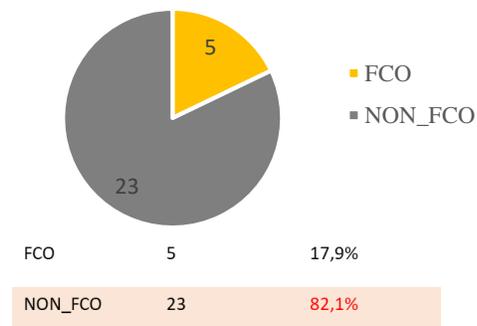


Figure n°27 : Taux de vaccination des agnelles de la population CIBLE contre les principales maladies abortives : Chlamydie, Toxoplasmose, Fièvre Q et FCO (n=28)

année une analyse obligatoire pour vérifier que la qualité soit acceptable. Ainsi le risque de contamination de l'eau peut être considéré comme faible

**On ne considérera donc ici aucun risque lié à l'eau de boisson mise à disposition des agnelles.**

#### III.2.4. Une présence non négligeable d'insectes piqueurs potentiellement vecteurs

La présence d'un point d'eau extérieur à proximité directe (quand les animaux sont en extérieur) ou indirecte (lorsque les animaux sont en bâtiment) peut être une source de développement d'insectes piqueurs volants potentiellement vecteurs de maladies (exemple des moucheron du genre *culicoïde* impliqués dans la transmission de la FCO).

Dans douze élevages de la population CIBLE, un point d'eau extérieur est à proximité des agnelles. Il peut s'agir d'eau stagnante ou d'eau de ruisseau (cf figure n°26).

De plus, lorsque l'on s'intéresse au risque lié à la présence d'insectes en contact avec les agnelles, on retrouve 7 élevages pour lesquels le risque est non nul voire élevé. Chez les 9 éleveurs ayant une eau stagnante à proximité, 2 d'entre eux réalisent un traitement insecticide par voie cutanée, ce qui annule potentiellement le risque de piqûre par un insecte piqueur.

**Pour un quart des éleveurs, on observe un risque élevé lié à la présence d'insectes piqueurs potentiellement vecteurs de pathogènes. La présence de ces insectes est étroitement liée à la proximité avec un point d'eau.**

#### III.2.5. Une couverture vaccinale contre la chlamydie et la toxoplasmose supérieure à la moyenne aveyronnaise

La figure n°27 indique que les agnelles sont globalement très vaccinées contre les principales pathologies abortives (Chlamydie, Toxoplasmose, Fièvre Q et Fièvre Catarrhale Ovine). En effet 82,1% (-23/28-) des éleveurs de la population CIBLE vaccinent les agnelles contre la Chlamydie et 50% (-14/28-) contre la Toxoplasmose. Les taux les plus inattendus restent ceux de la Fièvre Q 39,3% (-11/28-) et de la FCO 17,9% (-5/28-) car sur la zone de l'étude il n'y a que très peu de circulation de ces deux pathogènes selon l'expertise du GDS12.

**En comparant les taux de vaccination observés sur la population étudiée à ceux obtenus grâce aux informations du GDS12 et des laboratoires CEVA et MSD, on peut conclure que statistiquement les agnelles de notre échantillon sont plus vaccinées contre la Chlamydie et la Toxoplasmose (cf tableau n°4 de la partie II.5.2.b)**

#### III.2.6. Les lots de PMSG délivrés pour la synchronisation chez les éleveurs de la population CIBLE ne se différencient pas des lots délivrés chez les éleveurs de la population OVI-TEST

Chez les 28 éleveurs de la population CIBLE, 15 lots de PMSG différents ont été délivrés. Dans la population totale des éleveurs OVI-TEST, se sont 41 lots différents qui ont été délivrés pendant la campagne 2019.

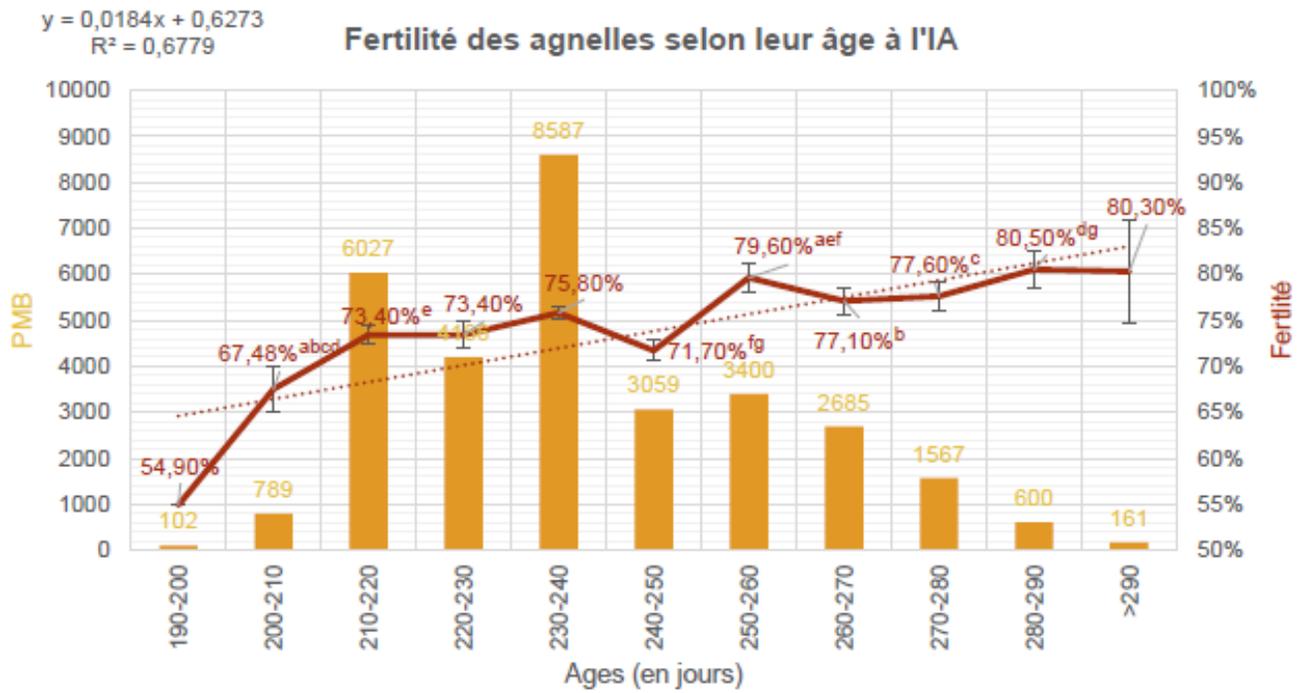
En comparant la distribution des lots utilisés chez les éleveurs de la population CIBLE, par rapport à la distribution de l'ensemble des lots délivrés pendant la campagne 2019, on obtient une p-value de 0,7615





(*test du Chi*<sup>2</sup>). Ainsi, les lots de PMSG utilisés pour la synchronisation des agnelles de la population CIBLE ne se différencient statistiquement pas des lots utilisés sur l'ensemble de la campagne 2019.

**Aucun lot de PMSG n'est surreprésenté dans la population CIBLE, on peut donc écarter l'hypothèse selon laquelle, la PMSG, produit lyophilisé aurait éventuellement pu transmettre un pathogène.**



*Figure n°28 : Résultats de fertilité des agnelles selon leur âge à l'insémination (Données OVI-TEST, campagne 2018)*

## PARTIE IV. Discussion des résultats et perspectives

Tout d'abord, grâce à l'ensemble des résultats obtenus, nous pouvons rédiger deux hypothèses quant à l'origine de l'apparition des avortements précoces observés sur les agnelles de race Lacaune Lait. Ensuite, nous identifierons d'éventuels biais dans la méthode utilisée qui pourraient remettre en question certains résultats. Enfin, nous listerons les éléments dont nous n'avons pas évalué l'importance dans cette étude, mais qui pourraient être intéressants de prendre en considération.

