

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement
supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El-Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences Vétérinaires

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم العلوم البيطرية



THÈSE

Présentée en vue de l'Obtention du Diplôme
De Doctorat Es Sciences
(Spécialité : Sciences vétérinaires)

THÈME

ÉTIOLOGIE DES MALADIES ABORTIVES CHEZ LES PETITS RUMINANTS DANS LA RÉGION DU NORD-EST ALGÉRIEN

Par : **HAÏF ASMA**

Devant les membres du jury composé de :

Président :	Pr Benakhla Ahmed	Université d'El-Tarf
Examinatrice :	Pr Titi Amel	Université de Constantine
Examinatrice :	Dr. Righi Souad	Université d'El-Tarf
Examineur :	Dr. Boucheikhchoukh Mehdi	Université d'El-Tarf
Examineur :	Dr. Meguini M. Nadhir	Université de Souk Ahras
Directeur de thèse :	Pr. Ouchene Nassim	Université de Blida
Co-directeur de thèse :	Dr. Zeroual Fayçal	Université d'El-Tarf

Année universitaire 2022 - 2023

﴿وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُنْ تَعْلَمُ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا﴾

- النساء - 113

*À mes parents, du plus profond de mon cœur ;
Avec ma sublime affection ;
Je vous dois tout.*

*À ma sœur et mes frères de tout mon cœur ;
Vous êtes ma joie et mon soutien.*

*À ma famille et
À mes amis.*

REMERCIEMENTS

Pendant la période de ma formation, j'ai eu la collaboration de plusieurs personnes, qui directement ou indirectement ont contribué afin qu'aujourd'hui, je puisse terminer l'élaboration du présent travail. Qu'ils trouvent ici mes sincères remerciements et toute ma gratitude.

*Un vibrant hommage et toute ma reconnaissance à mon directeur de recherche, **P^r Ouchene Nassim**, pour tous ses efforts, ses conseils, observations pertinentes et ses encouragements, pour sa disponibilité, sa bonté et sa patience. Vos qualités scientifiques et humaines m'ont beaucoup marquées, je vous souhaite longue vie et prospérité.*

*Je dois une immense reconnaissance à **D^r Khelifi Nadjat Amina** pour sa motivation, son ouverture d'esprit et son énergie positive illimitée. Je vous souhaite plein de succès et de bonheur.*

*Mes vifs remerciements s'adressent aussi à mon Co-Directeur de thèse, **D^r Zeroual Fayçel** pour son assistance, ses conseils, son soutien et son extrême bienveillance.*

Je suis très honorée des membres de mon jury de thèse, et je tiens à remercier :

*Mon grand professeur **Benakhla Ahmed**, d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse et pour ses innombrables services qu'il m'a toujours rendus, ainsi que pour sa gentillesse et sa haute valeur humaine et scientifique. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et ma haute considération.*

Dr. Righi Souad Maître de conférences à l'Université de Chedli Benjdid El-Tarf. Veuillez croire en mon éternel respect et ma sincère gratitude.

Dr Boucheikhchoukh Mehdi, Maître de conférences à l'Université de Chedli Benjdid El-Tarf pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Dr Meguini M. Nadhir Maître de conférences à l'Université de Souk ahras pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

*Je remercie également, **Pr Titi Amel** de l'Université de constantine pour m'avoir honoré de faire partie du jury. Hommages respectueux.*

Qu'il me soit permis d'exprimer toute ma gratitude à l'ensemble du personnel de la direction du service vétérinaire de wilaya d'EL-Tarf et la subdivision agricole de Bouteldja, pour la mise à disposition des données nécessaires à la réalisation de ce travail.

Egalement, j'adresse mes sincères remerciements à tous les éleveurs qui ont participé à cette étude.

Ce travail a été rendu possible grâce à la collaboration des vétérinaires privés et étatiques de la wilaya d'El-Tarf, Grand Merci chers collègues.

Un énorme merci à ma famille et mes amis pour leur soutien continu et nécessaire et leur encouragement. Merci surtout à mes parents, ma sœur et mes frères qui m'ont tant soutenu et que j'ai tant fatigués... Merci pour la patience... Merci de me remettre à chaque fois en confiance quand le doute s'installe ...

Finalement, que tous ceux et celles qui ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, soient assurés de ma sincère reconnaissance et de ma profonde gratitude et

GRAND MERCI à tous.

Liste des figures

Figure 1 : <i>Brucella abortus</i> observées au microscope électronique à balayage	11
Figure 2 : Transmission et importance de la brucellose	13
Figure 3: Cartes représentant l'incidence de la brucellose chez l'Homme dans le monde	14
Figure 4 : Cartes du nombre de foyers de brucellose (<i>B. abortus</i> , <i>B. melitensis</i> et <i>B. suis</i>) chez les ruminants.	14
Figure 5 : Cycle de réplication des chlamydies	23
Figure 6 : Schéma de transmission de la chlamydiose au sein d'un élevage	26
Figure 7 : Représentation schématique de la circulation de <i>Coxiella burnetii</i> au sein des différents réservoirs, et modes de contamination de l'homme.....	33
Figure 8 : Nomenclature du genre <i>Salmonella</i>	39
Figure 9 : Représentation schématique du modèle d'infection d'une brebis par <i>Salmonella abortusovis</i>	40
Figure 10 : Représentation schématique d'un tachyzoïte de <i>T. gondii</i>	61
Figure 11 : Cycle de vie de <i>T. gondii</i> dans les différents environnements	64
Figure 12 : Cycle de <i>Neospora caninum</i>	68
Figure 13 : Démarche diagnostique : principes généraux.....	75
Figure 14 : Diagramme des flux des études incluses	81
Figure 15: Situation géographique et découpage administrative de la wilaya d'El Tarf	97
Figure 16 : Carte des zones physiques de la wilaya d'El-Tarf.....	98
Figure 17: Evolution du taux de dépistage chez les bovins (2010-2021).	103
Figure 18 : Evolution du taux de dépistage chez les ovins (2010-2021).....	104
Figure 19 : Evolution du taux de dépistage chez les caprins (2010-2021)	104
Figure 20: Evolution du nombre de foyers, de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose bovine dans la wilaya d'El Tarf (2010 à 2021).....	106
Figure 21: Evolution du nombre de foyers, de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose ovine dans la wilaya d'El Tarf (2010 à 2021)	107
Figure 22 : Evolution du nombre de foyers, de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose caprine dans la wilaya d'El Tarf (2010 à 2021).....	107
Figure 23 : Répartition géographique de la brucellose bovine dans la wilaya d'El-Tarf	108
Figure 24 : Répartition géographique des cas de brucellose chez les bovins dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)	109
Figure 25 : Répartition géographique de la brucellose ovine dans la wilaya d'El-Tarf	110

Figure 26 : Répartition géographique des cas de brucellose chez les ovins dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)	111
Figure 27 : Répartition géographique de la brucellose caprine dans la wilaya d'El-Tarf.....	112
Figure 28 : Répartition géographique des cas de brucellose chez les caprins dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)	113
Figure 29 : Evolution du nombre de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose humaine dans la wilaya d'El Tarf (2010-2021)	114
Figure 30 : Répartition mensuelle des cas de brucellose humaine (2010-2021)	115
Figure 31 : Variation de nombre de cas selon l'âge et le sexe (2010-2021)	116
Figure 32 : Répartition géographique de la brucellose humaine dans la wilaya d'El-Tarf....	117
Figure 33 : Répartition géographique des cas de brucellose humaine dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)	118
Figure 34 : Flowchart de l'étude	131
Figure 35 : Réactions des éleveurs en cas d'avortements.....	138
Figure 36 : Box-plot présentant les scores des connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs	143
Figure 37 : Fréquences des principales pathologies de reproduction rencontrées sur le terrain	156
Figure 38 : Proportion des éleveurs déclarant un avortement ou une série d'avortements ponctuels	158
Figure 39 : Délai d'appel du vétérinaire en cas d'avortement	159
Figure 40 : Proportion de vétérinaires sollicités pour faire des prélèvements sanguins	159
Figure 41 : Motifs de non déclaration des avortements chez les petits ruminants	160
Figure 42 : Motifs de non-déclaration des avortements chez les petits ruminants	161
Figure 43 : Motifs de participation des vétérinaires au dispositif de déclaration des avortements.	162
Figure 44 : Freins de participation des vétérinaires au dispositif de déclaration des avortements.	163
Figure 45 : Animaux prélevés lors de la mise en place d'un protocole avortement	164
Figure 46 : Proportion des vétérinaires souhaitant la mise en place d'un protocole de diagnostic différentiel.....	164
Figure 47: Méthodologie d'échantillonnage	174
Figure 48 : Schéma des événements démographiques dans les troupeaux utilisés pour définir la liste des paramètres démographiques	177

Figure 49 : Proportion de différents types d'élevages enquêtés	179
Figure 50 : Répartition des effectifs des ovins et des caprins dans les différentes daïras de la wilaya.....	180
Figure 51 : Élevage mixte ovin/caprin	180
Figure 52 : Élevage mixte ovin/caprin	180
Figure 53 : Pâturage libre des ovins.....	181
Figure 54 : Troupeaux caprins.....	181
Figure 55 : Structure par sexe des troupeaux.....	182
Figure 56 : Structure par catégorie d'âge des animaux	184
Figure 57 : Les modes de sorties des animaux du troupeau.....	186
Figure 58 : Les modes d'entrées des animaux dans le troupeau	186

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les causes infectieuses de l'infertilité et des avortements chez les petits ruminants.	9
Tableau 2 : Symptômes et lésions macroscopiques pouvant être observés lors d'avortements chez les petits ruminants	77
Tableau 3 : Catégories de maladies, nombre d'études et taille de l'échantillon des études incluses	82
Tableau 4 : Caractéristiques des études incluses concernant les maladies bactériennes abortives chez les petits ruminants	85
Tableau 5 : Caractéristiques des études incluses concernant les maladies virales abortives chez les petits ruminants	89
Tableau 6 : Caractéristiques des études incluses concernant les maladies parasitaires abortives chez les petits ruminants	91
Tableau 7 : Evolution des effectifs des cheptels dans la wilaya d'El-Tarf (2010-2021)	100
Tableau 8: Estimation de la production laitière et des viandes rouges (2010-2021)	100
Tableau 9: Effectif des animaux dépistés et prévalence de la brucellose animales au niveau de la wilaya d'El-Tarf (2010-2021)	105
Tableau 10: Caractéristiques socio-démographiques des éleveurs enquêtés.	134
Tableau 11 : Caractéristiques des élevages enquêtés	135
Tableau 12 : Pratiques favorisant la transmission des maladies abortives	136
Tableau 13 : Pratiques liées à la gestion de la reproduction favorisant la transmission des maladies abortives	137
Tableau 14 : Attitudes à l'égard des facteurs favorisant la transmission	140
Tableau 15 : Connaissances des éleveurs sur la brucellose animale et humaine dans la région d'El-Tarf	141
Tableau 16 : Scores des connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs enquêtés	142
Tableau 17 : Corrélation entre le niveau de connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs.	143
Tableau 18 : Caractéristiques socio-démographiques des éleveurs associées aux connaissances, attitudes et pratiques	145
Tableau 19 : Caractéristiques des élevages associées aux connaissances, attitudes et pratiques	146

Tableau 20 : Caractéristiques socio-démographiques des participants	157
Tableau 21 : Taux démographiques utilisés comme paramètres d'entrées dans les modèles démographiques simulant la dynamique d'un cheptel par sexe et classe d'âge.	178
Tableau 22 : Répartitions des élevages dans les différentes daïras de la wilaya d'El-Tarf ...	179
Tableau 23 : Répartitions des élevages dans les différentes daïras de la wilaya.....	180
Tableau 24 : Taille moyenne des troupeaux de petits ruminants enquêtés	181
Tableau 25 : Structure sexe-âge des troupeaux enquêtés	183
Tableau 26 : Paramètres de reproduction des petits ruminants dans les troupeaux enquêtés	187
Tableau 27 : Taux d'exploitation et taux d'importation dans les élevages enquêtés	187

Liste des abréviations

ANDI : Agence Nationale de Développement de l'Investissement

BLA : Bovins laitiers améliorés

BLM : Bovins laitiers modernes

BVD : Bovine viral diarrhea

CAE : caprine arthritencephalitis

CIRAD : Le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

DELM : Direction de l'Épidémiologie et de Lutte contre les Maladies

DGPPS : Direction Générale de la Prévention et de la Promotion de la Santé

DSA : Direction des Services Agricoles

DSP : Direction de la Santé et de la Population

ELISA : Enzyme Linked Immunosorbent Assay

FC : Fixation du Complément

IF : Immunofluorescence indirect

IHC : Immunohistochimie

INSP : Institut national de la santé publique

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MSP : Ministère de la Santé et de la Population

OIE : Office International des Epizooties

OMS : Organisation Mondiale de Santé

PCR : Polymerase Chain Reaction

PPR : Peste des Petits Ruminants

WAHIS: World Animal Health Information System

Tables de matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Listes des abréviations

Introduction générale.....	1
Objectifs de la thèse	3
<u>Partie I: Étude bibliographiques</u>	
Chapitre I : Généralités sur les avortements	5
1. Définition de l'avortement	5
2. Les indicateurs épidémiologiques des avortements	5
2.1 La proportion.....	5
2.2 Le taux	6
2.3 La fréquence.....	6
2.4 L'incidence.....	6
2.5 L'incidence cumulée	6
2.6 La prévalence P	6
Chapitre II : Étiologies des avortements	8
1. Étiologies infectieuses.....	10
1.1 Causes Bactériennes	10
1.1.1 La brucellose.....	10
1.1.1.1 Généralités	10
1.1.1.2 Taxonomie, description et Caractéristiques.....	10
1.1.1.3 Épidémiologie de la brucellose, zoonose mondiale	11
1.1.1.4 Importance et répartition géographique.....	13
1.1.1.5 Pathogénie.....	15
1.1.1.6 Mécanismes de l'avortement	16
1.1.1.7 Tableau clinique	16
1.1.1.8 Diagnostic	18
1.1.1.9 Prévention, traitement et programme de lutte	20
1.1.2 La Chlamydiose	22
1.1.2.1 Étiologie.....	22
1.1.2.2 Pathogénie	22
1.1.2.3 Signes cliniques	23
1.1.2.4 Épidémiologie.....	24

1.1.2.5 Diagnostic	26
1.1.2.6 Prophylaxie	28
1.1.3La Coxiellose (La fièvre Q)	30
1.1.3.1 Etiologie.....	30
1.1.3.2 Pathogénie.....	31
1.1.3.3 Signes cliniques	31
1.1.3.4 Lésions	31
1.1.3.5 Epidémiologie.....	32
1.1.3.6 Diagnostic	33
1.1.3.7 Prophylaxie	36
1.1.4LA Salmonellose	38
1.1.4.1 Généralités	38
1.1.4.2 Pathogénie.....	38
1.1.4.3 Les signes cliniques	41
1.1.4.4 Diagnostic	41
1.1.4.5 Prophylaxie	42
1.1.5La listériose	44
1.1.5.1 Etiologie.....	44
1.1.5.2 Caractères bactériologiques de L. monocytogenes	44
1.1.5.3 Pathogénie.....	44
1.1.5.4 Signes cliniques	45
1.1.5.5 Diagnostic	45
1.1.5.6 Prophylaxie	46
1.1.6La Campylobactériose	48
1.1.6.1 Etiologie.....	48
1.1.6.2 Pathogénie.....	48
1.1.6.3 Signes cliniques (Campylobactériose génitale ovine)	49
1.1.6.4 Diagnostic	50
1.1.6.5 Prophylaxie des avortements dus à Campylobacter sp.	51
1.1.7 La leptospirose.....	52
1.2 Les causes virales.....	53
1.2.1Border disease	53
1.2.1.1 Généralité	53
1.2.1.2 Épidémiologie.....	53
1.2.1.3 Signes cliniques	54