### IV.1. Deux hypothèses explicatives peuvent être rédigées au regard des résultats de l'enquête

Le dernier objectif de l'étude était de rédiger des hypothèses qui pourraient expliquer l'apparition des avortements. Grâce à l'ensemble des résultats présentés précédemment, deux hypothèses peuvent être élaborées : l'une relative à des facteurs physiologiques de maturité sexuelle, l'autre basée sur la présence d'un agent infectieux.

#### IV.1.1. Hypothèse 1 : La maturité sexuelle des agnelles « d'automne » est non complète pour le maintien d'une gestation mise en place en contre saison

L'ensemble des agnelles peuvent être qualifiées d'agnelles « d'automne » selon la définition que donne François Castonguay (*cf partie I.1.2.*), puisqu'elles sont nées entre les mois de septembre et décembre. Dans ces conditions les agnelles inséminées entre avril et juillet, soit en contre saison sexuelle, ne devraient pas être toutes totalement pubères et donc aptes à maintenir une gestation. De plus nous avons observé que ces agnelles avaient été inséminées à un âge moyen de 7,4 mois, soit 0,5 mois plus tôt que les agnelles de la population OVI-TEST.

Une étude menée en 2019 par la coopérative OVI-TEST, a permis de mettre en évidence une relation entre l'âge à l'insémination et la fertilité des agnelles. Ainsi selon cette étude, plus les agnelles sont jeunes, plus la fertilité diminue. La figure n° 28 présente les résultats de fertilité des agnelles en fonction de l'âge à l'insémination pour la campagne 2018. La relation mise en évidence corrobore l'hypothèse selon laquelle la puberté est étroitement liée à l'âge. A 226 jours d'âge on a une fertilité de 73,4%, et à 239 jours on monte à 75,8%. En l'espace de 15 jours on gagne 2 point de fertilité. On peut donc supposer qu'une partie des agnelles inséminées dans les conditions présentées précédemment ne soient pas pubères. La synchronisation hormonale via l'utilisation d'éponges vaginales imbibées d'acétate de flugestone et d'une injection de PMSG, pourrait éventuellement mener à l'émission d'un ovule responsable de l'observation d'une gestation issue de l'IA.

De plus, lorsque l'on combine l'idée selon laquelle l'âge et la période d'insémination ne sont pas optimaux pour la reproduction, on peut émettre l'hypothèse selon laquelle les agnelles de cette population ne sont pas physiologiquement matures pour le maintien d'une gestation.

Un élément qui appuie cette hypothèse, est le stade de gestation auquel les avortements apparaissent. En effet dans la partie III.1.3.c., nous avons montré que les avortements débutaient vers un stade médian de 61 jours de gestation et se stabilisaient autour d'un stade médian de 75,5 jours. Cette période correspond au moment où le placenta prend le relais endocrine dans la sécrétion de la progestérone. Cette hormone est essentielle au maintien de la gestation et au bon développement du fœtus et de ses enveloppes. On peut donc supposer que si les agnelles ne sont pas physiologiquement matures au moment de l'insémination, les sécrétions hormonales et la mise en place des différentes annexes de l'embryon ne se déroulent pas de façon optimale. Ainsi, lorsque le placenta relaie le corps jaune dans la



sécrétion de la progestérone, on peut supposer que la transition n'est pas assurée ce qui engendrerait le décrochage embryonnaire.

On peut identifier deux causes dans les mauvais résultats de fertilité observés chez les jeunes agnelles. Soit aucune gestation ne se met en place suite à l'insémination, soit les agnelles n'arrivent pas à maintenir la gestation au-delà de 70 jours, dès lors que le corps jaune ne suffit plus pour la sécrétion de la progestérone.

#### IV.1.2. Hypothèse n°2 : Un candidat agent infectieux à l'origine des avortements

La seconde hypothèse fait intervenir un agent infectieux. L'UMR IHAP de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT) a détecté, par une méthode « ouverte » de séquençage haut-débit (*New Generation Sequencing*), un « candidat agent infectieux ». Il reste à prouver une relation de causalité entre ce candidat infectieux et les troubles observés (travaux en cours – communication personnelle F Schelcher).

Dans l'étude que nous avons menée, plusieurs facteurs sont compatibles, mais non directement démonstratifs, avec une cause infectieuse ou avec des facteurs de transmission d'une cause infectieuse.

Le fait que seules des agnelles soient touchées par ces séries abortives est cohérente avec une hypothèse infectieuse. En effet, on peut supposer que les brebis adultes ne sont pas atteintes car elles auraient acquis une certaine immunité face à cet agent infectieux. Les agnelles n'ayant jamais été en contact avec le pathogène seraient donc les seuls animaux pouvant être touchés.

La vague d'avortement est très concentrée dans le temps: toutes les agnelles sont touchées quasiment en même temps, avec une durée très réduite entre le début et la fin de la série abortive. Cette observation serait compatible avec une transmission, soit sans contagiosité directe entre animaux (contagiosité qui implique l'addition des « délais d'incubation »), par exposition à une population abondante de vecteurs ou à une source commune d'agents infectieux, soit avec une très forte contagiosité et incubation brève.

Par ailleurs, les avortements ont lieu dans une fenêtre calendaire relativement restreinte (de juillet à août). Ainsi peut-on se demander si la période ne favoriserait pas les séries abortives par l'exposition à un vecteur. En effet 14 éleveurs de la population CIBLE précisent avoir un point d'eau à proximité du bâtiment d'élevage des agnelles (de type eau stagnante ou ruisseau) et ont constaté une présence importante d'insectes piqueurs.

L'analyse de la distribution géographique des élevages, met en évidence une relation entre la densité d'élevages et le nombre de foyers d'avortements dits « CIBLE » dans le canton. Le vecteur évoqué ci-dessus pourrait donc éventuellement expliquer la diffusion de l'agent infectieux sur un territoire restreint. De plus, certains éleveurs ont précisé que leurs voisins avaient eu des avortements similaires au cours des campagnes précédentes.

### IV.2. Des biais induits par la méthode d'analyse

#### IV.2.1. Le choix des modalités pour les variables risques

Pour l'élaboration des modalités relatives aux facteurs de risques, nous n'avons pas établi de grille permettant le choix d'une modalité au regard des données d'élevage. En effet, pour chaque élevage



nous avons attribué un niveau de risque relatif aux différents critères en prenant en compte les données fournies par l'éleveur. Chaque cas a été analysé de façon indépendante des autres élevages, et nous n'avons pas établi de grille présentant les seuils de déclenchement des différents niveaux. La réalisation d'une grille aurait permis la répétabilité plus exacte de la méthode employée. Dans les faits, la grille n'a pas été élaborée mais nous utilisons les mêmes critères pour l'ensemble des élevages.

#### IV.2.2. Certaines données de comparaison ne sont pas toujours homogènes à la population étudiée

Dans le but d'analyser les caractéristiques observées sur la population CIBLE, nous avons choisi de les comparer dès que possible à une donnée de référence. Pour ce faire, la donnée de l'eau de boisson a été comparée à la donnée issue du service Qualité de l'eau de la Confédération Générale de Roquefort. Cette donnée est relative au type d'eau utilisé pour le lavage de la machine à traire. La proportion d'éleveurs utilisant une eau de source pour le lavage de la machine à traire est donc certainement différente de la proportion d'éleveurs utilisant une eau de source pour l'abreuvement des animaux. La même hypothèse eut être formulée quant à l'eau de réseau.

D'autre part, la proportion d'agnelles sortant au pâturage est issue d'un échantillon aléatoire de 339 élevages suivis pour l'appui technique par la coopérative UNOTEC. Cependant ces 339 élevages sont répartis sur uniquement 15 des 30 secteurs suivis par la coopérative. Ainsi on peut donc se demander si l'échantillon est représentatif de la population étudiée.

Ces deux références ne correspondent peut-être pas à la réalité observée sur le terrain et peuvent donc biaiser les résultats obtenus.

### IV.3. Caractéristiques de la population CIBLE pouvant impacter certains résultats

#### IV.3.1. Taille de l'échantillon CIBLE

Les résultats que nous avons obtenus ici sur la population CIBLE, sont basés sur l'étude d'une population de 28 élevages ovins. Une taille d'échantillon plus importante nous aurait certainement permis d'obtenir une significativité statistique plus importante. Cependant il s'agissait là d'une étude à visée descriptive, c'est pourquoi nous avons choisi de favoriser les critères sur lesquels les élevages étaient sélectionnés plutôt que la taille de l'échantillon.

Ainsi, le faible effectif peut expliquer que nous n'observions qu'une tendance quant à l'importance de la période d'insémination sur l'apparition des avortements. De même, lorsque l'on s'intéresse à la localisation des élevages nous n'avons pas plus de 9 cas CIBLE par canton et nombreux sont les cantons pour lesquels aucun cas CIBLE n'est présenté. Le test statistique peut donc ainsi être remis en question quant à la fiabilité de son résultat.

#### IV.3.2. Localisation des élevages CIBLE

Selon le *test de Spearman*, le nombre de cas CIBLE observés par canton est corrélé à la densité d'élevages par canton. De même lorsque l'on observe la carte présentant la localisation des cas CIBLE, on constate qu'ils sont regroupés sur les deux cantons *Mont et Réquistanais* et *Causses et Rougiers*. Il est cependant nécessaire de préciser que cette zone est la zone où se rassemblent la majorité des éleveurs dits « hâtifs », c'est-à-dire qui commencent à traire tôt dans la saison, et qui donc inséminent tôt les



agnelles. Il faut garder cet élément en tête pour analyser un tel résultat sur la localisation de l'échantillon CIBLE.

### IV.3.3. Type et historique des élevages CIBLE

La population CIBLE, pour lesquels nous avons tenté de définir les conditions d'apparition des avortements, ne présente pas totalement les mêmes caractéristiques que la population dont elle est issue. En effet, dans la population CIBLE, 50% des éleveurs réalisent un Contrôle Laitier Officiel, contre seulement 16,7% dans la population OVI-TEST. Cette surreprésentation des éleveurs en contrôle Officiel peut expliquer la sur vaccination observée. En effet, les éleveurs en CLO sont les éleveurs chez qui les animaux issus des accouplements maîtrisés sont vendus pour la diffusion du progrès génétique (agnelles et béliers). Pour assurer un statut indemne de toute maladie, les éleveurs vaccinent de façon systématique les agnelles de renouvellement.

De plus, chez 17 d'entre eux, un épisode abortif avait déjà été relevé dans les 5 dernières années. L'historique abortif dans l'élevage peut être un élément déclenchant une vaccination systématique afin de limiter la diffusion du pathogène aux nouvelles générations.

### IV.3. Des approfondissements envisageables

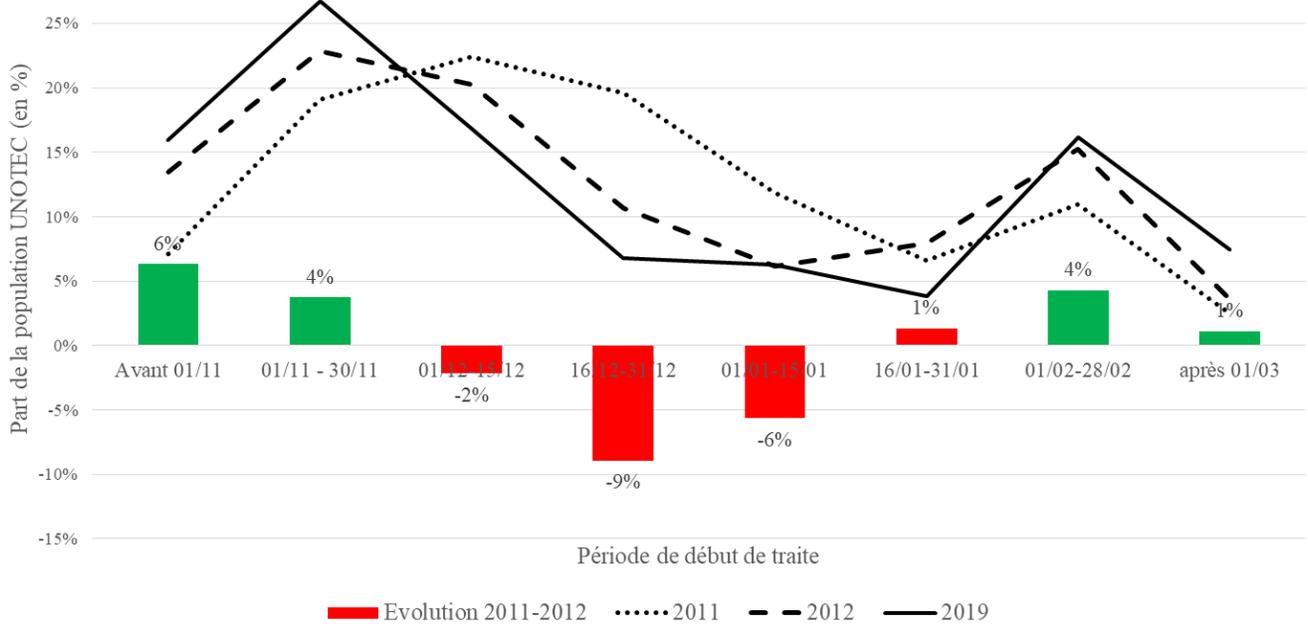
Finalement, on peut s'intéresser aux approfondissements qui peuvent être envisagés.

Premièrement, l'apparition des avortements semble correspondre avec la date d'incitation à l'étalement de la production laitière sur la campagne, soit en 2012. Une analyse relative à l'évolution des caractéristiques de mise à la reproduction des agnelles depuis 2012 jusqu'à la campagne 2019, aurait éventuellement permis d'appuyer l'hypothèse physiologique. La donnée de l'âge à l'insémination depuis 2012 n'ayant pas été disponible suffisamment tôt pour l'analyse statistique, il s'agit d'une piste de réflexion qui pourrait être envisagée.

Ensuite, un élément qui semble expliquer l'acquisition de la puberté est le poids des agnelles à l'IA. En effet, les agnelles doivent selon la bibliographie peser entre 50 et 70% de leur poids adulte (brebis tarie de 3-4 ans avec une note d'état corporel de 3). L'analyse de l'apparition des avortements au regard du poids lors de l'insémination pourrait nous donner un élément de réponse supplémentaire. D'autre part, le suivi de l'état corporel des agnelles pendant leur développement pourrait permettre d'identifier le moment à partir duquel les agnelles peuvent être mises à la reproduction de façon optimale.

Un autre élément n'ayant pas été pris en compte dans cette étude mais qui aurait pu dégager un résultat, est l'étude du climat sur la période d'avortement. En effet, nous avons observé empiriquement qu'en 2019, sur la zone géographique où les avortements ont été observés, le printemps avait été très peu pluvieux et la sécheresse avait commencé à partir du mois de juin. Cette année, le printemps s'est avéré être relativement pluvieux et la sécheresse a commencé à se faire ressentir à partir de la fin du mois de juillet. Au cours de la campagne 2019, 47 élevages avaient été enquêtés pour des problèmes d'avortements sur agnelles. Pour la campagne en cours, nous n'avons été interpellés que par une dizaine d'éleveurs pour ce même problème. Ainsi, une analyse plus fine du climat sur la période critique permettrait d'identifier un éventuel facteur favorisant.