1.2.1.4 Diagnostic	55
1.2.1.5 Prophylaxie	56
1.2.1.6 Vaccination	56
1.2.2 Le virus Bluetongue (BTV)	57
1.2.3 Le virus Akabane	58
1.2.4 Le virus de la vallée de Rift (RVF)	58
1.2.5 Le Schmallenberg virus (SBV)	59
1.3 Les maladies parasitaires	60
1.3.1 La Toxoplasmose	60
1.3.1.1 Généralités	60
1.3.1.2 Morphologie de <i>Toxoplasma gondii</i>	60
1.3.1.3 Cycle évolutif et transmission	62
1.3.1.4 Modes de transmission	64
1.3.1.5 Pouvoir pathogène	65
1.3.1.6 Manifestation clinique	65
1.3.1.7 Diagnostic de la toxoplasmose	66
1.3.1.8 Prévention	66
1.3.2 Néosporose	67
1.3.2.1 Généralité	67
1.3.2.2 Cycle évolutif	67
1.3.2.3 Pathogénie	69
1.3.2.4 Diagnostic de la néosporose	69
1.3.2.5 Contrôle de l'infection	70
2. Étiologies non infectieuses	71
2.1 Facteurs nutritionnels	71
2.1.1 Déficience en énergie et en protéines	71
2.1.2 Toxémie de gestation	71
2.1.3 Déficience en Iode	72
2.2 Facteurs toxiques	72
2.2.1 Intoxications végétales	72
2.2.2 L'intoxication par les métaux lourds	72
2.2.2.1 L'intoxication par le plomb	72
2.2.2.2 Intoxications par le cuivre	73
2.2.2.3 Autres métaux	73
2.2.3 Intoxication par les nitrates	73

2.2.4 Les mycotoxines	73
2.2.5 Facteurs physiques	74
2.2.6 Intoxications iatrogènes.....	74
2.2.7 Autres causes	74

3. Diagnostic différentiel	75
---	-----------

Partie II: Étude expérimentale

Etude I

1. Introduction	78
2. Matériel et méthodes	79
2.1 Stratégie de recherche de la littérature	79
2.2 Critères d'éligibilité	79
2.3 Extraction des données	80
3. Résultats	80
3.1.1 Répartition spatiale des études incluses.....	82
3.1.2 Répartition temporelle des études incluses	83
3.1.3 Détermination des maladies abortives	83
3.1.3.1 Maladies bactériennes	83
3.1.3.2 Maladies virales.....	87
3.1.3.3 Causes parasitaires.....	88
4. Discussion	92
5. Conclusion	95

Etude II

Objectifs du travail :.....	96
1. Matériel et Méthodes.....	96
1.1 Description générale et localisation de la région d'étude	96
1.2 Les ensembles physiques	97
1.3 Données climatiques	98
1.4 Effectifs et Production animal	99
2. Méthodologie de l'étude	101
2.1 La collecte des données	101
2.2 Les tests sérologiques.....	101
2.3 Analyses statistiques des données	101
3. Résultats	103
3.1 La brucellose animale.....	103

3.1.1 Evolution du taux de dépistage	103
3.1.1.1 Evolution du taux de dépistage chez les bovins.....	103
3.1.1.2 Evolution du taux de dépistage chez les ovins.....	103
3.1.1.3 Evolution du taux de dépistage chez les caprins	104
3.1.2 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les ruminants	106
3.1.2.1 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les bovins.....	106
3.1.2.2 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les ovins.....	106
3.1.2.3 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les caprins.....	107
3.1.3 Evolution temporelle de la brucellose animale	108
3.1.4 Evolution spatiale de la brucellose animale	108
3.1.4.1 Evolution spatiale de la brucellose bovine	108
3.1.4.2 Evolution spatiale de la brucellose ovine	110
3.1.4.3 Evolution spatiale de la brucellose caprine	112
3.2 Brucellose humaine	114
3.2.1 Evolution annuelle de la brucellose chez l'homme	114
3.2.2 Evolution temporelle de la brucellose humaine	114
3.2.3 Variation de nombre de cas selon l'âge et le sexe.....	115
3.2.4 Evolution spatiale de la brucellose humaine	116
4. Discussion	119
4.1 La surveillance de la brucellose humaine	119
4.2 Le Programme National de Lutte contre la brucellose animale	119
4.3 La brucellose animale.....	120
4.3.1 Le taux de dépistage de la brucellose animale	120
4.3.2 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les ruminants	121
4.3.3 Evolution spatiale de la brucellose animale	123
4.4 La brucellose humaine.....	123
4.4.1 Evolution temporelle de la brucellose humaine	125
4.4.2 Variation de nombre de cas selon l'âge et le sexe.....	125
4.4.3 Evolution spatiale de la brucellose humaine	126
4.5 Evaluation du réseau d'épidémiosurveillance de la brucellose	126
5. Conclusion	128
<u>Etude III</u>	
Objectifs de l'étude	129
1. Matériel et méthodes	129
1.1 Description de l'étude	129

1.2	Population cible et échantillon.....	129
1.3	La pré-enquête	130
1.4	Collecte de données	130
1.5	Calcul des scores d'évaluation des connaissances, attitudes et pratiques	132
1.6	Gestion et analyse des données	132
2.	Résultats	133
2.1	Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés	133
2.2	Caractéristiques des élevages enquêtés	133
2.3	Les pratiques favorisant la transmission et la dissémination des maladies abortives .	137
2.4	Les attitudes tenues en cas d'avortements	137
2.5	Connaissance des enquêtés sur la brucellose	138
2.6	Scores d'évaluation des connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs.....	142
2.7	L'analyse de la corrélation entre les connaissances, les attitudes et les pratiques	143
2.8	Identification des facteurs associées aux connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs	144
3.	Discussion	147
4.	Conclusion	152

Etude VI

Objectifs de l'étude :	153
1. Matériel et méthodes	153
1.1 Rédaction du questionnaire.....	153
1.2 Choix de l'échantillon	154
1.3 Diffusion du questionnaire	154
1.4 Méthode d'analyse des résultats	155
2. Résultats	156
2.1 Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés	156
2.2 Fréquence des pathologies de reproduction	156
2.3 Déclaration des avortements	158
2.4 Les perceptions et attentes des vétérinaires praticiens vis -à -vis le programme de surveillance de la brucellose	164
3. Discussion	167
4. Conclusion	171

Etude V

1. Matériel et méthodes	173
1.1 Période et zone d'étude	173

1.2	Méthodologie d'étude.....	173
1.3	Matériel d'étude.....	173
1.4	Méthodologie d'échantillonnage.....	173
1.5	Paramètres démographiques étudiés.....	174
1.5.1	Variables d'état.....	174
1.5.2	Taux démographiques annuels.....	174
1.6	Analyse statistique des données de l'enquête.....	178
2.	Résultats.....	179
2.1	Aperçu globale de l'élevage des petits ruminants dans la wilaya d'El-Tarf.....	179
2.2	Les variables d'état.....	181
2.2.1	La taille moyenne des troupeaux.....	181
2.2.2	Structure des troupeaux.....	182
2.2.2.1	Structure par sexe des troupeaux.....	182
2.2.2.2	Structure par classe d'âge des troupeaux.....	182
2.3	Les taux démographiques annuels.....	184
2.3.1	Taux de mise bas.....	184
2.3.2	Taux de prolificité.....	184
2.3.3	Taux de fécondité.....	185
2.3.4	Taux d'avortement.....	185
2.3.5	Taux de mortinatalité.....	185
2.3.6	Taux de femelles à la naissance.....	185
2.3.7	Taux de mort naturelle.....	185
2.4	Les taux de gestion.....	185
2.4.1	Taux d'exploitation.....	185
2.4.2	Taux d'importation.....	186
3.	Discussion.....	188
4.	Conclusion.....	191
	<u>Parie III: Conclusion et recommandations</u>.....	193
	Références bibliographiques.....	197
	Annexes.....	249

Résumé

En filière de petits ruminants, les avortements constituent un sujet de préoccupation majeur en raison de leur incidence économique et sanitaire. De nombreuses observations cliniques à l'occasion de foyers d'avortements, et des enquêtes transversales dans différentes régions du pays soulignent l'importance économique des avortements aussi bien chez les ovins que chez les caprins. Cependant, la situation épidémiologique des avortements reste imparfaitement connue et les données générées par ces enquêtes, le plus souvent à caractère ponctuel, ne permettent pas d'en préciser l'importance et l'impact réel.

Cette thèse vise donc à contribuer à une meilleure connaissance et compréhension de l'épidémiologie des maladies abortives chez les petits ruminants dans la wilaya d'El-Tarf. Elle est organisée en trois parties principales. La 1^{ère} partie présente une revue de la littérature sur les étiologies avortements chez les petits ruminants. La 2^{ème} partie présente, dans un enchaînement logique, les recherches effectuées sur différents aspects de l'épidémiologie des maladies abortives chez les ovins et les caprins dans la région d'étude. Elle comprend cinq études. La 1^{ère} étude présente, à travers une revue de la littérature disponible, un état des lieux des prévalences des différentes étiologies des avortements chez les petits ruminants. La prévalence globale de la brucellose et la toxoplasmose étaient de 0,39 % et 21,43 % respectivement chez les ovins et de 5,31 % et 32,31 % respectivement chez les caprins. La chlamydiose et la fièvre Q ont été observées respectivement chez 32,72 % et 20,62 % des petits ruminants. La prévalence de la PPR était de 15,76 % et la prévalence globale de la FCO chez les ovins et les caprins était de 13,41 % et 44,50 %, respectivement. La Border disease et la BVD ont été détectées respectivement chez 22,68 % et 1,01 % des ovins examinés.

Afin de décrire la situation épidémiologique de la brucellose animale et humaine, une enquête rétrospective descriptive (étude 2) sur une période de douze ans (2010-2021) a été réalisé, en se basant sur les données de la surveillance de la maladie. Chez les bovins, l'enquête montre que le taux de séroprévalence varie entre 0,19 et 8,33 %, avec un taux d'incidence qui oscille entre 0,44 et 3,42. Chez les petits ruminants, la séroprévalence varie entre 0,19 et 5,48 chez les ovins et de 0,22 à 21,97 chez les caprins. Concernant la brucellose humaine, la maladie touche aussi bien les hommes que les femmes (sex-ratio H/F de 0,86). La tranche d'âge la plus touchée est celle dont l'âge est compris entre 22 et 44 ans. Cette zoonose a été notifiée dans la quasi-totalité de la wilaya. Elle est toujours présente avec un profil enzootique. Le système de surveillance actuel de la brucellose en Algérie reste incapable de détecter tous les cas d'avortements brucelliques.

Dans la 3^{ème} étude, une enquête CAP qui tente de décrire les connaissances des éleveurs sur la brucellose animale et humaine, et leurs attitudes et pratiques de associés aux avortements chez les petits ruminants, a été conduit. Les caractéristiques socio-démographiques des éleveurs ont été décrits. Un niveau de connaissances basique chez les éleveurs a été enregistré chez 60 % des interviewés. Une corrélation positive entre le niveau instructif de l'éleveur et les bonnes attitudes associées aux avortements et à la brucellose a été mis en évidence. L'analyse statistique a révélé aussi une association significative entre le mode de l'élevage et les pratiques liées à la prévention contre la brucellose, et entre le type d'élevage et attitudes des éleveurs vis-à-vis les avortements et la prévention contre la brucellose. Le niveau des pratiques des éleveurs varie significativement d'une daïra à l'autre.

L'étude 4 a été consacré à étudier les motivations et les freins conduisant le vétérinaire et l'éleveur à déclarer ou non les avortements chez les petits ruminants. Une grande sous-déclaration des avortements a été souligné. Les raisons en sont multiples : la crainte des contraintes suivant la confirmation de la contamination par la brucellose ; la complexité dans les procédures des prélèvements et de déclaration ; l'inconscience de l'éleveur de l'intérêt de déclaration des avortements ; et manque des laboratoires vétérinaires spécialisés.

La dernière étude a eu pour objectif de déterminer les paramètres démographiques du cheptel ovin /caprin dans la région d'étude. Elle a été menée auprès de soixante-neuf (69) élevages. La méthode d'enquête des douze derniers mois (12mo) a été utilisée. Les résultats obtenus ont indiqué que la taille moyenne des troupeaux était de 50,96 têtes dont 74% de femelles. Les troupeaux ovins ont été les plus dominants (51%). Les taux de mise bas ont varié entre 56,78% et 67,76%. Les taux de prolificité et de fécondité enregistrés sont respectivement 113,39% et 74,85% chez les ovins et 126,3% et 73,04 % chez les caprins. Le taux de mortalité global a été en moyenne de 4,27%. Le taux d'avortement global révélé a été de 6,03%. Concernant les paramètres de gestion, les résultats obtenus ont donné un taux d'exploitation global de 13,73% et un taux d'importation global de 41,74%.

La troisième partie de cette thèse présente une conclusion générale, recommandations et des perspectives visant à développer une stratégie de gestion durable et de valorisation des petits ruminants en Algérie. La nécessité d'entreprendre plus d'études sur l'épidémiologie des maladies abortives chez les petits ruminants, en Algérie, a été soulignée. Enfin, pour un meilleur rapport coût-efficacité, il est également nécessaire de renforcer les capacités des services vétérinaires et des laboratoires nationaux et d'appréhender la lutte contre la brucellose et les autres maladies zoonotiques dans une perspective régionale, intégrée et concertée.

Mots clés : Ovins et caprin, Avortement, Epidémiologie, Facteurs de risque, El-Tarf, Algérie

Abstract

In the small ruminant field, abortions are a major concern because of their economic and health impact. Numerous clinical observations in abortion homes and cross-sectional surveys in different parts of the country highlight the economic importance of abortion in both sheep and goats. However, the epidemiological situation of abortions remains imperfectly known and the data generated by these surveys, most often of a punctual nature, do not allow to specify the importance and the real impact.

This thesis aims to contribute to a better knowledge and understanding of the epidemiology of abortive diseases in small ruminants in the wilaya of El-Tarf. It is organized into three main parts. Part 1 presents a review of the literature on abortion etiologies in small ruminants. The second part presents, in a logical sequence, the research carried out on different aspects of the epidemiology of abortive diseases in sheep and goats in the study area. It includes five studies. The 1st study presents, through a review of the available literature, an inventory of the prevalence's of the different etiologies of abortions in small ruminants. The overall prevalence of brucellosis and toxoplasmosis was 0.39% and 21.43% in sheep, and 5.31% and 32.31% respectively in goats. Chlamydiosis and Q fever were observed in 32.72% and 20.62% of small ruminants, respectively. The prevalence of PPR was 15.76% and the overall prevalence of FCO in sheep and goats was 13.41% and 44.50%, respectively. Border disease and BVD were detected in 22.68% and 1.01% of sheep examined, respectively.