Enfin, les observations caractéristiques utilisées pour la description des avortements ont été réalisées chez un seul éleveur touché pendant la campagne 2020. Il aurait fallu étendre ces observations chez plusieurs éleveurs pour pouvoir généraliser. D'autre part, les échographistes ont noté une proportion non négligeable d'agnelles doublement gravides avec un fœtus mort et un vivant. Il s'agit d'une caractéristique qui a été observé à la fois chez les éleveurs CIBLE et chez les éleveurs ayant eu des



*Figure n°29 : Evolution de la date de début de traite entre 2011, 2012 et 2019 pour les élevages suivis par UNOTEC (données UNOTEC, résultats technico-économiques 2011,2012 et 2019)*

avortements pendant la campagne 2020. Un travail de compréhension sur les facteurs pouvant engendrer la mort d'un seul fœtus serait également intéressant pour étayer une hypothèse.

Pour conclure, lorsque l'on regarde l'hypothèse physiologique que nous avons rédigée, un problème plus général se pose concernant les pratiques des éleveurs. Depuis 2012, l'étalement de la production de lait dans le Bassin de Roquefort, incité par des bonifications pécuniaires, a favorisé le décalage de la mise à la reproduction des agnelles, pour aller vers les périodes de contre-saison sexuelle. Le service d'appui technique UNOTEC relève chaque année les dates de début de traite (DDT) pour l'ensemble des éleveurs suivis. La figure n°29 compare les DDT de 2011, 2012 et 2019. Ainsi on remarque qu'en de 2012, les éleveurs ont répondu très rapidement à l'appel des laiteries. La tendance d'étalement de la période de traite, et donc d'insémination, s'est encore accentuée entre 2012 et 2019. Dans un but de production homogène sur l'ensemble de l'année, les laiteries et la Confédération Générale de Roquefort, ont incité les éleveurs à inséminer les animaux de plus en plus en contre saison sexuelle. Cependant nous voyons ici que le problème des avortements est potentiellement lié à ces inséminations en contre-saison. Plus généralement, dans ces élevages, les agnelles sont mises à la reproduction très jeunes, ce qui diminue les résultats de fertilité.



## Conclusion

Depuis une dizaine d'années, les avortements précoces sur agnelles observés par la coopérative OVI-TEST ont suscité le questionnement et ont fait l'objet de recherches méta-génomiques à l'ENVT. Afin de comprendre les conditions d'apparition des avortements, l'entreprise de sélection OVI-TEST souhaitait entreprendre un travail d'enquête chez les éleveurs concernés. Ainsi, l'objectif du travail qui m'a été confié au sein d'OVI-TEST était de répondre à la problématique suivante :

### **Quel est le profil épidémiologique des avortements que nous avons observés et quelles sont les caractéristiques des élevages enquêtés ? Quels facteurs semblent favorisant dans l'apparition de ces troubles sanitaires ?**

Les quarante-sept enquêtes réalisées ont permis d'établir une population d'étude de 28 élevages. L'analyse des critères d'apparition des avortements et des conditions d'élevage nous ont permis d'en dresser le profil épidémiologique.

Ainsi, cette étude mis en évidence que les agnelles touchées sont inséminées plus jeunes que la moyenne observée sur la population OVI-TEST. De même, la période d'insémination menant à ces avortements est relativement précoce par rapport à ce qui est réalisé par la coopérative.

Les avortements ont lieu entre 61 et 75,5 jours de gestation mais ne sont visibles que par la réalisation d'échographies. Celles-ci mettent en évidence des signes classiques de mortalité fœtale : résorption du liquide amniotique entraînant un décrochage des enveloppes fœtales, absence de battements cardiaques et désagrégation du fœtus et de ses annexes.

L'étude de la conduite d'élevage de cette population nous permet d'identifier 3 caractéristiques principales :

- De nombreuses contaminations des aliments ont été observées
- Le pâturage des agnelles est plus pratiqué dans les élevages touchés
- Les agnelles sont plus vaccinées que la moyenne aveyronnaise

L'ensemble de cette description amène à formuler deux hypothèses explicatives. Dans la première nous supposons que la maturité sexuelle des agnelles touchées n'est pas totale au moment de l'IA. Dans la deuxième un agent infectieux mis en évidence au cours des analyses méta-génomiques de l'ENVT serait en cause.

Il est intéressant de se dire que ces deux hypothèses ne sont pas nécessairement contradictoires : les avortements observés présentent certes les mêmes caractéristiques mais on peut penser que certains sont d'origine physiologique et d'autres infectieux.

La réalisation de cette étude n'avait pas pour objectif premier de déterminer quelle est la cause précise des avortements. Elle a tout de même participé à la dynamique de recherche. L'ensemble des résultats obtenus ainsi que le travail réalisé par le groupe « avortement précoce » a favorisé la dynamique de réflexion autour de ce problème. Finalement, un protocole expérimental de multi-analyses a été mis au point en collaboration entre le GDS12, les deux entreprise de sélection de la Race Lacaune Lait, le laboratoire d'analyse Aveyron Labo, le Groupement Technique des Vétérinaires de l'Aveyron et l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Ce protocole vise à évaluer le rôle causal de l'agent infectieux identifié par l'ENVT dans des conditions de terrain et d'évaluer les performances intrinsèques de détection de la technique de PCR développée par l'ENVT et l'UMR IHAP.



## Bibliographie

- Ayad A. et al, 2006. Endocrinologie de la gestation chez la vache : signaux embryonnaire, hormones et protéines placentaires. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 150, 212-226.
- Baudet A., 2017. Diagnostic de gestation chez la brebis : dosage des protéines associées à la gestation dans le lait par méthode ELISE IDEXX. VETAGRO SUP Campus vétérinaire de Lyon
- Calvinhac M., 2014. Enquête concernant la méthodologie de prélèvement et d'identification d'agents abortifs ovins et caprins auprès des différents partenaires sollicités lors d'avortements. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Paris
- Castaño P. et al, 2014. Placental thrombosis in acute phase abortions during experimental *Toxoplasma gondii* infection in sheep. *Vet. Res.*, 12.
- Castonguay F., 2018. La reproduction chez les ovins.
- Champion JL. et al, 2013. La salmonellose abortive ovine.
- Chaouat G., 1987. Immunité et grossesse. *Med Sci (Paris)*, 3, 599.
- de Brun V. et al, 2016. Failure to establish and maintain a pregnancy in undernourished recipient ewes is associated with a poor endocrine milieu in the early luteal phase. *Animal Reproduction Science*, 80-86.
- Dhiaeddine Z., Daif L., 2017. Détection de *Chlamydia* responsable de la chlamydie abortive chez les petits ruminants dans la région de Medea. Thèse vétérinaire. Université Blida1, Institut des sciences vétérinaires Blida1. 77 p. Consultable : <http://di.univ-blida.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/2770/1/1680HTV-1.pdf> [Consulté le 27 avril 2020].
- D.L. Foster, 1988. Puberty in Female Sheep. *Physiology of Reproduction*, 2, 1739-1762.
- Frayssignes J., 2007. Chapitre 5 - L'AOC Roquefort : une filière emblématique. In : Presses de Sciences Po (Eds), *MediTERRA 2007*, 147-184. *Annuaire*. Paris. Consultable : <https://www.cairn.info/mediterr-2007--978272461027-p-147.htm>.
- Fthenakis G.C. et al, 2012. Health management of ewes during pregnancy. *Animal Reproduction Science*, 198-212.
- Guatteo R., 2013. Fièvre Q, une maladie émergente.
- Hanzen C., 2016. Les pathologies de la gestation des ruminants. Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège,
- Institut de l'Élevage, 2017. Résultats des élevages ovins laitiers, Bassin Roquefort.
- Laroucau K., 2011. La chlamydie abortive des petits ruminants.
- Mauffré V., Constant F., 2018. Physiologie de la femelle non gestante - CAFTI Ovin.
- Menzies P., 2011. Control of important causes of infectious abortion in sheep and goats. *Vet clin Food Anim*, 81-93.
- Moire N., Melevec M.N., Ducourneau C., Dumier-Poisson I., 2009. Vaccination de la toxoplasmose chez les animaux de rente. *Bull. Acad. Vét. de France*, 162, 51-54.
- Mondoly P. et al, 2013. La toxoplasmose chez les petits ruminants.
- Montmeas L et al, 2013. Reproduction des animaux d'élevage. Educagri Editions, Dijon, 3<sup>o</sup> édition.,  
*Epidémiologie descriptive des avortements observés sur agnelles Lacaune*