In order to describe the epidemiological situation of animal and human brucellosis, a retrospective descriptive survey (Study 2) over a twelve-year period (2010-2021) was conducted, based on data from disease surveillance. In cattle, the survey shows that the seroprevalence rate ranges from 0.19 to 8.33%, with an incidence rate ranging from 0.44 to 3.42. In small ruminants, seroprevalence ranged from 0.19 to 5.48 in sheep and from 0.22 to 21.97 in goats. For human brucellosis, the disease affects both men and women (H/F sex ratio of 0.86). The age group most affected is those between 22 and 44 years of age. This zoonosis has been reported in almost all of the wilaya. It is always present with an enzootic profile. The current brucellosis surveillance system in Algeria remains unable to detect all cases of brucellosis abortions.

In the third study, a CAP survey tries to describe the knowledge of breeders on animal and human brucellosis, and their attitudes and practices associated with abortions in small ruminants. The socio-demographic characteristics of the breeders have been described. A basic level of knowledge among breeders was recorded in 60% of those interviewed. A positive

correlation between the educational level of the breeder and the good attitudes associated with abortions and brucellosis was found. The statistical analysis also revealed a significant association between the mode of breeding and practices related to the prevention of brucellosis, and between the type of breeding and the attitudes of breeders towards abortions and the prevention of brucellosis. The level of farmers' practices varies significantly from one day to the next.

The fourth study was devoted to studying the motivations and obstacles leading the veterinarian and the breeder to declare or not abortions in small ruminants on their holdings. The results of this qualitative study revealed a significant under-reporting of abortions by veterinarians and breeders. There are many reasons for this: fear of constraints following confirmation of brucellosis contamination (culling of livestock, too modest compensation not allowing the purchase of replacement animals) the long delay between sending a sample to the laboratory and receiving the results of the diagnostic tests; the complexity of the procedures for taking and reporting; The breeder's unconsciousness about the importance of reporting abortions; and lack of specialized veterinary laboratories.

The last study purpose was to determine the demographic parameters of the sheep/goat population in the study area. Sixty-nine (69) farms were surveyed. The last 12 months (12 mo) survey method was used. The results obtained indicated that the average herd size was 50.96 heads, 74% of which were females. Sheep herds were the most dominant (51%). Calving rates ranged from 56.78% to 67.76%. The rates of prolificacy and fertility recorded are 113.39% and 74.85% in sheep and 126.3% and 73.04% in goats. The overall mortality rate averaged 4.27%. The overall reported abortion rate was 6.03%. As regards management parameters, the results obtained yielded an overall exploitation rate of 13.73% and an overall import rate of 41.74%.

The third part of this thesis presents a general conclusion, recommendations and perspectives aimed at developing a strategy of sustainable management, and valorization of small ruminants in Algeria. The need for more investigations on the epidemiology of abortive diseases in small ruminants in Algeria is also highlighted. There is a need to provide additional knowledge on prevailing field strains of different pathogens, the distribution of diseases, and the associated risk factors for appropriate prevention and control measures. Finally, to improve cost-effectiveness, it is necessary to strengthen the capacities of veterinary services and national laboratories, and to understand the fight against brucellosis and other zoonotic diseases from a regional perspective, integrated, and concerted.

Keywords: Sheep and goats, Abortion, Epidemiology, Risk factors, El-Tarf, Algeria.

ملخص

في شعبة المجترات الصغيرة، تشكل عمليات الإجهاض مصدر قلق كبير بسبب تأثيرها الاقتصادي والصحي. تسلط العديد من الدراسات السريرية في دور الإجهاض والدراسات الاستقصائية الشاملة في أجزاء مختلفة من البلاد الضوء على أهمية الاقتصادية للإجهاض في كل من الأغنام والماعز. غير أن الحالة الوبائية لعمليات الإجهاض لا تزال معروفة بشكل غير كامل، والبيانات الناتجة عن هذه الدراسات الاستقصائية، والتي غالباً ما تكون ذات طابع دقيق، لا تسمح بتحديد الأهمية والأثر الحقيقي.

تهدف هذه الأطروحة إلى المساهمة في معرفة وفهم أوبئة أمراض الإجهاض بشكل أفضل عند المجترات الصغيرة في ولاية الطارف. تنقسم الدراسة إلى ثلاثة أجزاء رئيسية. يقدم الجزء الأول استعراضاً للدراسات السابقة حول أسباب الإجهاض عند المجترات الصغيرة. يعرض الجزء الثاني، في تسلسل منطقي، البحوث التي تم إجراؤها على جوانب مختلفة من علم الأوبئة للأمراض الإجهاضية في الأغنام والماعز في منطقة الدراسة. يتضمن هذا الجزء خمس دراسات.

تقدم الدراسة الأولى، من خلال مراجعة الأدبيات المتاحة، جرّداً لانتشار أسباب الإجهاض المختلفة في المجترات الصغيرة. كانت نسبة الانتشار لداء البروسيلات وداء المقوسات 0.39% و 21.43% عند الأغنام، و 5.31% و 32.31% على التوالي عند الماعز. لوحظ انتشار الكلاميديا وحمى كيري على التوالي عند 32.72% و 20.62% من المجترات الصغيرة. كان الانتشار العام لمرض طاعون المجترات الصغيرة 15.76%، والانتشار العام لمرض اللسان الأزرق في الأغنام والماعز 13.41% و 44.50% على التوالي. تم اكتشاف أمراض الحدود والإسهال الفيروسي البقري في 22.68% و 1.01% من الأغنام التي تم فحصها على التوالي.

من أجل وصف الوضع الوبائي لداء البروسيلات الحيواني والبشري، تم إجراء دراسة (الدراسة 2) على مدى اثني عشر عاماً (2010-2021)، بناءً على بيانات من مراقبة الأمراض. في الماشية، توضح الدراسة أن معدل الإصابة المصلية يتراوح من 0.19 إلى 8.33%، بمعدل إصابة يتراوح من 0.44 إلى 3.42%. في المجترات الصغيرة، تراوحت الإصابة المصلية من 0.19 إلى 5.48% في الأغنام ومن 0.22 إلى 21.97% في الماعز. بالنسبة للحمى المالطية البشرية، يصيب المرض الرجال والنساء نسبة الجنس (0.86 H/F) والفئة العمرية الأكثر تضرراً هي الفئة العمرية التي تتراوح أعمارها بين 22 و 44 سنة. تم الإبلاغ عن هذا المرض الحيواني في جميع أنحاء الولاية تقريباً. إنها دائماً حاضرة مع ملف تعريف إنزوي. لا يزال نظام مراقبة البروسيلات الحالي في الجزائر غير قادر على اكتشاف جميع حالات الإجهاض بسبب البروسيلات.

في الدراسة الثالثة، يحاول مسح CAP وصف معرفة المربين عن داء البروسيلات الحيواني والبشري، ومواقفهم وممارساتهم المرتبطة بالإجهاض في المجترات الصغيرة. تم وصف الخصائص الاجتماعية والديموغرافية للمربين. تم تسجيل مستوى قاعدي من المعرفة بين المربين في 60% ممن تمت مقابلتهم. تم العثور على علاقة إيجابية بين المستوى التعليمي للمربي والمواقف الجيدة المرتبطة بالإجهاض ومرض البروسيلات. وكشف التحليل الإحصائي أيضاً عن وجود ارتباط كبير بين نمط التربية والممارسات المتصلة بالوقاية من داء البروسيلات، وبين نوع التربية ومواقف المربين تجاه عمليات الإجهاض والوقاية من داء البروسيلات. ويتفاوت مستوى ممارسات المزارعين تفاوتاً كبيراً بين يوم وآخر.

تم تكريس الدراسة الرابعة لدراسة الدوافع والعقبات التي دفعت الطبيب البيطري والمربي إلى الإبلاغ أو عدم الإبلاغ عن الإجهاض في المجترات الصغيرة. كشفت نتائج هذه الدراسة النوعية عن نقص كبير في الإبلاغ عن عمليات الإجهاض من قبل الأطباء البيطريين والمربين. هناك العديد من الأسباب لذلك: الخوف من التبعات بعد تأكيد الإصابة البروسيلات (ذبح

الماشية، تعويض بسيط للغاية لا يسمح بشراء حيوانات بديلة) التأخير الطويل بين إرسال عينة إلى المختبر وتلقي نتائج الاختبارات التشخيصية؛ وتعقيد إجراءات اتخاذ القرارات والإبلاغ؛ عدم وعي المربي بأهمية الإبلاغ عن عمليات الإجهاض؛ ونقص المختبرات البيطرية المتخصصة.

الغرض من الدراسة الأخيرة هو تحديد الخصائص الديموغرافية للأغنام/ الماعز في منطقة الدراسة. تم مسح 69 مزرعة. تم استخدام طريقة المسح التي استمرت 12 شهراً. أشارت النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن متوسط حجم القطيع كان 50.96 رأساً، 74٪ منهم من الإناث. كانت قطعان الأغنام هي الأكثر هيمنة (51٪). تراوحت معدلات الولادة من 56.78٪ إلى 67.76٪. معدلات الانتشار والخصوبة المسجلة هي 113.39٪ و 74.85٪ في الأغنام و 126.3٪ و 73.04٪ في الماعز. بلغ متوسط معدل الوفيات الإجمالي 4.27٪. بلغ معدل الإجهاض الإجمالي المبلغ عنه 6.03٪. وفيما يتعلق ببارامترات إدارة القطيع، أسفرت النتائج المحققة عن معدل استغلال إجمالي قدره 3.73٪ ومعدل استيراد إجمالي قدره 41.74٪.

ويقدم الجزء الثالث من هذه الأطروحة استنتاجاً عاماً وتوصيات ومنظورات تهدف إلى وضع استراتيجية للإدارة المستدامة وتثمين المجترات الصغيرة في الجزائر. كما تم تسليط الضوء على الحاجة إلى مزيد من التحقيقات حول وبائيات الأمراض الإجهادية في المجترات الصغيرة في الجزائر. ثمة حاجة إلى توفير معارف إضافية بشأن السلالات الميدانية السائدة لمختلف مسببات الأمراض، وتوزيع الأمراض، وعوامل الخطر المرتبطة بها من أجل اتخاذ التدابير المناسبة للوقاية والمكافحة. أخيراً، لتحسين فعالية التكلفة، من الضروري تعزيز قدرات الخدمات البيطرية والمختبرات الوطنية، وفهم مكافحة الحمى المالطية وغيرها من الأمراض الحيوانية المنشأ من منظور إقليمي متكامل ومتضافر.

الكلمات الأساسية: الأغنام والماعز، الإجهاض، علم الأوبئة، عوامل الخطر، الطارف، الجزائر

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Comme pour tous les pays méditerranéens, en Algérie, l'élevage des petits ruminants, compte parmi les activités stratégiques les plus traditionnelles, il joue un rôle important aussi bien dans l'économie nationale que pour les fermiers, notamment les petits éleveurs (**Rondia, 2006 ; Mebirouk-Boudechiche et al., 2014**).

L'Algérie possède une population ovine indigène diversifiée dont le nombre est estimé à 28,7 millions de têtes (80% l'effectif global du cheptel national) (**madrp, 2022**). Selon **Djaout et al. (2017)**, le cheptel est constitué de neuf races génétiquement bien identifiées : Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, D'Man, Sidaou, Tâadmit et Tazegzawt. Ces races locales ayant évolué, depuis l'antiquité, dans les conditions agroécologiques algériennes (steppiques et sahariennes) présentent une excellente adaptabilité basée sur la résilience, la prolificité, et la production de viande, de lait et de laine. À ces races plus ou moins bien définies s'ajoutent plusieurs autres races et populations locales qui demeurent méconnues (**Madani et al., 2015**). L'élevage caprin, d'environ 4,9 millions de têtes (14 % de l'effectif global du cheptel national) (**madrp, 2022**), généralement associé à l'élevage ovin, représente également une activité agricole très importante, surtout dans les régions difficiles (montagnes, forêts, steppes et Sahara) et conduite en élevage extensif, valorise des ressources alimentaires pauvres pour produire de la viande (**Madani et al., 2015 ; Ouchene-Khelifi et al., 2015**). Cette importante ressource génétique montre l'existence de quatre races locales (Arabia, Makatia, M'Zabite et Naine de Kabylie). Les races importées sont représentées essentiellement par deux races : la Saanen et l'Alpine (**Ouchene-Khelifi et al., 2018 ; Djouza, 2018 ; DJouza et Chehma, 2019**). Étant appréciée comme viande rouge maigre, elle est très recherchée par les personnes atteintes de dyslipidémie ou à titre préventif contre l'obésité, le diabète du type 2 ou les troubles cardiovasculaires, en raison de sa faible teneur en graisse et sa richesse en muscles (**Webb et al., 2005 ; Ivanović et al., 2016**). De même, le lait de la chèvre a une bonne qualité nutritive et des propriétés thérapeutiques très recherchés (**Getanah et al., 2016 ; Sahraoui et al., 2016**). Aussi, cette espèce assure l'approvisionnement en matières premières (peaux, cuirs, poils) servant dans l'industrie artisanale (**Ouchene-Khelifi et al., 2021**).

Comme pour tous les pays méditerranéens, en Algérie, l'élevage des petits ruminants, compte parmi les activités stratégiques les plus traditionnelles, il joue un rôle important aussi bien dans l'économie nationale que pour les fermiers, notamment les petits éleveurs (**Rondia, 2006 ; Mebirouk-Boudechiche et al., 2014**).

Cependant, cette importante ressource génétique (ovine et caprine), gérée de manière traditionnelle dans la quasi-totalité, est confrontée à diverses contraintes qui freinent leur développement, parmi lesquelles les maladies animales, y compris les pathologies abortives. En effet, les affections abortives, qui peuvent être d'origine infectieuse ou non infectieuse, occasionnent des pertes économiques sévères, ayant à la fois des effets directs sur les animaux (avortements, stérilité, diminution de la production laitière) et des effets indirects sur les productions animales tels que le coût des interventions vétérinaires et de la reconstitution des troupeaux.

Il existe plusieurs facteurs potentiels à l'origine des avortements qui peuvent être classés en deux grandes catégories : infectieux et non infectieux. D'après les données de recherche disponibles, les agents infectieux sont les causes les plus plausibles d'avortement chez les ovins et les caprins, par rapport aux agents non infectieux, et beaucoup d'entre eux présentent des risques zoonotiques graves (**Buxton et Henderson, 1999 ; Menzies, 2011**).

Les principales causes infectieuses d'avortement chez les petits ruminants sont bactériennes, comme les espèces de *Chlamydia* qui provoquent la chlamydiose ovine, également appelée avortement enzootique des brebis (EAE) ou avortement enzootique des ovins, *Campylobacter spp*, *Listeria spp*, *Leptospira spp*, *Coxiella burnetii* qui provoque la fièvre Q, et *Brucella spp*. En outre, les protozoaires *Toxoplasma gondii* et *Neospora caninum* et le virus de la Border disease (BVD) sont des agents pathogènes courants impliqués dans l'échec de la reproduction (**Chanton-Greutmann et al., 2002 ; Hazlett et al., 2013**).

La gestion des avortements chez les petits ruminants continue de constituer une préoccupation, en premier lieu pour les éleveurs mais aussi, tant à l'échelle individuelle que collective, pour les vétérinaires traitants. Les travaux de **Hamza et Bouyoucef (2013)** et **Kardjadj et al. (2016)** ont signalé que 90 % et 75.33 % respectivement des éleveurs ont observé des avortements dans leurs troupeaux.

À cet effet, et dans le but d'améliorer les performances de reproduction et de production des petits ruminants en Algérie, la mise en œuvre d'une stratégie active pour améliorer la santé animale afin de réduire les maladies reproductives est cruciale. Pour mettre en place une telle stratégie d'intervention, il est nécessaire de disposer d'informations sur l'ampleur des maladies abortives et leurs étiologies possibles.