- N.M. Sousa, J.R. Figueiredo, B. El Amiri, H. Banga-Mboko, J.F. Beckers, 2002. Influence potentielle des hormones et protéines synthétisées au cours de la gestation sur l'état immunitaire de la mère. *Ann. Méd. Vét.*, 71-83.
- Nouzières S. et al, 2013. La chlamyidiose abortive chez les petits ruminants.
- Plateforme ESA, 2020. Observatoire et suivi des causes d'avortements chez les ruminants - Bilan 2019.
- Rodolakis A., 2012. Chlamyidiose abortive des petits ruminants.
- Rodolakis A., 2006. Chlamyidiose et Fièvre Q, similitudes et différences entre ces deux zoonoses. , 8.
- Rodolakis A., Bernard K., 1977. Isolement de *Chlamydophila* des organes génitaux de béliers atteints d'épididymite. *Bull. Acad. Vét. de France*, 65-70.
- Romero C., Lopez G., Luna-M M., 1998. Aobortion in goats associated with increased maternal cortisol. *Small Ruminant Research*, 7-12.
- Smith J.F, Jagusch KT., Brunswick L., Kelly R.W., 1979. Coumestran in lucerne and ovulation in ewes. *Agri. Res.*, 411-416.
- Touratier A., Rousset E., de Crémoux R., 2013. La fièvre Q chez les petits ruminants.
- Uhart M., 2009. Chlamydophilose abortive ovine : études à propos d'une suspicion de résistance e *Chlamydophila abortus* au vaccin vivant thermosensible dans les élevages ovins laitiers du rayon de Roquefort. Thèse vétérinaire. ENVT, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 104 p.
- Vaughan O.R., De Blasio M.J., Fowden A.L., 2018. Ovine uteroplacental and fetal metabolism during and after fetal cortisol overexposure in late gestation. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 314, R791-R801.





# ANNEXES



## Annexe A : Questionnaire d'enquête

### Enquête avortements agnelles

## Questionnaire enquête :

Date enquête : .....

Année avortement : ..... Téléphone éleveur : .....

Nom éleveur : ..... Technicien troupeau : ..... N° : .....

N° cheptel : ..... Technicien enquêteur : ..... N° : .....

N° Adhérent : ..... Campagne(s) étudiée(s) : .....

Adresse : ..... Production :  Lait  Viande

Code postal : .....

Commune : .....

Contrôle laitier :  CLO  CLS  Conventionnel  AB

Présence de visiteurs sur l'exploitation  Oui  Non Origine des animaux :  Renouvellement  Achat

Protocole de désinfection ? Protocole d'insertion :  Quarantaine  Autre

#### 1. Résultats IA (remplir les informations connues en amont du rendez-vous)

Effectif agnelles : .....

Age des agnelles : ..... mois (date naissance)

Date d'intro des béliers : .....

Date retrait béliers : .....

	Nbre agn	Date IA	Type de semence	Dose PMSG	Date écho1	Stade à E1	Avrt début	Avrt fin	Nbre avrt vus	nbr vides	Date lutte rattrap	Résultats			
												Ferti	Prolif	% vides	%avr t
2019 LOT1															
2019 LOT2															
2018															
2017															

#### 2. Alimentation et eau de consommation

2.1 Description ration : hypothèse : mauvais équilibre alimentaire et contamination par alimentation souillée ou toxique

- Fourrages et concentrés (**PRODUITS ET ACHETES**) → Tableau alimentation



## Enquête avortements agnelles

	MOIS	Alim 1 à 2 mois	Alim 2 à 3 mois	Alim 3 à 4 mois	Alim 4 à 5 mois	Alim 5 à 6 mois	Alim 6 à 7 mois	Alim 7 à 8 mois	Alim 8 à 9 mois	Alim 9 à 10 mois
F1	Type									
	Quant									
F2	Type									
	Quant									
F3	Type									
	Quant									
F4	Type									
	Quant									
Alim 1	Type									
	Quant									
Alim 2	Type									
	Quant									
Alim 3	Type									
	Quant									
Alim 4	Type									
	Quant									



## Enquête avortements agnelles

Type d'aliment Autour lutte et période avortements dates	Année de récolte	Ensil/ enrub/ foin mentionner la MS	%légum	Stade récolte	Conditions récolte (pluie, beau temps, souillure par terre	Jugement valeur éleveur (BON, MOY, MAUV)	Qualité constatée	Anomalie de qualité (a chauffé, pourri, moisi)	Contamination par crottes (chats C, rats R, oiseaux O)
fourrages									
concentrés									
minéral									
sel									



## Enquête avortements agnelles

	Sevrage	1 à 2 mois	2 à 3 mois	3 à 4 mois	4 à 5 mois	5 à 6 mois	6 à 7 mois	7 à 8 mois	8 à 9 mois	9 à 10 mois
<b>Dates</b>										
Sélénium au sevrage (produit, dose, voie)										
Bâtiment (A = celui des F4 / S = spécifique)										
<b>Pâturage (O/N)</b>										
Lieu										
Eau de boisson (R, S, C)										
Vaccination (médicament, dose, voie)										
Date lutte										
Mélanges adultes										



## Enquête avortements agnelles

### 2.2 Pâturage : contamination au pâturage par vecteur et /ou parasitisme important

	OUI	NON	Commentaires
Stabulation permanente			Date sortie à l'herbe : Date fin pâturage : Climat à cette période :
Pâturage pendant la lutte			
Nombre d'hectares pâturés			Donc chargement réel :
Pâturage à partir de 4 semaines avant la lutte			
Pâturage pendant les 10 semaines après la lutte			
Rentrez-vous les agnelles tous les soirs			Horaires de pâturage :
Epandage d'azote/fumier dans les 6 semaines après lutte			(Entourer le type d'engrais épandu)
Epandage de fumier d'une autre exploitation			Epandage de lisier porcin <input type="radio"/> bovin <input type="radio"/>
Pâturage de luzerne après lutte			% légumineuses dans le pâturage : .....%
Présence de plantes toxiques			Pin, astragale, datura, ...
Parcelle dédiée aux agnelles			
Passage des brebis sur cette parcelle avant pâturage des agnelles ?			Si parcelle dédiée, labour dans les 2 ans précédents : oui /non
Localisation des parcelles pâturées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposition</li> <li>• Proximité point d'eau</li> <li>• Drainage</li> </ul>			Si point d'eau naturel à quelle distance ?
Tiques vues			
Présence notable d'insectes piqueurs			



## Enquête avortements agnelles

Traitement vermifuge interne et externe avant la lutte		Date : Produits et dose par animal
Traitement après la lutte		Date : Produits et dose par animal
Analyses coprologiques		Résultats (copie analyse)

### 2.3 L'eau de consommation : hypothèse : eau contaminée par des pathogènes

	OUI	NON	Si non type : Source /captage                      forage
Eau de boisson issue du réseau			Si non, analyse ?
Type abreuvoirs dans bergerie des agnelles			
Protection des abreuvoirs rats/oiseaux			Souillures fientes constatées :
Présence d'un point d'eau à l'extérieur			
Type d'abreuvoirs à l'extérieur			Quel type (entourer ou rajouter) tonne à eau    lavogne    ruisseau,    bac niveau constant

### 3. Etat corporel : hypothèse : les animaux maigrissent beaucoup après lutte

	OUI	NON	Commentaires
Suivi poids et NEC des agnelles par technicien			NEC réalisée : <input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non Dates : moyenne écart Poids et/ou état des agnelles à l'IA : ..... Poids et GMQ après lutte :
Selon vous			
• Diminution du poids avant la lutte			
• Augmentation du poids après la lutte			
• Diminution du poids après la lutte			



## Enquête avortements agnelles

### 4 Logement : hypothèse la proximité avec les brebis adultes favorise la circulation des germes abortifs

Logement des agnelles au moment de la lutte	<input type="radio"/> Aire dans bergerie principale <input type="radio"/> Mélange aux brebis <input type="radio"/> Autre bergerie
Logement des agnelles au moment des avortements	<input type="radio"/> Aire dans bergerie principale <input type="radio"/> Mélange aux brebis <input type="radio"/> Autre bergerie
Où se fait le sevrage des agnelles	<input type="radio"/> Aire dans bergerie principale <input type="radio"/> Mélange aux brebis <input type="radio"/> Autre bergerie

### 5 Observations santé pendant et après la période de lutte

	OUI	NON	Commentaires
Diarrhées			
Mortalités brutales type Entérotoxémie			
Signes nerveux			
Episode listéria OU salmonellose dans le lait			
Episode de listériose clinique			
Boiteries			
Toux, jetage, essoufflement			
Fièvre			
Anémies			
echtyma d'été			
Autre problèmes pendant la vie des agnelles			



## Enquête avortements agnelles

### 6 Stress pendant le début de gestation Choc, stress après la lutte

	OUI	NON	Commentaires :
Transport des agnelles après la lutte			
Manipulation après la lutte			
Mélange adultes du troupeau			
Mélange d'animaux (voisinage)			
Rupture mise à l'herbe			
Manque de sel			
Autre (expliquer)			

### 7 Statut des maladies abortives

Dans les 5 dernières années avez-vous eu plus de 3% d'avortement sur agnelles ?

Statut Border	+	-	Précisions		
			Si + vaccination : vaccins et protocole		
Antécédents avortements	Oui	Non	Mise en évidence		
			Résultats analyses	année	Adultes/ agnelles
Chlamydie					
Toxoplasmose					
Fièvre Q					
Salmonellose					
Listériose					
Parasites sanguins					
Schmallenberg(clinique)					
Autre					



## Enquête avortements agnelles

Vaccination pour lutte 2019			Date et dose	médicament utilisé	Protocole vaccinal
OVILIS Chlamydia ou cevac chlamydia					
COXEVAC (fièvre Q) 2x avant lutte					
Toxoplasmose OVILIS TOXOVAX					
FCO 8					
FCO4					
Salmonellose					
Pasteurellose					
enterotoxémie					
<b>Autres traitements</b>	Oui	Non	Médicament	Dose	Commentaires
Sélénium					
Coccidiose					
Autres					

### Avortements 2019

- Avortements adultes
- Avortements antenaisés (8000)
- Avortements agnelles
- Cause avortement ?
- Analyses effectuées

OUI	NON	Commentaires
		% avortements sur adultes >2ans % vides sur adultes en 2019
		Nombre d'antenaisés dans le troupeau : % avortées en 2019 : % vides en 2019
		Nombre d'agnelles dans le troupeau : % avortées en 2019 : % vides en 2019
		Si oui : combien de temps au préalable les prélèvements ont-ils été réalisés ?







## Annexe B : Description de l'ensemble des variables synthétiques créées à partir des données brutes

Thème	Variable risque synthétique	Données enquêtes utilisées
Alimentation	Système alimentaire	Tableau de la ration des agnelles
	Couverture des besoins alimentaires	Tableau de la ration des agnelles
	Couverture des besoins en minéral	Tableau de la ration des agnelles
	Risque état corporel	Tableau de la ration des agnelles + évaluation de l'état corporel des agnelles
	Conservation des fourrages et des concentrés	Appréciation de la conservation des aliments
	Contamination des fourrages et des concentrés	Appréciation de la contamination éventuelle des aliments
Pâturage	Présence de pâturage	Présence de pâturage Dates début et fin de pâturage
	Proximité point d'eau, type point d'eau, distance au point d'eau et accès au point d'eau	Proximité point d'eau, type point d'eau, distance au point d'eau et accès au point d'eau
	Risque parasitaire parcelle	Dates de début et fin de pâturage Passage des adultes sur les parcelles « agnelles » Chargement réel de la parcelle Labour des parcelles pâturées dans les deux années précédentes
	Risque parasitaire traitement	Traitement anthelminthique, date de réalisation, dose Présence d'analyse coprologiques et résultats
	Risque développement d'insectes piqueurs	Observations d'insectes piqueurs à proximité des animaux, ou de tiques sur les animaux
Eau de boisson	Qualité eau bâtiment	Type d'eau consommée en bâtiment, Type d'abreuvoirs en bergerie, Protection des abreuvoirs contre les animaux contaminants et constatation de fientes
	Qualité eau extérieur	Présence d'un point d'eau pour l'abreuvement des agnelles à l'extérieur Type d'abreuvoirs à l'extérieur
Contacts avec d'autres animaux	Contacts avec les adultes	Logement des agnelles au sevrage Logement des agnelles à l'insémination



		Logement des agnelles aux avortements
	Contact avec d'autres animaux	Contact avec d'autres cheptels Observation de faune sauvage sur les parcelles pâturées, ou à proximité de la bergerie des agnelles
Observation de troubles de santé	Santé du lot	Observations de troubles de santé au moment des avortements sur les agnelles
	Santé des adultes	Observations de troubles de santé au moment des avortements sur les adultes
Stress	Stress de début de gestation	Transport des agnelles après l'insémination Manipulation des agnelles après l'insémination Mélange des agnelles au reste du troupeau Transition alimentaire trop rapide, ou rupture de la mise à l'herbe
Historique	Historique abortif sur les cinq dernières années	Statut Border Antécédents avortements sur les principales causes abortives connues pendant les cinq dernières années (année, diagnostic, femelles touchées)
Avortement des adultes	Avortement des adultes	Taux de vides de l'insémination Taux d'avortées
Vaccination	Couverture vaccinale	Noms vaccins réalisés, dates, doses