OBJECTIFS DE LA THÈSE

Objectifs de la thèse

L'objectif principal de ce travail de thèse est donc, de dresser un état des lieux sur les principales maladies abortives présentes chez les petits ruminants dans la région du nord-est algérien, au travers d'une enquête épidémiologique visant à décrire les étiologies des avortements et d'identifier sur le terrain les facteurs pouvant l'influencer.

Les objectifs spécifiques sont :

- ✚ Synthétiser, analyser et estimer par méta-analyse la prévalence des principales étiologies abortives chez les petits ruminants disponibles dans la littérature ;
- ✚ Décrire l'évolution spatio-temporelle des cas de la brucellose humaine et animale dans la wilaya d'El-Tarf entre l'année 2010- 2021.
- ✚ Evaluer les connaissances des éleveurs concernant les maladies abortives et identifier les conduites et les pratiques tenues en cas d'avortements ;
- ✚ Analyser les freins et les motivations conduisant les éleveurs et les vétérinaires à participer ou non au dispositif de déclaration des avortements ;
- ✚ Estimer la prévalence des avortements chez les élevages ovins/ caprins dans la région d'étude ;
- ✚ Proposer des recommandations pour la lutte contre les maladies abortives et leur propagation au sein des élevages des petits ruminants en Algérie et des perspectives pour des études ultérieures dans le pays à prendre en considération.

Après la présentation d'une revue bibliographique des causes d'avortements multiples chez les petits ruminants, qu'elles soient d'origine infectieuse ou non infectieuse (les causes d'avortements sporadiques ou de faible incidence ne sont pas abordées), notre travail est ventilé sur cinq parties :

- ✚ La première partie est relative à l'étude des maladies abortives et les différents facteurs de risque associés chez les petits ruminants en Algérie ;
- ✚ La seconde partie concerne la distribution spatio-temporelle des cas de la brucellose humaine et animale entre l'année 2010 et 2020 dans la wilaya d'El-Tarf ;
- ✚ La troisième partie évalue des Connaissances- Attitudes- Pratiques des éleveurs des petits ruminants sur la brucellose dans région d'étude ;
- ✚ La quatrième partie analyse les freins et les motivations conduisant les éleveurs et les vétérinaires à participer ou non au dispositif de déclaration des avortements ;

- ✚ La dernière partie décrit la prévalence des avortements chez les élevages ovins/ caprins dans la région d'étude

Chaque partie est discutée indépendamment, lui faisant suite une conclusion générale et des recommandations visant à développer une stratégie de gestion durable et de valorisation des petits ruminants en Algérie.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LES AVORTEMENTS

Chapitre I : Généralités sur les avortements

1. Définition de l'avortement

La définition de l'avortement n'est pas chose aisée. Cette difficulté explique sans doute pourquoi de plus en plus fréquemment la littérature de langue anglaise fait appel à la notion de *pregnancy losses* (pertes de gestation), celle-ci regroupant les mortalités embryonnaires, les avortements cliniques dûment constatés par l'éleveur ou le vétérinaire, les retours en chaleurs de l'animal ou encore les diagnostics de non-gestation posés par le vétérinaire (**Hanzen, 2015**).

D'après le décret du **26 décembre 1995 (Annexe 1)** fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose ovine et caprine, Est considéré comme avortement :

- l'expulsion du fœtus
- l'expulsion d'un mort-né ou succombant dans les quarante-huit (48) heures.

Au niveau pratique, chez les petits ruminants, l'avortement se définit comme l'interruption de la gestation entre la fin de la période embryonnaire (42^{ème} jour de gestation) et le 140^{ème} jour de gestation, suivie ou non de l'expulsion d'un fœtus viable. Au-delà du 140^{ème} jour de gestation, on parlera d'un prématuré (**McGeady et al., 2017**).

2. Les indicateurs épidémiologiques des avortements

Un indicateur épidémiologique est une variable reflétant l'un des aspects de l'état de santé d'une population.

Le calcul de la valeur de ces paramètres n'est pas chose aisée en ce qui concerne les avortements. C'est qu'en effet, la population à risque évolue constamment au cours d'une période donnée : certains animaux accouchent tandis que d'autres se trouvent confirmés gestants : la population à risque évolue donc constamment au cours du temps (**Toma et al., 1991 ; Hanzen, 2015**).

2.1 La proportion

La proportion ou taux au sens large est le rapport entre deux effectifs. Ainsi, dans le cas des avortements, il exprime le rapport entre le nombre total de cas d'avortements divisé par le nombre de femelles considérées comme présentes dans la période à risque c'est-à-dire les animaux gestants et les animaux qui ont avorté. Force est de constater une grande disparité dans la définition des animaux sélectionnés au dénominateur. Ce paramètre établit au moment du diagnostic, la probabilité qu'une gestation se termine par un avortement (**Bénet et al., 1993 ; Hanzen, 2015**).

2.2 Le taux

Le taux au sens restreint exprime le nombre d'évènements *par unité de temps*, rapportés à la population soumise au risque. C'est la mesure instantanée du risque d'avortement. Le taux d'avortement est donc le nombre de cas d'avortements par unité d'animaux à risque et par unité de temps de suivi de ce risque (**Toma et al., 1991 ; Bénet et al., 1993**).

2.3 La fréquence

La fréquence est le nombre de fois qu'un évènement se produit dans une population pendant un intervalle de temps déterminé (année, ou période à risque). On distingue la fréquence absolue (nombre d'évènements) et relative (nombre d'évènements rapportés à l'effectif de la population : elle s'exprime en %) (**Toma et al., 1991 ; Bonita et al., 2010**).

2.4 L'incidence

L'incidence d'une maladie exprime le nombre de *cas nouveaux* dans une population déterminée au cours d'une période donnée (année, mois, semaine). Elle peut être ou non cumulée. C'est un nombre absolu (**Toma et al., 1991 ; Bénet et al., 1993 ; Bonita et al., 2010**).

2.5 L'incidence cumulée

L'incidence cumulée est la proportion d'individus non malades au début de la période d'étude qui deviennent malades durant cette période (**Allard et Loslier, 1988**).

La valeur de l'incidence cumulée varie de 0 à 1. Elle est d'autant plus grande que la période d'observation est longue. Elle représente une estimation du risque moyen (probabilité) de développer une maladie durant une période particulière.

$$\frac{\text{Nombre de nouveaux cas pendant une période de temps}}{\text{Population totale exposée pendant la période considérée}}$$

Incidence cumulée s'exprime en x cas pour 100, 1000, 10.000 etc.

Correspond au risque moyen de contracter une maladie pendant une période donnée pour un individu de la population (**Toma et al., 1991 ; Bénet et al., 1993 ; Bonita et al., 2010**).

2.6 La prévalence P

La prévalence exprime le nombre de cas nouveaux ou anciens dans une population déterminée au cours d'une période donnée (prévalence annuelle, mensuelle, hebdomadaire...) ou à un instant donné (prévalence instantanée). La prévalence inclut l'incidence puisqu'elle prend en compte les anciens et nouveaux cas. C'est un nombre absolu (**Allard et Loslier, 1988**).

Si elle est rapportée à un effectif de la population elle s'exprime par un taux. C'est une mesure statique de l'apparition de la maladie. La prévalence a des valeurs comprises entre 0 et 1.

Dans le cas des avortements, la prévalence se confond le plus souvent avec l'incidence, un animal présente rarement deux cas d'avortements puisqu'il est le plus souvent réformé (**Toma *et al.*, 1991 ; Bonita *et al.*, 2010**).

CHAPITRE II

ÉTIOLOGIES DES AVORTEMENTS

Chaptire II : Étiologies des avortements

Les avortements des ruminants en général et des petits ruminants plus spécifiquement ont une étiologie forte variée. Certaines surviennent indépendamment de toute infection. Il s'agit d'avortements non infectieux qui peuvent être liés à des facteurs génétiques (mutations géniques létales et anomalies chromosomiques), physiques (traumatismes, stress), endocriniens (déficits œstro-progestéroniques), nutritionnels et toxiques. D'autres, dont la nature est mieux décelée sont le fait d'infestations parasitaires ou d'infections virales et bactériennes.

Selon les études les plus récentes concernant les avortements des petits ruminants, la notion multifactorielle a été mise en avant. Ainsi, l'intérêt d'un diagnostic différentiel des causes abortives a été souligné (**Rekiki *et al.*, 2005 ; Schnydrig *et al.*, 2017**).

Le tableau ci-dessous (Tableau 1) présente les principaux agents infectieux à l'origine des avortements chez les ruminants domestiques.

Tableau 1 : Les causes infectieuses de l'infertilité et des avortements chez les petits ruminants (Givens et Marley, 2008).

Bactéries	Champignons	Protozoaires	Virus
Ovin			
<i>Campylobacter spp.</i> ^{c,i,g,e}		<i>Toxoplasma gondii</i> ^{a,f,c,j,k,g,e}	<i>Border disease virus</i> ^{f,b,c,j,k,g,e}
<i>Listeria monocytogenes</i> ^{c,e,i}			<i>Bluetongue</i> ^{e,b,k}
<i>Brucella spp.</i> ^{c,d}			<i>Akabane virus</i>
<i>Salmonella spp.</i> ^{i,e}			<i>Cache valleyvirus</i> ^{a,k}
<i>Chlamydophila abortus</i> ^{c,j,k,l,e}			
<i>Coxiella burnetti</i> ^{c,h}			
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>			
<i>Yersinia spp</i>			
Caprin			
<i>Listeria monocytogenes</i> ^{c,e,i}		<i>Toxoplasma gondii</i> ^{f,c,j,k}	<i>Akbanevirus</i> ^k
<i>Chlamydophila abortus</i> ^{c,k,l}		<i>Sarcocystis</i> ^b	<i>Caprine herpesvirus</i> ^c
<i>Brucella melitensis</i> ^{c,h}			<i>Border diseasevirus</i> ^{a,e}
<i>Coxiella burnettii</i> ^h			
<i>Mycoplasma spp.</i> ^c			
<i>Leptospira spp.</i> ^c			
<i>Salmonella abortus-ovisc</i> ⁱ			
<i>Campylobacter spp.</i> ^c			
<i>Yersinia</i>			
<i>Pseudotuberculosis</i>			

a: Mortalité embryonnaire

b : Mort fœtale moyenne.

c : Mort fœtale tardive.

d: Faible taux d'avortement de troupeau.

e : Taux variable d'avortement de troupeau.

f : Mort fœtale précoce.

g : L'infection in utero peut causer une infection persistante ou prolongée d'importance épidémiologique.

h: High herd abortion rate.

i: Métrite

j: Résorption

k : Momification

l : Macération

1. Étiologies infectieuses

1.1 Causes Bactériennes

1.1.1 La brucellose

1.1.1.1 Généralités

La brucellose est une importante zoonose sur le plan mondial. Bien qu'éradiquée ou en voie de l'être dans bon nombre de pays industrialisés, cette maladie constitue encore de nos jours une source de préoccupation croissante dans les pays en voie de développement et particulièrement ceux dont l'alimentation et l'économie dépendent en partie de l'élevage (OIE, 2018).

1.1.1.2 Taxonomie, description et Caractéristiques

La brucellose est due à des bactéries du genre *Brucella*. Le genre *Brucella* est classé taxonomiquement, dans le groupe alpha des *Proteobacteriaceae*. Les études de génétique moléculaire ont démontré clairement que les espèces les plus proches de ce genre, sur le plan phylogénique, sont les bactéries pathogènes et symbiotes des plantes (*Rhizobium* spp. Et *Agrobacterium* spp.), ainsi que, les pathogènes animaux intracellulaires (*Bartonella* et *Rickettsia*) et certaines bactéries opportunistes ou du sol (*Ochrobactrum*) (Godfroid *et al.*, 2016 ; OIE, 2018).

Les bactéries du genre *Brucella* sont des coccobacilles Gram négatifs, non motiles, non sporulés et non capsulés, mesurant 0,6 à 1,5 µm de longueur et 0,5 à 0,7 µm de diamètre (Shapiro et Wrong, 1999). Les *Brucella*, intracellulaires facultatifs, se multiplient dans des cellules phagocytaires (macrophages et cellules dendritiques) et non phagocytaires (cellules trophoblastiques) (Quinn *et al.*, 1999 ; Alton *et al.*, 1988 ; OIE, 2018). Les bactéries du genre *Brucella* sont capables de produire la catalase, la cytochrome oxydase et la nitrite réductase. La plupart des espèces sont capables d'hydrolyser l'urée (Scholz *et al.*, 2018). Elles poussent en 3-4 jours sur milieux gélosés à 37°C, en milieu aérobie ou supplémenté avec 5% de CO₂. L'isolement de *Brucella* en primo culture nécessite classiquement des temps d'incubation prolongés, de deux à trois semaines en moyenne et parfois plus (Ponsart et Maurin, 2018).

Les colonies des *Brucella* varient en fonction des espèces, leur morphologie étant liée à la composition du LPS de la paroi externe.

- Les *Brucella* « lisses » (smooth, S) : les colonies « lisses » sont rondes, translucides, convexes avec des contours nets,

- Les *Brucella* « rugueuses » (rough, R) : les colonies sont de taille et de forme identiques, granuleuses, mais de couleur plus opaque avec des bords irréguliers, de couleur blanche mate à marron. *B. ovis* et *B. canis* sont les seules espèces rugueuses (Figure 1).

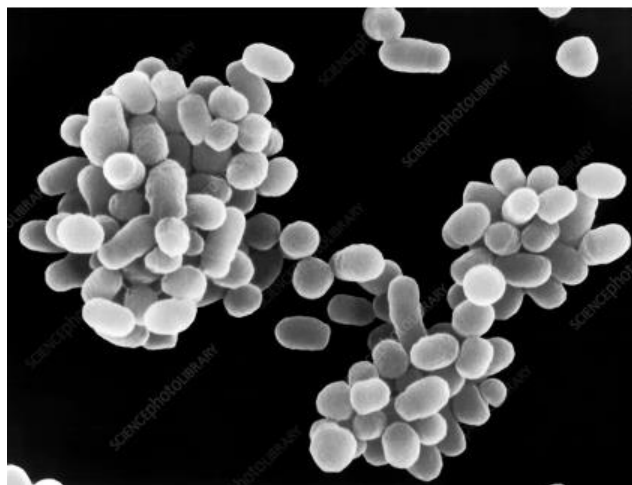


Figure 1 : *Brucella abortus* observées au microscope électronique à balayage

Source : Sciencephotolibrary

(<https://www.sciencephoto.com/media/874046/view>)

Actuellement, 12 espèces sont reconnues :

- Six espèces « classiques » : *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*, *B. ovis*, *B. canis*, *B. neotomae*,
- Les espèces découvertes plus récemment : *B. microti*, *B. ceti*, *B. pinnipedialis*, *B. inopinata*, *B. vulpis*, *B. papionis*. (Carmichael et Bruner, 1968; Foster et al., 2007 ; Scholz et al., 2008 ; Scholz et al., 2010; Godfroid et al., 2011; Whatmore et al., 2014; Scholz et al., 2016).

Trois espèces sont subdivisées en biovars : *B. melitensis* regroupe 3 biovars (1-3), *B. abortus* regroupe 7 biovars (1-6, 9) et *B. suis* en regroupe 5 (1-5). Un biovar se définit comme un ensemble de souches d'une même espèce possédant des critères biochimiques et physiologiques communs.

1.1.1.3 Epidémiologie de la brucellose, zoonose mondiale

a. Résistance dans l'environnement

La diversité des niches écologiques pour les *Brucelles*, explique leur capacité à survivre dans leur environnement pendant de longues périodes, si les conditions sont favorables (Bueno-Mari et al., 2015 ; WHO, 2006). Lorsque les conditions sont favorables (pH>4, fort taux d'humidité, températures optimales, faible luminosité), les *Brucella* survivent plusieurs mois dans l'eau, les produits d'avortement, la laine, la paille (Corbel, 2006 ; Falenski et al., 2011). Leur survie dans

le lait et les produits laitiers dépend du type de fabrication des fromages (pH, humidité, flore bactérienne, durée de la fermentation).

Cependant, les *Brucella* peuvent facilement être détruites au moyen de la plupart des désinfectants en suspension aqueuse, tels que, le phénol ou le formaldéhyde et par certains antibiotiques in vitro (OIE, 2018).

b. Modes de transmission

Les animaux infectés peuvent excréter les bactéries dans l'urine, le lait, les sécrétions vaginales ou le sperme, les fèces mais aussi *via* les produits d'avortements tels le placenta et le fœtus qui peuvent à leur tour contaminer d'autres animaux du troupeau et l'environnement (pâtures, eau et locaux) (Roux, 1979). Les agneaux et chevreaux demères infectées peuvent également être une source émettrice de *Brucella*. Les autres animaux du troupeau peuvent alors se contaminer par voie orale ou nasopharyngée, à partir d'aérosols émis dans les pâtures, les fourrages ou l'eau (Acha et Szyfres, 2005).

L'espèce humaine est un cul de sac épidémiologique pour la maladie et l'Homme se contamine le plus souvent dans le cadre de son activité professionnelle, au contact direct ou indirect d'animaux excréant la bactérie ou de leurs produits (vétérinaires, éleveurs, techniciens de laboratoire, ouvriers en abattoir, etc.) (Traxler *et al.*, 2013). La contamination par ingestion de produits laitiers frais correspond au principal risque pour les individus n'entrant pas en contact avec des animaux atteints. La période la plus à risque correspond à celle des mises bas des animaux infectés, l'excrétion bactérienne étant alors maximale et le risque de contamination le plus élevé, que ce soit par contact pour les professionnels exposés, ou par ingestion pour les consommateurs.

- La transmission interhumaine est considérée comme anecdotique et sans impact sur l'épidémiologie de la maladie. Les rares cas décrits rapportent une transmission par voie transplacentaire, lors de l'allaitement, par voie sexuelle, et plus rarement suite à une transplantation de moelle osseuse et par transfusion sanguine (Tuon *et al.*, 2017).

La Figure 2 propose un schéma des voies de transmission et des sources de brucellose chez l'Homme et l'animal.

c. Espèces animales sensibles

Les différentes espèces du genre *Brucella* ont une prédilection pour l'une ou l'autre espèce hôte animale : *B. abortus* chez les bovins, *B. melitensis* chez les caprins et *B. suis* chez les suidés.

Toutefois, il n'est pas rare de rencontrer des brebis, chèvres, chiens, chevaux, camélidés (dont les Sud-américains), buffles et animaux sauvages infectés par *B. abortus* ; ils peuvent alors jouer le rôle de réservoir et disséminer la maladie (Bercovich, 2000 ; Corbel, 2006 ; Saegerman *et al.*, 2010).

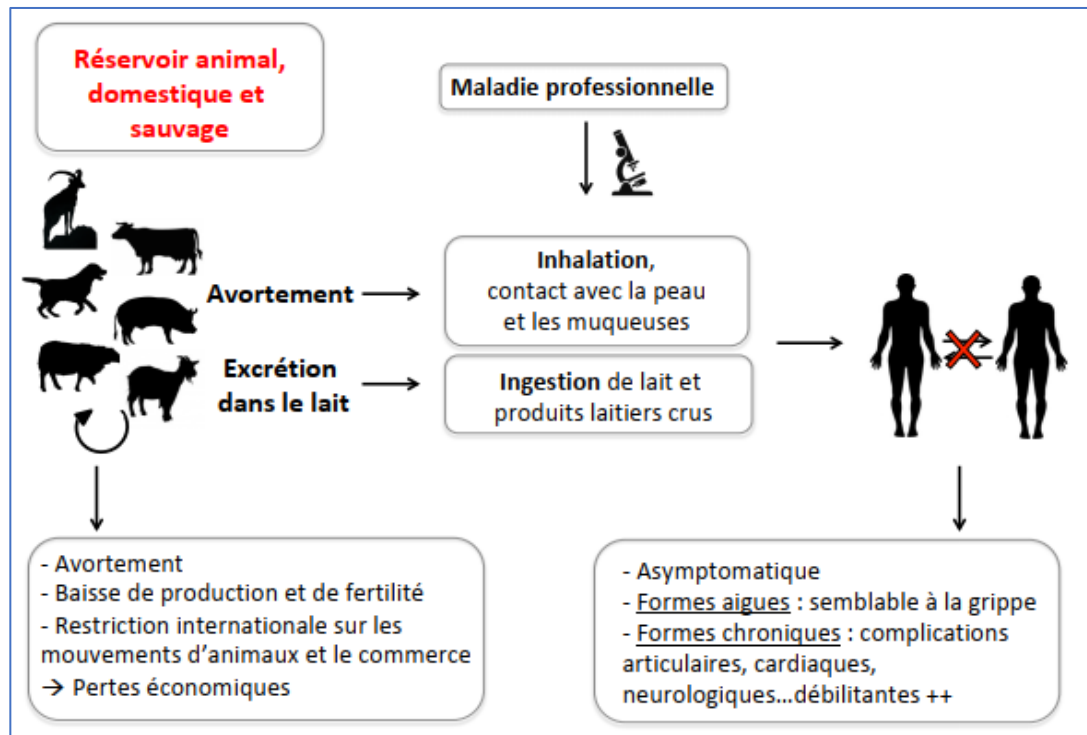


Figure 2 : Transmission et importance de la brucellose (Holzapfel, 2018)

1.1.1.4 Importance et répartition géographique

Malgré les efforts de contrôle et/ou d'éradication, la brucellose est considérée par les organismes internationaux comme la zoonose la plus répandue dans le monde (OIE, 2016). Elle est considérée comme une maladie grave émergente ou ré-émergente dans de nombreuses régions telles que l'Afrique Subsaharienne, le Moyen-Orient, le bassin Méditerranéen ou l'Asie (Pappas *et al.*, 2006 ; Rossetti *et al.*, 2017). (Figures 3 et 4)

L'incidence de la maladie chez l'Homme varie entre et au sein des pays (Dean *et al.*, 2012) de 0,03 à plus de 160 cas pour 100 000 habitants (Taleski *et al.*, 2002 ; Pappas *et al.*, 2006). On estime l'incidence annuelle moyenne à 500 000 cas humains dans le monde (Pappas *et al.*, 2006). Néanmoins, malgré les réglementations et l'obligation de déclaration dans de nombreux pays, la réelle incidence de la brucellose reste sous-estimée (Franc *et al.*, 2018).

L'évolution de la prévalence humaine est le reflet de la situation chez les ruminants, couplée à des facteurs socio-économiques, et à la mise en œuvre de programmes de contrôle.

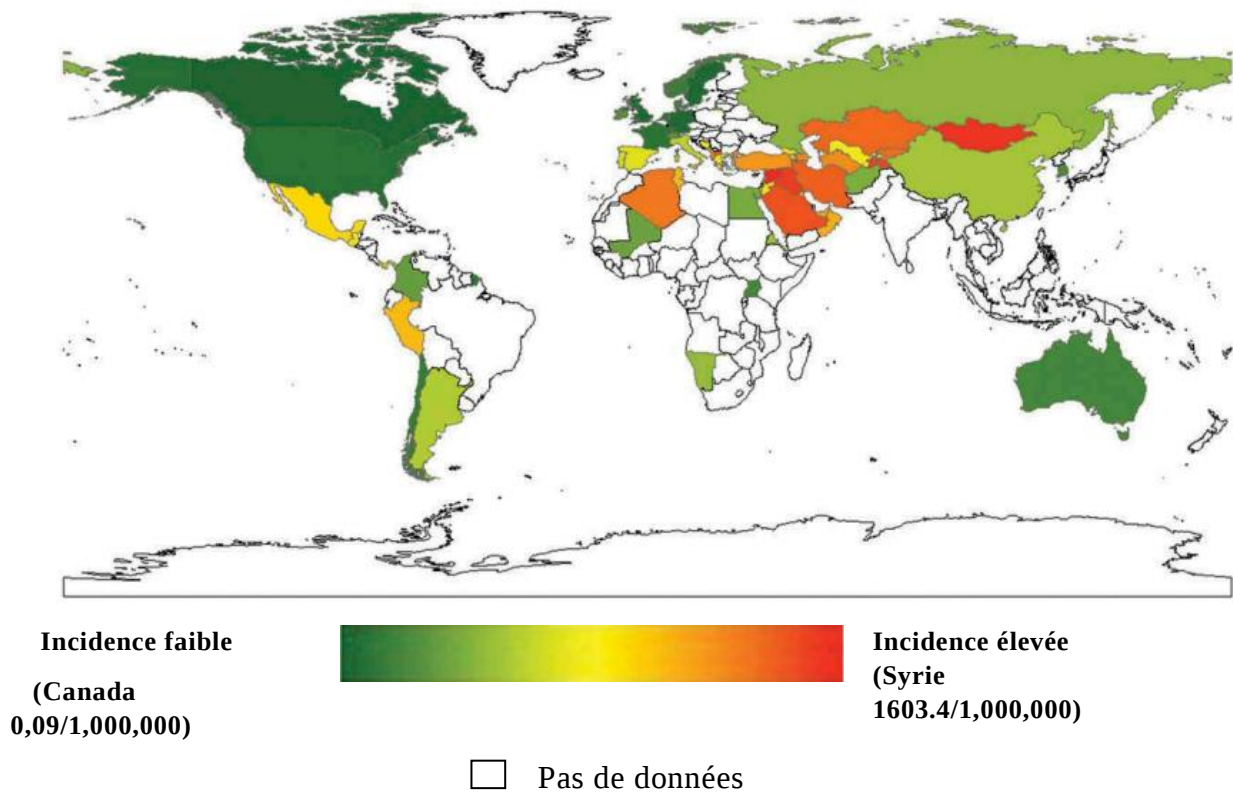


Figure 3 : Cartes représentant l'incidence de la brucellose chez l'Homme dans le monde
Incidence humain pour 1 000 000 habitants (Adapté de **Hull et Schumaker, 2018**).

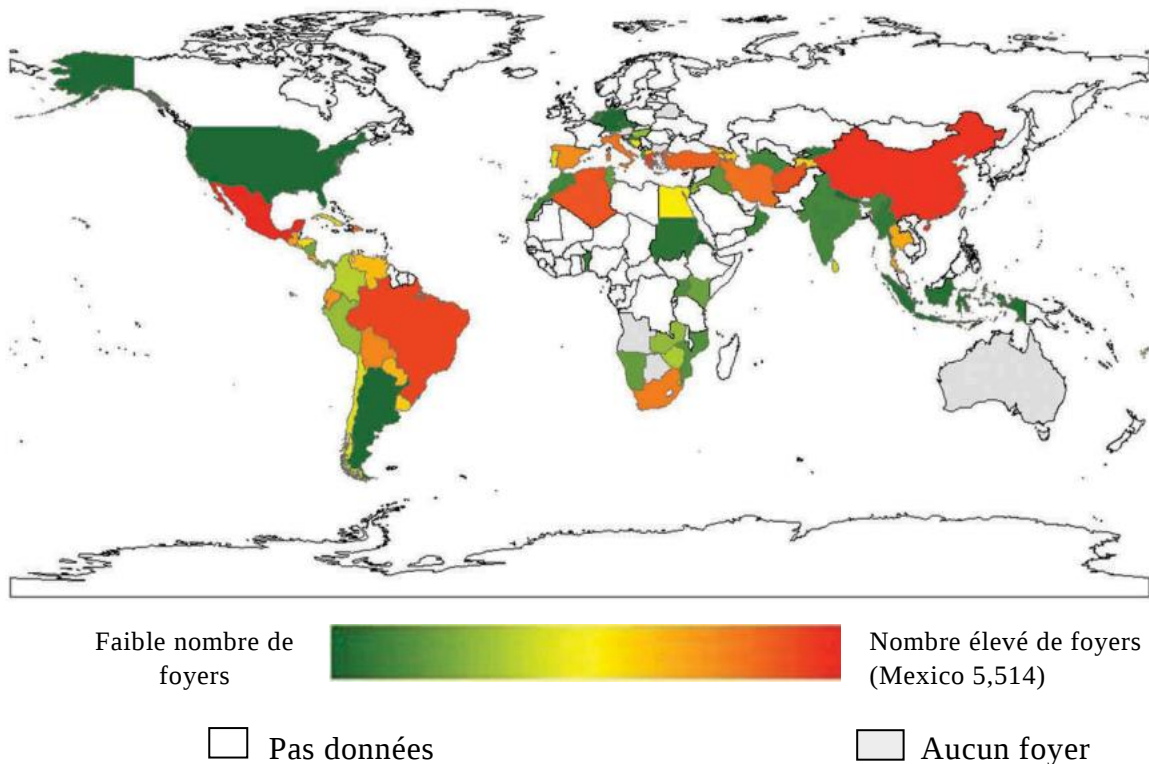


Figure 4 : Cartes du nombre de foyers de brucellose (*B. abortus*, *B. melitensis* et *B. suis*) chez les ruminants rapportés à WAHIS en 2014
(Adapté de **Hull et Schumaker, 2018**).

Les pertes économiques liées à la brucellose sont très importantes. Elles peuvent être distinguées de la manière suivante :

- les pertes directes liées à la maladie chez l'animal : baisses de production de lait/laine, problèmes de fertilité et avortement, avortements, ainsi qu'aux coûts des traitements vétérinaires,
- les pertes directes liées à la maladie chez l'Homme : coûts d'hospitalisation et d'arrêt de travail,
- les pertes indirectes liées à l'impact sur le commerce d'animaux et de produits issus de l'élevage (**Franc et al., 2018**).

1.1.1.5 Pathogénie

Un point clé de la pathogénie de la brucellose repose sur la capacité des *Brucella* d'infecter de nombreux types cellulaires : leur localisation intracellulaire leur permet d'échapper à la réponse immunitaire cellulaire et établir une infection prolongée (**Moreno et al., 2004**).

La pénétration de la bactérie se fait généralement via la muqueuse orale, le nasopharynx, les conjonctives, par la voie génitale, et parfois par des lésions cutanées. Il se produit alors une réaction inflammatoire aiguë de la sous muqueuse avec infiltration des leucocytes (granulocytes neutrophiles et monocytes), puis il y a extension par voie lymphatique aux nœuds lymphatiques locaux (**Maurin et Brion, 2009**).

L'infection brucellique évolue en deux périodes (primaire et secondaire).

La période primaire se caractérise par une multiplication des *Brucella* dans les nœuds lymphatiques drainant le site d'inoculation où les bactéries peuvent persister pendant très longtemps. Ensuite, si les *Brucella* ne sont pas éliminées, elles passent par la voie lymphatique et dans une moindre mesure par la voie sanguine. Durant cette phase, l'animal ne présente pas de symptômes cliniques. La bactériémie se produit alors chez l'animal et peut engendrer une infection de nombreux tissus tels que les tissus lymphoïdes (surtout les nœuds lymphatiques de la sphère génitale), le placenta des femelles gravides, les testicules et leurs annexes, la glande mammaire, les bourses séreuses et synoviales et certaines articulations. Par conséquent, l'avortement et l'orchite se manifestent, caractérisant la phase aiguë de la brucellose (**Poester et al., 2013 ; De Bolle et al., 2015 ; Roop et Caswell, 2017**).