## Annexe C : Présentation des modalités des variables qualitatives

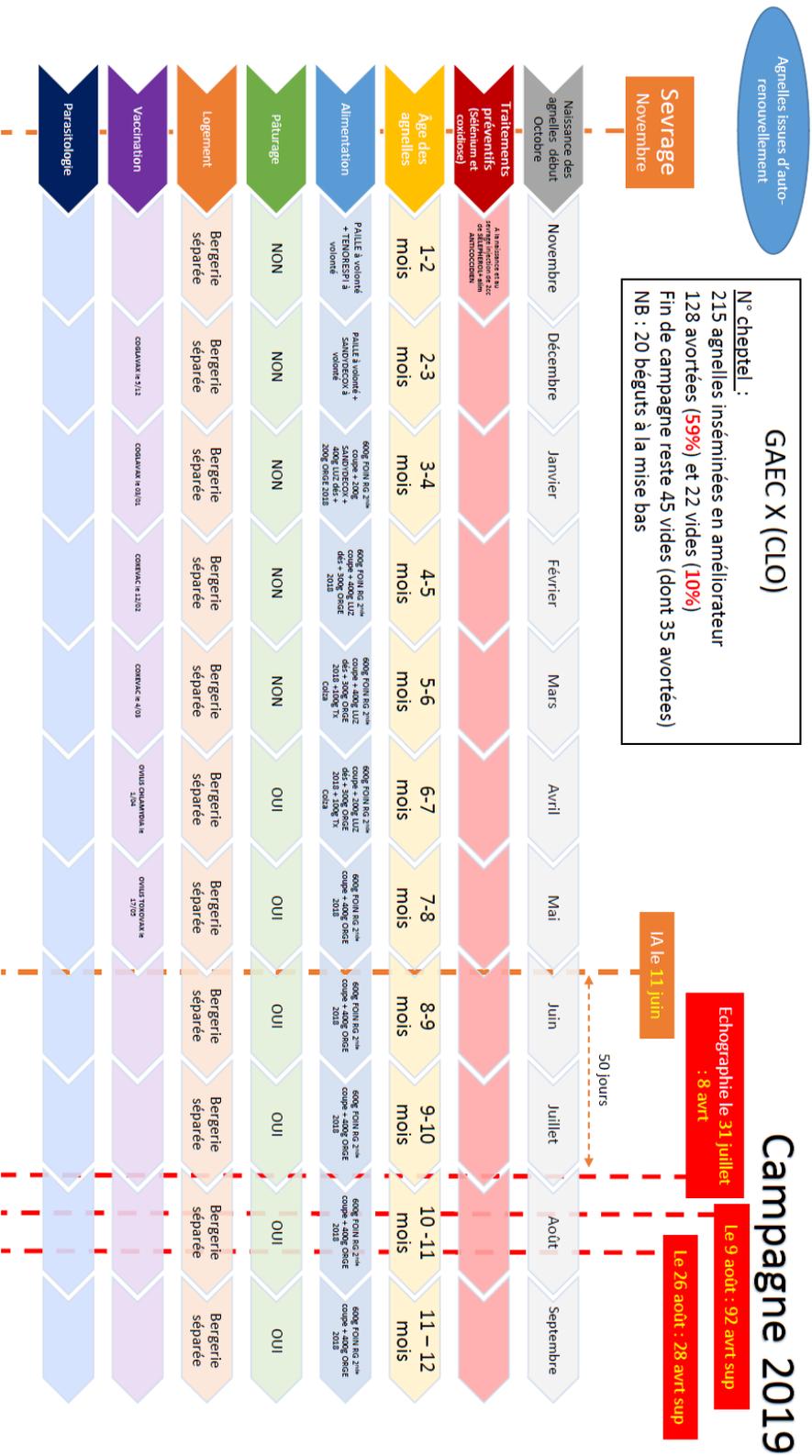
Variable	Modalités	Définition
<b>RISQUE_PARAS_PARCELLE</b>	parcelle_0	aucun risque sur la parcelle
	parcelle_1	risque parcelle faible
	parcelle_2	risque parcelle élevé
	NSP	Ne sait pas
	SO	sans objet
<b>RISQUE_PARAS_TRAIT</b>	trait_0	traitement adapté
	trait_1	traitement peu adapté -> risque existant
	trait_2	traitement très peu adapté -> risque présent
	NSP	Ne sait pas
	SO	sans objet
<b>PROXI_POINT_EAU</b>	OUI	Présence d'un point d'eau à proximité
	NON	Pas de point d'eau à proximité
<b>TYPE_POINT_EAU</b>	RUISSEAU	Ruisseau
	STAG	Eau stagnante
	autre	Autre
	SO	sans objet
<b>ACCES_POINT_EAU</b>	OUI	Accès au point d'eau
	NON	Pas d'accès au point d'eau
	SO	sans objet
<b>RISQUE_INSECTES</b>	insectes_0	Pas de risque lié aux insectes piqueurs
	insectes_1	Risque faible lié aux insectes piqueurs
	insectes_2	Risque élevé lié aux insectes piqueurs
<b>SYST_ALIM</b>	F1	Fourrage avec paturage
	F2	Fourrage sans paturage
	FE1	Fourrage + enrubanné + pâturage
	FE2	Fourrage + enrubanné sans pâturage
<b>COUVERTURE_BESOIN</b>	besoins_0	Pas de risque lié aux besoins alimentaires
	besoins_1	Risque faible lié aux besoins alimentaires
	besoins_2	Risque élevé lié aux besoins alimentaires
<b>COUVERTURE_MINERALE</b>	mineral_0	Pas de risque lié aux besoins minéraux
	mineral_1	Risque faible lié aux besoins minéraux
	mineral_2	Risque élevé lié aux besoins minéraux
<b>RISQUE_ETAT_CORPOREL</b>	etat_0	Pas de risque lié à l'état corporel
	etat_1	Risque faible lié à l'état corporel
	etat_2	Risque élevé lié à l'état corporel
<b>CONSERV_FOUR</b>	conserv_four_0	Pas de risque lié à la conservation des fourrages
	conserv_four_1	Risque faible lié à la conservation des fourrages
	conserv_four_2	Risque élevé lié à la conservation des fourrages
	NSP	Ne sais pas



<b>CONSERV_CONC</b>	conserv_conc_0	Pas de risque lié à la conservation des concentrés
	conserv_conc_1	Risque faible lié à la conservation des concentrés
	conserv_conc_2	Risque élevé lié à la conservation des concentrés
	NSP	Ne sait pas
<b>CONTAMIN_FOUR</b>	contamin_four_0	pas de contamination de fourrage
	contamin_four_1	contamination de fourrage possible
	contamin_four_2	contamination de fourrage avéré
	NSP	Ne sait pas
<b>CONTAMIN_CONC</b>	contamin_conc_0	pas de contamination de concentré
	contamin_conc_1	contamination de concentré possible
	contamin_conc_2	contamination de concentré avéré
	NSP	Ne sait pas
<b>TYPE_EAU_BAT</b>	S	Source
	R	Réseau
	F	Forrage
<b>RISQUE_EAU_BAT</b>	eau_bat_0	Pas de risque lié à l'eau en bâtiment
	eau_bat_1	Risque faible lié à l'eau en bâtiment
	eau_bat_2	Risque élevé lié à l'eau en bâtiment
<b>TYPE_EAU_EXT</b>	STAG	Stagnante
	RUISSEAU	Ruisseau
	S	Source
	R	Réseau
	aucun	pas de point d'eau
	autre	Autre
<b>RISQUE_EAU_EXT</b>	eau_ext_0	Pas de risque lié à l'eau à l'extérieur
	eau_ext_1	Risque faible lié à l'eau à l'extérieur
	eau_ext_2	Risque élevé lié à l'eau à l'extérieur
	SO	sans objet
<b>RISQUE_CONTACT_ADULTES</b>	contact_adultes_0	Pas de contact avec les adultes
	contact_adultes_1	Animaux dans un même bâtiments sans contacts
	contact_adultes_2	Contacts avec les adultes



## Annexe D: Exemple de fiche récapitulative pour un élevage





**GAEC X (CLO)**  
 215 agnelles inséminées en améliorateur  
 130 avortées (56%) et 22 vides (10%)  
 Fin de campagne reste 45 vides (dont 35 avortées)

### Evaluations des risques

7 mois	Âge à l'IA	
FI	Système alim	
	Couverture besoins	
	Couverture minérale	
	Risque état corporel	
	Conservation fourrages	
	Conservation concentrés	
	Contamination fourrages	
	Contamination concentrés	
	Animaux contaminants	
OUI	Pâturage	
OUI	Proximité point d'eau	
On	Distance point d'eau	
Stag	Type point d'eau	
NON	Accès Point d'eau	
Sourc e traité e	Qualité eau bâtiments	
	Qualité eau extérieur	
Trais ment delan vl	Risque insectes	
Parce lla conta mée	Risque parasit. Parcelle	
Bon traie ment	Risque parasit. Traitement	
Saun e saun e ge	Cheptels voisins	
Vides et réfor mes	Contacts adultes	
	Santé du lot	
	Santé des adultes	
	Stress	
	Avortement 5 dernières années	
NON	Avortements adultes	
C_T_F Q	Couverture vaccinale	

### Historique abortif

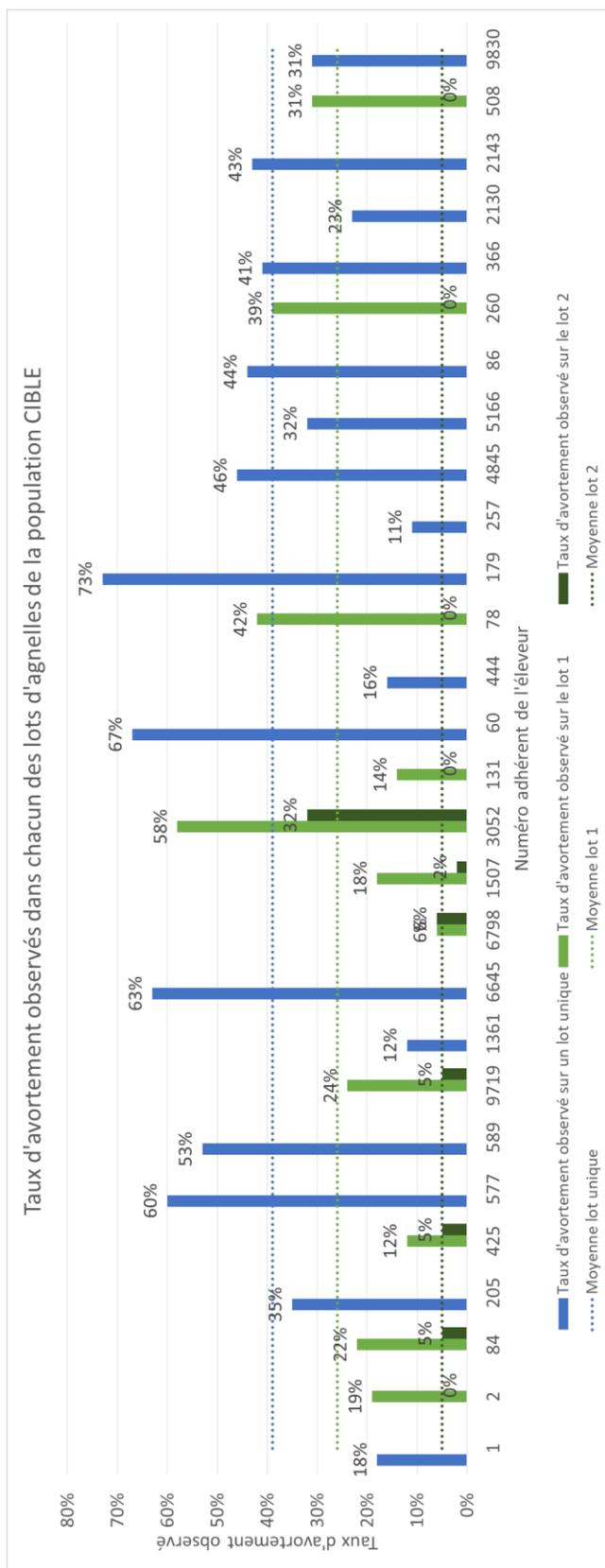
STATUT	Chlam	Fievre Q	Toxo	Salmo	Listériose	Parasites sanguins	Schmallenber	Inexpliqué	TOTAL
Border		2010 sur adultes					2012 sur adultes	Quelques avrts tous les ans	3

### Analyses effectuées (Aveyron Labo prélevé le 09/08/19 et 26/08/19 : 7 agnelles)

PCR chlam	PCR FQ	PCR toco	PCR Schmal	PCR FCO	Bactério campylo	Bactério salmo	Bactério listéria	PCR néospora	PCR Pestivirus	PCR anaplacma	PCR épérythro	PCR lepto	Séro FCO	Séro chlam	Séro toxo	Séro FQ	Séro SBV	Séro Bru
NEG (3)	ADN ND (2+1)				NEG	NEG	NEG						NEG (6+3)		+++ (6+3)		NEG (6+3)	NEG (3+1)



## Annexe E : Taux d'avortements observés par élevage et par lot





## Annexe F : tableaux de présentation des stades de gestation aux moments des avortements

*Tableau n<sup>o</sup>a : Stade de gestation au début et à la fin des observations d'avortements pour les élevages ayant deux lots d'agnelles et un seul touché par la série abortive*

	Stade début lot 1	Stade début lot 2	Stade fin lot 1	Stade fin lot 2	Ecart entre les deux lots
<b>Moyenne (en jours)</b>	69	40,6	87,8	59,4	<b>22,1</b>
<b>Ecart-type (en jours)</b>	13,6	15,6	11,1	12	12,6
<b>Minimum (en jours)</b>	45	10	60	40	7
<b>Maximum (en jours)</b>	91	59	96	74	45

*Tableau n<sup>o</sup>μ : Stade de gestation au début et à la fin des observations d'avortements pour les élevages ayant un seul lot d'agnelles*

	Stade début	Stade fin
<b>Moyenne (en jours)</b>	63	74,1
<b>Minimum (en jours)</b>	50	59
<b>Maximum (en jours)</b>	85	120

*Tableau n<sup>o</sup>β : Stade de gestation au début et à la fin des observations d'avortements pour les 2 élevages ayant deux lots d'agnelles et les deux lots touchés par la série abortive*

Numéro adhérent	Stade début lot 1	Stade début lot 2	Stade fin lot 1	Stade fin lot 2	Ecart entre les deux lots
<b>6798</b>	87	46	100	59	41
<b>3052</b>	73	59	81	67	14
<b>Moyenne</b>	80	52,5	90,5	63	27,5





Maître alternance : Béatrice Giral-Viala  
Tuteur pédagogique : Fabienne Blanc

REFERENCE : BALDET Lucille, 2020, Approche descriptive des avortements précoces observés sur des agnelles de race Lacaune Lait dans le Rayon de Roquefort, 39p, Mémoire de fin d’étude, Campus agronomique VetAgro SUP, 2020.

### Résumé

Depuis 2012, la coopérative OVI-TEST ainsi que les autres organismes impliqués dans la filière Roquefort ont commencé à observer des avortements relativement précoces sur les lots d’agnelles de renouvellement en race Lacaune Lait. Le présent travail vise à décrire les principales caractéristiques épidémiologiques et relatives à la conduite des lots touchés au cours de la campagne 2019. Des enquêtes ont été réalisées chez l’ensemble des élevages touchés, et l’analyse a été réalisée sur les données des 28 élevages où aucune cause classique d’avortement ne pouvait être identifiée. Cette étude a permis de poser deux hypothèses potentiellement explicatives de l’apparition de ces avortements. D’une part, certaines observations laissent supposer une cause physiologique : les agnelles sont inséminées significativement plus jeunes, et en période de contre-saison sexuelle. En combinant ces éléments avec le stade de gestation auquel les avortements sont observés, on peut supposer que les agnelles ne sont pas totalement matures au moment des inséminations et ne sont pas aptes à mener la gestation jusqu’à son terme. D’autre part, une hypothèse infectieuse peut être émise en tenant compte des résultats de recherche menés par l’Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. En effet certains résultats de l’analyse menée dans ce travail vont dans ce sens : la période d’avortement est très courte laissant penser l’implication d’un vecteur. De plus, la distribution géographique sur le territoire semble être liée à la densité d’élevages au kilomètre carré. L’étude et le travail réalisé ont permis de redynamiser la collaboration entre les différentes parties prenantes de la filière et un nouveau protocole expérimental a ainsi été mis en place pour la campagne 2020.

**Mots-clés** : Avortements, causes abortives, épidémiologie, ovin-lait, Lacaune

### Abstract

Since 2012, the cooperative OVI-TEST as well as the other organizations involved in the Roquefort sector have begun to observe early abortions on Lacaune Lait renewal ewe lambs. The present work aims to describe the main epidemiological and management characteristics of the affected ewe lambs during the 2019 campaign. Surveys were carried out among all affected farmers. Then we selected twenty-eight farms for which no classical cause of abortion could be identified. This study allowed to write two hypotheses that could potentially explain the appearance of the abortions. On the one hand, some observations suggest a physiological cause: the ewe lambs are inseminated significantly younger, and during the sexual off-season. By combining these elements with the stage of gestation at which abortions are observed, it can be assumed that ewe lambs are not fully mature at the time of insemination and are not able to maintain gestation to term. On the other hand, an infectious hypothesis can be written taking into account the results of research conducted by the National Veterinary School of Toulouse. Indeed, some results of the analysis carried out in this work point in this direction: the abortion period is centred on a period suggesting the involvement of a vector. Moreover, the geographical distribution over the territory seems to be linked to the density of farms per square kilometers. The study and the work carried out aims it possible to revitalize the collaboration between the various stakeholders and a new experimental protocol has thus been set up for the 2020 campaign.

**Key-words**: Abortions, abortive causes, epidemiology, dairy sheep, Lacaune