La période secondaire est marquée par un état de résistance de l'hôte lié au développement d'une immunité de type cellulaire qui ne mène que rarement à la guérison. En effet, les *Brucella* peuvent survivre plusieurs années dans certains sites comme dans les nœuds lymphatiques demeurant à l'intérieur des cellules phagocytaires à l'abri du système de complément et des anticorps. Leur réactivation est possible à chaque gestation entraînant alors un avortement et/ou une excrétion de

bacilles au cours de la mise bas. Lorsque des bactéries persistent au niveau des séreuses et des articulations, un hygroma ou une arthrite chronique peuvent se développer **(Poester et al., 2013 ; De Bolle et al., 2015 ; Roop et Caswell, 2017)**. Certaines vaches non gestantes peuvent résister à l'infection grâce à la survie de *Brucella abortus* dans le compartiment intracellulaire des macrophages. Beaucoup de ces vaches développent alors des réactions sérologiques transitoires de faible amplitude, signe d'une absence de stimulation antigénique continue. Ces animaux sont donc dangereux car sans anticorps spécifiques mais porteurs de bactéries. En fait, 2,5 à 9 % des jeunes femelles peuvent être infectées in utero et ne présenter des symptômes que lors d'une gestation ultérieure. Le fœtus bovin est très sensible à l'infection **(Poester et al., 2013)**.

1.1.1.6 Mécanismes de l'avortement

Les *Brucella* se multiplient dans l'espace utéro-chorial, entraînant une placentite exsudative et nécrotique. Ces lésions provoquent un décollement utéro-chorial et des adhérences fibreuses entre placenta et utérus. Si ces lésions sont étendues, elles sont responsables d'une interruption des échanges nutritifs entre la mère et son fœtus ; le fœtus meurt d'anoxie et il y a avortement **(Neta et al., 2010)**. Des brèches peuvent également permettre le passage de *Brucella* dans la cavité amniotique ; les bactéries sont alors ingérées par le fœtus et provoquent une septicémie mortelle, conséquence avortement. Si les lésions sont limitées, l'infection placentaire est compatible avec la survie du fœtus. On peut alors observer la naissance à terme ou prématurée du produit. Mais, parfois, le nouveau-né souffre de lésions cérébrales d'origine hypoxique entraînant sa mort dans les 48 heures suivant la naissance **(Roop et al., 2006 ; Neta et al., 2010)**. Par ailleurs, les adhérences entre chorion et utérus provoquent des rétentions placentaires chez les femelles infectées **(Neta et al., 2010)**. Une femelle infectée n'avorte en général qu'une fois (dans 80% des cas), mais elle reste infectée et peut excréter des bactéries dans le lait et les sécrétions génitales au cours des mises bas suivantes **(Maurin et Brion, 2009)**.

1.1.1.7 Tableau clinique

a. Chez l'homme

“The disease rarely kills any body, but it often makes a patient wish he were dead” (TIME magazine, 1943). Chez l'être humain la brucellose, aussi nommée « Fièvre Ondulante » ou « Fièvre de Malte », est une maladie réputée peu mortelle mais sévèrement débilitante si elle n'est pas rapidement soignée.

Parmi les six principaux biovars, quatre sont fréquemment associés à des manifestations cliniques chez l'homme : *B. melitensis*, *B. suis*, *B. abortus* et *B. canis*. Ces manifestations cliniques incluent

: fièvre, maux de tête, arthralgie, myalgie, douleur dorsale, toux, malaise, anorexie, fatigue et perte de poids. Chez quelques patients, la brucellose peut conduire à des complications de type ostéoarticulaires, voire des désordres gastro-intestinaux, cardiovasculaires, neurologiques, génito-urinaires, pulmonaires ou cutanés (**Benkortbi et al., 1992 ; Madkour, 2001 ; Maurin et Brion, 2009**). Ces signes cliniques seront plus sévères et fréquents chez des patients infectés par *B. melitensis*, en raison de sa plus grande pathogénicité (**Franco et al., 2007**).

b. Chez les animaux

Chez les ruminants, une infection à *B. abortus* ou à *B. melitensis* affecte en priorité l'appareil reproducteur de l'animal, pouvant entraîner des avortements, des rétentions placentaires, des épididymites ou orchites, une baisse de fertilité ou une réduction de la production laitière (**Nicoletti, 2001 ; Szyfres et Acha, 2001**). Chez les ovins et les caprins, les avortements dus à la brucellose sont rapportés plutôt en fin de gestation, à partir du 3 ou 4^{ème} mois de gestation (**Acha et Szyfres, 2005 ; Smith et Sherman, 2009**).

Chez les petits ruminants, il semblerait que la brucellose, même en l'absence d'avortements, soit un facteur de stérilité chez la chèvre et la brebis. Chez les ovins, l'avortement ne survient qu'une seule fois et ils ont tendance à se débarrasser spontanément des *Brucella* plus facilement en produisant souvent l'auto-stérilisation dans un délai de 6 mois à 1 an en période de repos sexuel (**Smith et Sherman, 2009**). Néanmoins, la persistance de l'infection sur un certain nombre d'animaux assure la pérennité de la maladie dans le troupeau. Chez les caprins, les signes cliniques sont pauvres voire absents. Elle contraste avec la distribution extensive de *B. melitensis* dans l'organisme. Contrairement à la brebis, la chèvre demeure généralement infectée une grande partie de sa vie. La réponse sérologique après infection apparaît en outre plus durable. Les porteurs chroniques de *Brucella* apparaissent nombreux et sont une source importante de contamination (**Roux, 1979**).

Chez le mâle, des orchites ou orchio-épididymites (uni- ou bilatérales) sont observées, entraînant une stérilité fréquente. Les symptômes extra-génitaux sont rares, associés à une évolution chronique (des hygromas, uni- ou bilatéraux, et généralement localisés au carpe ou des arthrites) (**Smith et Sherman, 2009**).

1.1.1.8 Diagnostic

Le diagnostic de suspicion est fondé sur les signes cliniques tels que des avortements, la confirmation repose sur des tests sérologiques puis sur des épreuves de laboratoire.

a. Diagnostic bactériologique

Bien que l'analyse bactériologique reste la seule méthode diagnostique la plus fiable, son coût élevé, sa mise au point difficile et le risque important lié aux manipulations pour l'opérateur, ne permettent pas son utilisation en routine. Son usage est actuellement restreint à des laboratoires de niveau de biosécurité 3 (OIE, 2018).

La recherche directe de *Brucella Spp.* est basée sur la culture et l'isolement sur milieu sélectif. La durée d'incubation, la culture en aérobie ou en anaérobie, l'aspect des colonies, la présence d'hémolyse et l'antibiogramme sont ainsi pris en compte pour cette identification. L'isolement de *Brucella Spp* est fait à partir de tissus ou de fluides biologiques.

b. Diagnostic Sérologique

La sérologie est majoritairement utilisée pour le dépistage de la brucellose animale. Les tests actuels néanmoins possèdent des limitations. Les défauts de sensibilité et de spécificité nécessitent l'association de plusieurs techniques. En fonction du contexte et de la stratégie de lutte, un test de dépistage (très sensible) devra ou non être suivi d'un test de confirmation plus spécifique.

On distingue les tests primaires qui ne nécessitent que la reconnaissance de l'antigène, et les tests classiques ou secondaires qui dépendent de la capacité des anticorps à réaliser une fonction immune.

Le diagnostic sérologique est très utilisé sur sérum ou lait. Les anticorps détectés sont dirigés contre le LPS. La parenté entre *Brucella abortus* et d'autres bactéries : *Yersinia*, *Salmonella*, *Escherichia* ; pose un problème de diagnostic (Díaz *et al.*, 2011)

Il existe plusieurs tests sérologiques dont les plus connus sont les suivants :

- Le test de Wright (Séro-agglutination de Wright : SAW) détecte les anticorps du sérum (IgG2 et IgM) qui permettent l'agglutination des cellules de *Brucella*. Dans la majeure partie des cas, ce test ne permet pas de dépister l'infection chronique (Alton *et al.*, 1988 ; Corbel, 2006).
- Le test de fixation du complément met en évidence, une fois liés à leur antigène, les anticorps (IgG1 et IgM) fixant le complément. Ce test quantitatif est très sensible (Alton *et al.*, 1988 ; Corbel, 2006).

- Le test au Rose Bengale est un test qualitatif rapide d'agglutination sur lame. Il met en évidence les anticorps sériques agglutinants (IgG1 et IgM) (**Corbel, 2006**). Ce test est plus sensible et plus spécifique que le test de Wright. Le test au Rose Bengale est surtout utilisé comme test de dépistage de masse et confirmé par un test de fixation du complément ou par dosage d'immunosorption lié à l'enzyme (ELISA) (**OIE, 2018**).
- L'ELISA utilise comme antigène le LPS. Ce test est équivalent au test de fixation du complément en termes de sensibilité et de spécificité. Il peut être réalisé sur des sérums ou sur des laits dans les cheptels laitiers (**Alton et al., 1988 ; Corbel, 2006 ; Araj, 2010 ; Godfroid et al., 2010**).
- Epreuve de l'anneau sur le lait : « Ring Test » Utilisé pour mettre en évidence des anticorps brucelliques dans le lait. C'est un test très efficace, facile à réaliser, économique (utilisé sur lait de mélange), et très utile chez les bovins. Il peut être réalisé à grande fréquence pour le dépistage des troupeaux laitiers infectés (**Corbel, 2006 ; OIE, 2018**). Le Ring test est une réaction d'agglutination qualitative obtenue par interaction des anticorps présents dans le lait dirigé contre le LPS bactérien avec un antigène coloré par l'hématoxyline ; ce qui conduit à l'apparition d'un anneau.

c. Diagnostic Allergique

Le dépistage allergique permet la mise en évidence de l'immunité cellulaire. C'est une réaction d'hypersensibilité retardée suite à l'injection dans le derme de Brucella (intradermo-réaction à la brucelline). L'épaississement du pli cutané 72 h après l'injection signifie que la réaction est positive. Cette réaction est spécifique mais peu sensible (faux négatifs). Il ne permet pas de différencier un animal infecté d'un animal vacciné. Il n'est jamais mis en œuvre en pratique (**Corbel, 2006 ; OIE, 2018**).

d. Diagnostic moléculaire

Au cours des dernières années, les tests moléculaires ont fait l'objet d'un développement important, avec notamment l'apparition des tests utilisant la PCR et des PCR en temps réel (qPCR). Même si pour l'instant les protocoles nécessitent encore d'être standardisés à l'échelle internationale, ces techniques permettront sans aucun doute d'améliorer le diagnostic de la brucellose en clinique, que ce soit chez l'homme (**Wang et al., 2014**), ou chez l'animal (**Gwida et al., 2016**).

e. Diagnostic différentiel

Le diagnostic différentiel étudié à la suite d'un avortement chez les ruminants comprend **(Plateforme ESA, 2018)** :

- des maladies bactériennes : fièvre Q (*Coxiella burnetii*), chlamydiose (*Chlamydia* spp.), listériose (*Listeria* spp.), leptospirose (*Leptospira* spp.), salmonellose (*Salmonella enteria* sérotype Typhimurium et Dublin, *Salmonella Abortus ovis*), *Campylobacter* spp., *Yersinia* spp.,
- des maladies parasitaires : néosporose (*Neospora caninum*), toxoplasmose (*Toxoplasma gondii*)
- des maladies virales : infection au virus de Schmallenberg (petits ruminants), border disease des petits ruminants (Border Disease Virus), BVD (virus BVD).

Les signes cliniques tardifs et peu spécifiques peuvent rendre le diagnostic de brucellose difficile

1.1.1.9 Prévention, traitement et programme de lutte

a. Maladie règlementée

La brucellose animale est une maladie règlementée. Elle figure sur la liste des maladies à déclaration obligatoire (MDO) et, sur celle des maladies réputées légalement contagieuses (MRLC) **(OIE, 2018)**. C'est pourquoi, elle est régie par un dispositif réglementaire et fait l'objet d'une prophylaxie collective systématique dans un grand nombre de pays **(OIE, 2018 ; Bendali et al., 2011)**.

La lutte et la prévention des animaux contre la brucellose concernent la protection des élevages sains et l'assainissement de ceux infectés. En effet, étant une MRLC, très contagieuse, qui a des conséquences commerciales et économiques très lourdes pour les élevages touchés, la brucellose fait l'objet d'une application des mesures de police sanitaire pour éviter la propagation de l'infection aux exploitations et aux animaux **(Bendali et al., 2011 ; MADR, 1996a ; MADR, 1996b)**.

De surcroît, étant également une maladie zoonotique, donc transmissible à l'homme et dont les conséquences sont très graves sur sa santé, le dispositif réglementaire vise éventuellement à protéger les produits d'origine animale pour éviter un risque de contamination à l'homme **(WHO, 2015)**. De plus, il y a un impact de la maladie sur l'économie des pays **(Akakpo et al., 2009)**.

b. Chez l'homme

La prévention de la brucellose chez l'Homme consiste à éviter et contrôler les principales sources d'infection : exposition professionnelle et consommation de produits alimentaires contaminés.

Elle implique entre autres la gestion des foyers de brucellose animale, le port d'équipements de protection individuelle et collective pour les professionnels, la pasteurisation du lait.

Le traitement repose sur une antibiothérapie longue agissant en intracellulaire Les antibiotiques préconisés sont la doxycycline (100 mg deux fois par jour pendant 6 semaines) associée à la rifampicine (600-900 mg par jour pendant 6 semaines) ou la streptomycine (1 g par jour pendant 2-3 semaines). Il existe des rechutes possibles. Il n'y a pas de recommandation pour les cas de brucellose chronique, et il n'existe pas de vaccin humain **(Corbel et al. 2006, Ponsart and Maurin 2018)**.

c. Chez les ruminants

Le traitement des animaux brucelliques n'est pas recommandé. Il est même interdit dans plusieurs pays. En effet, si la guérison clinique est possible, elle n'apporterait aucune certitude sur la guérison bactériologique. Les animaux traités continuent d'excréter des *Brucelles* et seraient source d'infection à leurs congénères et même à l'homme **(Garin-Bastuji et Millemann, 2008 ; OIE, 2018)**.

La prophylaxie sanitaire repose sur des programmes de contrôle, d'éradication et de surveillance qui doivent être clairement établis par les services publics et adaptés au contexte épidémiologique de la région. Ces programmes impliquent des protocoles de diagnostic aux normes (échelles individuelles et du troupeau), des mesures d'hygiène en élevage et aux abattoirs (mise en quarantaine), une identification individuelle des animaux et le contrôle des mouvements d'animaux **(Benkirane, 2001 ; Saegerman et al., 2010)**.

La prophylaxie médicale repose sur la vaccination, et principalement :

- Les souches vivantes atténuées *B. abortus* S19 (lisse) et RB51 (rugueuse) : recommandées pour la brucellose bovine

- La souche vivante atténuée *B. melitensis* Rev.1 : pour la brucellose à *B. melitensis* des petits ruminants **(Schurig et al., 2002)**

1.1.2 La Chlamyidiose

1.1.2.1 Etiologie

La Chlamyidiose Abortive Ovine, aussi appelée Ovine Enzootic Abortion (OEA) ou enzootic abortion of ewes (EAE) en anglais, est due à une bactérie à gram négatif, intracellulaire obligatoire, *Chlamydia abortus*, qui appartient à la classe des Chlamydiae, à l'ordre des Chlamydiales et à la famille des *Chlamydiaceae* (Longbottom et Coulter, 2003).

Cet agent pathogène cosmopolite est à l'origine d'avortements enzootiques tardifs et mortinatalités principalement chez les petits ruminants (moutons et chèvres) et plus rarement les bovins, les chevaux ou les cervidés (Brugère-Picoux, 2011). Elle est également un agent de zoonose qui peut toucher les femmes enceintes et les individus immunodéprimés (Rodolakis et Mohamad, 2010).

Treize (13) espèces, dont 3 sont susceptibles de provoquer des avortements chez les ruminants domestiques : *Chlamydia abortus*, *Chlamydia pecorum* et *Chlamydia psittaci* (Rodolakis et Laroucau, 2015 ; Cheong et al., 2019 ; Bommana et Polkinghorne, 2019). *C. abortus* et *C. psittaci* peuvent infecter l'homme. *C. psittaci* est l'espèce la plus virulente pour l'homme. On reconnaît en revanche toujours pas le pouvoir zoonotique de *C. pecorum*.

1.1.2.2 Pathogénie

L'ordre des *Chlamydiales* rassemble des bactéries intracellulaires obligatoires qui se multiplient dans les cellules eucaryotes par un cycle particulier, impliquant une forme infectieuse (EB), et une forme de multiplication (RB) (Figure 5) (Sebbag, 2011 ; Rodolakis et Laroucau, 2015).

Le corps élémentaire est la forme de survie de la bactérie dans le milieu extérieur, et correspond à la forme infectante ; il est petit (0,2-0,3 µm de diamètre), dense, métaboliquement inactif et sa résistance est grande dans le milieu extérieur.

Le corps réticulé est intracellulaire et correspond à la forme non infectante. Cette dernière forme est plus grande (0,5-1,6 µm de diamètre), métaboliquement active et peu stable dans le milieu extérieur (Rockey et Matsumoto, 1999 ; Wyrick, 2000 ; Laroucau et al., 2014).

Les chlamydies envahissent préférentiellement les cellules épithéliales des muqueuses, les macrophages, les cellules endothéliales et certaines cellules musculaires (Rockey et Matsumoto, 1999 ; Wyrick, 2000). Une fois entrés dans l'organisme, les corps élémentaires vont se fixer aux cellules hôtes, pénétrer dans les cellules par endocytose et inhiber la fusion de la vacuole d'endocytose avec les lysosomes de la cellule hôte. Après une durée de 8 à 10h, les corps

élémentaires se différencient en corps réticulés qui vont se multiplier par fission dans la vacuole initiale. Après plusieurs divisions pendant environ 24 heures, les corps réticulés redonnent des corps élémentaires qui seront ensuite relargués au bout de 48 à 72 h, soit par lyse cellulaire soit par exocytose pour ensuite recommencer un cycle dans une autre cellule (Caro *et al.*, 2009 ; Rodolakis et Laroucau, 2015).

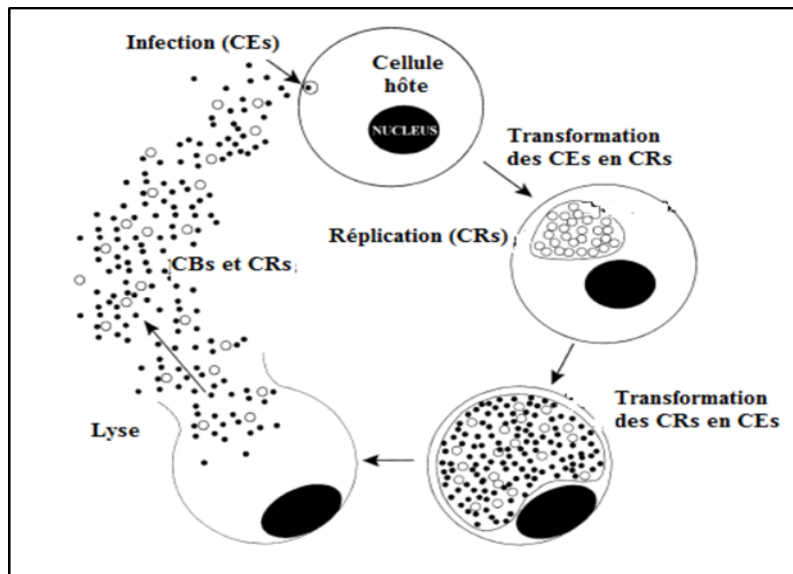


Figure 5 : Cycle de réplication des chlamydies (Everett, 2000)
CEs : Corps Elémentaires ; CRs : Corps Réticulés

Après une phase de bactériémie, les chlamydies traversent le placenta et vont jusqu'au fœtus par voie sanguine. Il s'ensuit alors une multiplication locale qui provoque une inflammation et une nécrose placentaire. Ceci empêche le transfert normal des nutriments au travers du placenta et est à l'origine de la mort fœtale, qui entraîne l'avortement (Rockey et Matsumoto, 1999). D'autres facteurs comme une interruption de la régulation hormonale associée à une agression des cellules par les cytokines relâchées au niveau placentaire en réponse à l'inflammation induite par les bactéries sont également à l'origine de la mort fœtale et par conséquent de l'avortement (Longbottom, 2008).

1.1.2.3 Signes cliniques

La plupart des infections par des chlamydia sont asymptomatiques. Chez les ruminants domestiques, les troubles de la reproduction sont principalement attribuables à l'espèce *Chlamydia abortus*. Deux autres espèces (*C. pecorum* et *C. psittaci*) peuvent aussi être impliquées occasionnellement (Pospischil *et al.*, 2010).

L'avortement enzootique en fin de gestation (durant les deux-trois dernières semaines) est le principal signe clinique de la chlamydiose chez la brebis et la chèvre. Les femelles gestantes

infectées présentent rarement des signes cliniques : pas d'altération de l'état général et absence de signes précurseurs, sauf parfois un écoulement vulvaire au cours des dernières 48 heures avant l'avortement **(Longbottom, 2008)**.

Les brebis infectées peuvent aussi mettre bas des agneaux chétifs qui meurent souvent dans les premières semaines de vie ou des agneaux mort-nés à terme. Chez les chèvres, des complications peuvent parfois apparaître comme des polyarthrites, des pneumonies, des conjonctivites, des rétentions placentaires ou des métrites **(Rodolakis et Laroucau, 2015)**. Lors d'infection par *C. pecorum*, les avortements sont sporadiques et les mâles peuvent présenter des orchites.

La placentite est la clé de la pathogénie des avortements dus aux *Chlamydia*. L'infection du placenta s'établit entre 60 et 90 jours de gestation, avec les premières lésions visibles après 90 jours. L'infection du fœtus est secondaire à la placentite qui est probablement d'origine embolique **(Buxton et al., 2002 ; Borel et al., 2014)**.

Les lésions trouvées en cas d'avortement dû à une chlamydiose sont donc essentiellement des lésions de nécrose diffuse du placenta et des cotylédons, contrairement à la toxoplasmose qui comme on le verra dans une prochaine partie est à l'origine d'une nécrose focale des cotylédons. Cependant ce ne sont pas des lésions pathognomoniques, mais associées à un avortement tardif elles permettent d'orienter le diagnostic étiologique **(Rocchi et al., 2009 ; Livingstone et al., 2009 ; Pospischil et al., 2010)**.

Occasionnellement, un œdème, un transsudat dans les cavités pleurales ou péritonéales ou encore des points de nécroses blancs sur le foie peuvent être notés. Chez les avortons de caprins, on retrouve assez souvent des pétéchies sur la langue et dans la cavité buccale ainsi que sur les onglons **(Longbottom et Coulter, 2003 ; Rodolakis et Laroucau, 2015)**.

L'évolution de la maladie est généralement favorable. Parfois une rétention placentaire ou non-expulsion du fœtus avec momification sont suivis de surinfections bactériennes qui peuvent provoquer la mort de la brebis **(Brugère-Picoux, 2011)**.

Chez les mâles, *C. abortus* peut causer des épидidymites, des orchites ou des inflammations des vésicules séminales **(Rodolakis et al., 1998)**. La contamination par voie vénérienne et par la semence semble peu probable **(Livingstone et al., 2009)**. Cependant, la qualité du sperme de ces béliers est altérée et ils deviennent stériles.

1.1.2.4 Épidémiologie

Chez les petits ruminants, l'infection peut provoquer des vagues d'avortements (jusqu'à 30% en élevage ovin et 60% en élevage caprin) pendant 1 à 2 ans. L'infection se stabilise ensuite avec

des taux d'avortements de l'ordre de 5 à 10% et revêt un caractère cyclique (pluriannuel) avec de nouveaux épisodes d'avortements sur les primipares notamment **(Rodolakis et al., 1998)**.

Les sources d'infection sont principalement les produits de l'avortement comme les fœtus, les annexes fœtales, les sécrétions utérines ou vaginales et également le lait des femelles infectées **(Caro et al., 2009)**. Chez la brebis, l'excrétion débute le jour de l'avortement et se poursuit pendant deux à trois semaines. Une excrétion urinaire et fécale est présente longtemps après l'avortement mais à moindre mesure. Chez la chèvre, le début de l'excrétion peut commencer plusieurs semaines avant l'avortement et se poursuivre jusqu'à plus de 2 semaines après celui-ci dans les fluides vaginaux, on retrouve aussi la bactérie dans le lait de ces dernières **(Livingstone et al., 2009 ; Rodolakis et Laroucau, 2015)**.

De plus les bactéries sont résistantes jusqu'à un mois dans le milieu extérieur, notamment dans laitière souillée. Elles sont résistantes à la dessiccation ainsi qu'aux températures froides, mais sont par contre sensibles à la chaleur ainsi qu'aux désinfectants classiques. Il s'agit ainsi de la principale source de contamination pour les autres femelles, par inhalation de poussières contaminées, voire par ingestion (auges contaminées par exemple) (Figure 6) **(Andersen, 2004)**.

Cette excrétion peut durer jusqu'à deux semaines après l'avortement. La résistance de la bactérie dans le milieu extérieur est relativement limitée (quelques jours dans les déjections, quelques semaines dans la paille souillée par les animaux infectés) **(Caro et al., 2009)**.

La transmission transplacentaire *in utero* a été démontrée chez les petits ruminants. Les mâles provenant des mères infectées, s'ils sont gardés, sont ainsi porteurs de chlamydiose et peuvent à leur tour contaminer des femelles à l'âge adulte si la reproduction se fait par monte naturelle puisqu'une transmission vénérienne est possible **(Rodolakis et Mohamad, 2010)**.

La chlamydiose est une maladie qui s'achète : elle apparaît généralement suite à l'introduction d'un animal porteur latent (comme une femelle gestante présentant une infection subclinique).

La chlamydophilose peut revêtir un aspect professionnel : elle peut en effet atteindre les éleveurs, les vétérinaires lors de manœuvres obstétricales chez les petits ruminants ainsi que le personnel d'abattoir et de laboratoire. Elle se traduit par une pseudo-grippe, une pneumopathie atypique, parfois des atteintes neurologiques et éventuellement des avortements enfin de grossesse chez les femmes enceintes ou la naissance d'enfants mort-nés **(Aitkenet Longbottom, 2007 ; Cheong et al., 2019)**.

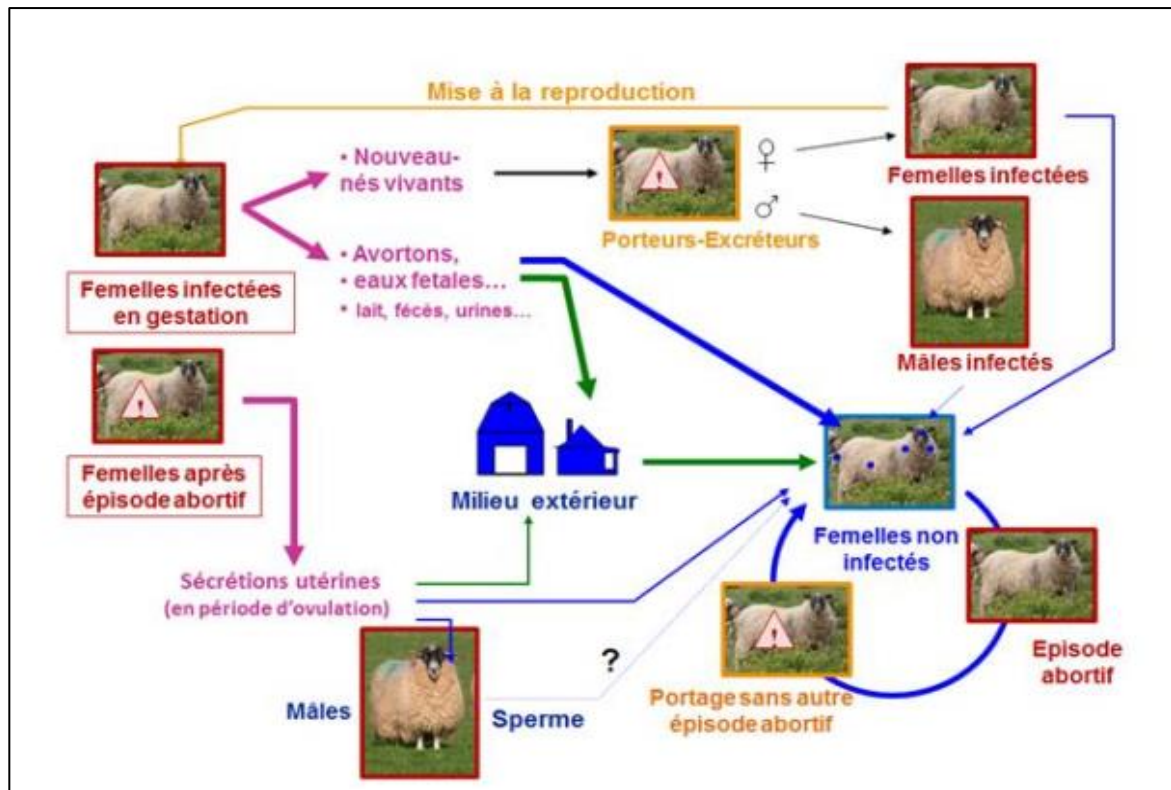


Figure 6 : Schéma de transmission de la chlamydiose au sein d'un élevage (d'après le cours de pathologie de la reproduction, ENVT, 2015)

Chlamydia abortus présente un grand danger chez la femme enceinte du fait de sa capacité à coloniser le placenta. Les premiers symptômes sont une fièvre avec céphalée, malaise, nausée, vomissement, associés à une douleur abdominale basse. Lorsque l'infection a lieu durant le premier tiers de grossesse, ces symptômes sont généralement suivis d'un avortement. Si l'infection a lieu durant le deuxième ou troisième tiers de la grossesse, ils précèdent généralement la naissance prématurée d'un enfant mort-né ou dont le décès survient dans les premières heures de vie. Des complications sévères chez la mère sont parfois observées : insuffisance rénale aiguë, insuffisance hépatique, coagulation intravasculaire disséminée ou détresse respiratoire, pouvant conduire à la mort (**Rodolakis et al., 2010**).

1.1.2.5 Diagnostic

Chez les petits ruminants, la chlamydiose fait partie des pathologies abortives à rechercher en première intention. Le diagnostic peut être orienté par l'historique, les signes cliniques (avortements tardifs dans le dernier tiers de gestation affectant plutôt les génisses ou les femelles récemment introduites dans le troupeau) et les pathologies présentes dans le cheptel. Les analyses de laboratoire sont souvent indispensables confirmer le diagnostic (**Borel et al., 2014**).

a. Techniques de diagnostic direct

Mise en évidence des corps élémentaires, des corps réticulés ou des inclusions

Bactérioscopie

La bactérioscopie est possible sur les produits d'avortement. Elle consiste en la recherche de la bactérie sur un frottis ou un calque de cotylédon après coloration élective (Stamp, Köster, Ziehl-Neelsen modifié, Giemsa, Gimenez ou Machiavello) et un examen microscopique à forte résolution (**Sachse et al., 2009**). En cas de positivité, la bactérioscopie doit obligatoirement être couplée à une sérologie.

Cette technique est facile à réaliser et rapide mais manque de sensibilité et de spécificité en raison des ressemblances morphologiques et des caractéristiques de coloration identiques (acido-résistants) de *C. abortus* et *Coxiella burnetii* (**Nicollet et al., 2004**).

Isolement sur culture cellulaire

Les bactéries sont mises en évidence par coloration de Stamp sur des empreintes de cotylédons. Bien qu'il s'agisse de la méthode de référence pour le diagnostic biologique, elle n'est pas réalisée en routine et est à abandonner en raison de ses multiples inconvénients.

Cette technique manque de sensibilité et de spécificité. Elle est, de plus, difficile à réaliser car chlamydia est un parasite intracellulaire obligatoire. Enfin, sa réalisation est lente et coûteuse, et nécessite un laboratoire spécialisé disposant d'équipements pour la culture sur œufs embryonnés ou pour la culture cellulaire (**Rodolakis, 2006 ; Borel et al., 2014**).

ELISA direct, Immunofluorescence directe et Immunohistochimie

La mise en évidence des anti-gènes bactériens commun aux chlamydiaceae portés par le LPS, par des techniques d'immunohistochimie, immunofluorescence (IF), Fluorescence Antibody Test (FAT), Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA), est plus spécifique que la bactérioscopie, plus sensible et plus rapide que l'isolement bactérien, mais nécessite l'utilisation de matériel plus sophistiqué et a un coût plus élevé (**Rekiki, 2004 ; Sachse et al., 2009**).

PCR (Polymerase Chain Reaction) et PCR en temps réel

Actuellement, l'amplification génomique est la technique de choix pour la détection de *Chlamydia* en raison de sa sensibilité très élevée. La PCR apporte aussi un diagnostic plus rapide pour révéler la présence de *Chlamydia*.

La PCR en temps réel est plus sensible que la PCR classique. Elle permet d'identifier l'espèce de chlamydia impliquée, et de quantifier le nombre de bactéries présentes dans l'échantillon (**Lienard et al., 2011**).

Pour les prélèvements du fœtus, la seule présence de la bactérie suffit pour attribuer l'avortement aux chlamydia. Par contre, pour les prélèvements de placenta ou les écouvillons vaginaux, la

seule présence de la bactérie ne suffit pas pour attribuer l'avortement aux chlamydia (**Guttierrez et al., 2011**).

b. Techniques de diagnostic indirect ou diagnostic sérologique

La sérologie, mise en évidence des anticorps anti-chlamydia, peut être employée pour confirmer une infection clinique ou connaître le statut sanitaire d'un troupeau vis-à-vis de la chlamydiose. Elle est une méthode de diagnostic de groupe, utile uniquement lors de séries d'avortements (puisque la réponse en anticorps dans les autres types d'infections est généralement trop faible pour être interprétable, et que l'interprétation de cette réponse est perturbée par le fait que de nombreux ruminants sont porteurs asymptomatiques de la bactérie, le plus souvent avec une excrétion fécale et un faible taux d'anticorps) (**Rodolakis, 2006**)

La sérologie ne permet pas aussi de discerner les animaux vaccinés de ceux naturellement infectés (**Gerber et al., 2007**)

Il existe plusieurs techniques de diagnostic sérologique :

Test de Fixation du Complément (TFC)

La méthode de référence pour le diagnostic sérologique reste la fixation du complément (CFT). Les sérums collectés au moment de l'avortement et au plus tard 3 semaines après, peuvent révéler une évaluation du titre des anticorps (**Markey et al., 1993**). Cependant, ce test n'est ni très sensible, ni spécifique, puisqu'il détecte également les anticorps dirigés contre *C. pecorum*, germe présent dans le tractus digestif des ruminants de façon asymptomatique (**Borel et al., 2014**).

c. ELISA indirect (enzyme linked immunosorbent assay)

Il s'agit de la technique la plus utilisée actuellement. Il existe des kits ELISA permettant la détection d'anticorps spécifiques de *Chlamydia* (**Sachse et al., 2009**). Cette méthode présente trois avantages : elle est plus sensible, plus spécifique et plus facilement automatisable que la fixation du complément (**Mohamad et al., 2008**)

d. Immunofluorescence indirect (IFI)

La technique d'immunofluorescence présente l'avantage d'être beaucoup plus sensible et plus spécifique que la culture cellulaire, surtout depuis la généralisation de l'utilisation des anticorps monoclonaux (**Rekiki, 2004**). Cependant, son utilisation en médecine vétérinaire pour la mise en évidence des *Chlamydiae* demeure rare.

1.1.2.6 Prophylaxie

a. Mesures sanitaires

Les mesures recommandées doivent permettre de limiter les risques de contamination du reste du troupeau (surtout les femelles gestantes) et de réduire la contamination de l'environnement.

Les mesures sanitaires à mettre en place sont des mesures valables pour éviter toute contamination de pathogène abortif, à savoir :

- Isolement de la ou des femelles ayant avorté dans un box de mise-bas à l'écart du reste du troupeau pendant 3-4 jours en moyenne, le temps d'observer un arrêt des écoulements génitaux.
- Collecte et destruction rapide des placentas et des avortons par enfouissement ou crémation
- Mise en place de quarantaine pour les introductions.
- Test des mâles reproducteurs pour connaître leur statut sérologique vis-à-vis de la chlamydiose (et les écarter de la reproduction si positifs).
- Maintien de l'environnement du troupeau et des animaux aussi propres que possible avec une bonne hygiène (**Longbottom et Coulter., 2003 ; Laroucau et al., 2014**)

b. Traitements antibiotiques

Les antibiotiques de choix pour le traitement des chlamydophiloses sont les tétracyclines, les macrolides et des fluoroquinolones récentes. L'antibiothérapie préconisée (2 ou 3 injections IM d'oxytétracycline retard, 20 mg/kg PV à 15 jours d'intervalle, en fin de gestation : au 105^{ème} et au 120^{ème} jour de gestation) diminuent les avortements, mais ne suppriment pas l'excrétion (**Rodolakis et Mohamad, 2010**). Il est judicieux de traiter les brebis gravides tout au long de la première moitié de la gestation, afin de limiter la sévérité de la placentite (**Rodolakis, 2006**).

c. Vaccination

Le premier contact des petits ruminants avec *C. abortus* induit une immunité forte ce qui permet d'éviter les signes cliniques, et donc les avortements (**Rodolakis et Laroucau, 2015**). Donc, La vaccination chez la chèvre comme chez la brebis permet d'éviter les signes cliniques, et donc les avortements, mais ne permet pas d'éviter l'infection. Elle réduit néanmoins très fortement le niveau d'excrétion et limite ainsi le nombre d'animaux contaminés. Il s'agit donc de mesures de contrôle et non d'éradication (**Longbottom, 2008**).

Il est préférable d'utiliser des vaccins vivants contre la chlamydiose abortive actuellement. Ils préviennent les avortements et l'excrétion à la mise-bas chez les femelles séronégatives.

Les mâles doivent également être vaccinés dans la mesure ouu le risque de transmission vénérienne de *C.abortus* n'est pas exclu et pour prévenir l'hypofertilité suite aux orchites et des épидidymites après une phase de chlamydémie (**Everett, 2000**).

1.1.3 La Coxiellose (La fièvre Q)

1.1.3.1 Etiologie

La fièvre Q tient son nom de l'anglais, « *Query fever* » ou « fièvre à élucider », en raison des incertitudes concernant son étiologie et son épidémiologie, lors de sa mise en évidence. Elle fut décrite pour la première fois en 1935, par le Dr. Edward Derrick suite à l'apparition d'un syndrome grippal inexpliqué chez des ouvriers d'un abattoir de Brisbane en Australie (**Derrick, 1983**).

En 1937, F.M. Burnet et M. Freeman isolent l'agent responsable sur le sang des malades, et l'inoculent au cobaye (**Burnet et Freeman, 1937**). Il a été décrit comme une bactérie *Rickettsia-like*. En 1938, G. E Davis et H.R Cox isolent une rickettsie à partir de la tique *Dermacentor*, dans le Montana, près de Nine Mile Creek parviennent à cultiver cette bactérie sur des tissus embryonnaires de poulet afin d'étudier les rickettsioses qui leur sont associées. La bactérie isolée à partir d'une tique n'est pas une *Rickettsia* mais appartient à un nouveau genre. Pour honorer les personnes à l'origine de sa découverte, elle sera baptisée *Coxiella burnetii* (**Davis et al., 1938**) *Coxiella burnetii* est une bactérie de type gram négatif appartenant à l'ordre des légionnelles (**Maurin et Raoult, 1999; Glazunova et al., 2005**).

C. burnetii est une bactérie intracellulaire, aérobie stricte et à Gram négatif. Elle a une très petite taille (0,2-0,4 µm x 0,4-1 µm). Les principales cellules cibles sont les macrophages localisés dans les tissus (lymphe et ganglions lymphatiques, rate, foie, poumons principalement) et les monocytes circulants du sang (**Baca et Paretsky, 1983**).

La bactérie présente deux formes antigéniques, qui sont en lien avec des variations de composition du lipopolysaccharide (LPS). La première, que l'on nomme phase I (la phase lisse), est la forme pathogène de la bactérie, que l'on retrouve chez les animaux infectés, elle présente un LPS entier. La seconde est appelée phase II (la phase rugueuse) et n'apparaît que lors de plusieurs passages sur de œufs embryonnés, la structure de son LPS est incomplète suite à des délétions génétiques lors des différentes divisions. Ces délétions entraînent l'impossibilité de repasser d'une bactérie de phase II à une bactérie de phase I (**Dordain-Bouesnard, 2001 ; Rousset et al, 2001**).

Coxiella est un parasite intracellulaire obligatoire pouvant infecter de nombreuses espèces de mammifères domestiques et sauvages (ruminants, chiens, chats, porcs, rongeurs...) ainsi que l'homme, des oiseaux et des arthropodes (tiques des genres *Dermacentor*, *Rhipicephalus*...). Les principaux réservoirs de la bactérie sont les ruminants, domestiques ou sauvages (**Brom et al., 2012 ; Roest et al., 2012**)

1.1.3.2 Pathogénie

La pathogénie des infections par *Coxiella burnetii* n'est pas très bien connue actuellement. Il semblerait que le LPS joue un rôle important dans cette pathogénie. L'entrée de l'agent infectieux se fait par voie oro-pharyngée pour se retrouver dans les poumons et les intestins. Les cellules cibles de l'infection sont la lignée macrophages-monocytes. Une multiplication primaire de l'agent pathogène a lieu dans les nœuds lymphatiques régionaux après entrée de la bactérie. *Coxiella* envahit préférentiellement les organes de la sphère génitale, à savoir l'utérus, le placenta et le tissu mammaire. Une bactériémie transitoire de 5 à 7 jours s'ensuit. *Coxiella burnetii* entre dans les macrophages ou les monocytes par endocytose chez les animaux. Le cycle de développement de la bactérie se déroule ensuite (Harris et al, 2000 ; Berri et al., 2001 ; Paul et al., 2016).

Coxiella burnetii peut être à l'origine d'infections chroniques qui pourraient persister des mois voire des années. La réponse immunitaire à médiation cellulaire est déterminante pour éliminer la bactérie. Le rôle de l'immunité humorale n'est pas très bien compris actuellement : deux cytokines, l'IFN-gamma et TNF (Tumor Necrosis Factor) jouent un rôle clé dans ce processus. Le statut immunitaire de l'animal joue donc un rôle clé dans l'expression du pouvoir pathogène (Rodolakis et Mohamad, 2010 ; Paul et al., 2016).

1.1.3.3 Signes cliniques

L'infection par *Coxiella burnetii* est le plus souvent subclinique. Les manifestations pathologiques les plus couramment rapportées sont des troubles de la reproduction : des avortements, des mortinatalités, des naissances de agneaux ou chevreaux chétifs. Les avortements sont souvent en fin de gestation (mais possibles à tous les stades de gestation) et sans signes cliniques antérieurs. Les épidémies d'avortements dues à *Coxiella burnetii* avec des taux d'attaque supérieurs à 10% pendant la saison d'agnelage ou de chevrotage sont courantes. La fièvre Q est associée à la présence d'endométrites, de rétentions placentaires et l'infertilité. Les avortements peuvent survenir de façon sporadique ou bien par vagues atteignant plus de 85% du troupeau lorsque celui-ci est naïf. Occasionnellement *Coxiella burnetii* peut être à l'origine de pneumonies mortelles chez les jeunes, arthrites ou conjonctivites (Paul et al., 2016 ; Plummer et al., 2018 ; OIE, 2018).

1.1.3.4 Lésions

Les lésions retrouvées lors de coxiellose reposent en grande partie sur l'inflammation créée lors de la sortie des bactéries sous forme SCV après multiplication dans le phagolysosome et

libération par exocytose ou lyse de la cellule hôte. Les lésions engendrées sont non pathognomoniques. On peut retrouver lors d'avortements des placentites ainsi que des zones intercotylédonaires épaissies. L'avorton peut être normal, autolysé ou encore momifié, et on peut retrouver des zones avec présence de pétéchies, des œdèmes sous-cutanés ou encore des épanchements. Chez l'adulte on retrouve des lésions d'hépatite péri portale ainsi que de petits foyers de pneumonie interstitielle 26 jours après inoculation (**Rodolakis et Mohamad, 2010 ; Paul et al., 2016**).

1.1.3.5 Epidémiologie

a. Matière virulente et excrétion

Les avortements, tout comme les mises-bas normales lors d'infections subcliniques, sont accompagnés d'une excrétion massive des bactéries et de leur dissémination dans l'environnement.

Les animaux infectés excrètent la bactérie essentiellement dans les produits de la parturition (placenta, fœtus et liquides utérins pouvant contenir de nombreuses bactéries), les sécrétions vaginales et les fèces. Elle peut également se faire dans les urines, le sperme et le lait. L'excrétion est plus importante chez les animaux malades que chez les infectés inapparents. L'excrétion est intermittente : elle a souvent lieu au moment des mises-bas, et est réactivée à chaque gestation. Elle semble plus durable chez les bovins que chez les petits ruminants (32 mois dans le lait de vache contre 3 mois dans le lait de chèvre). Des animaux séronégatifs peuvent tout de même être excréteurs de la bactérie (**Porter et al., 2011 ; Paul et al., 2016 ; Boarbi et al., 2016**)

b. Modes de transmission

Le principal mode de contamination chez les ruminants comme chez les autres espèces, y compris chez l'homme, est l'entrée des bactéries voie aérienne (inhalation) via les aérosols des animaux excréteurs. La contamination peut également se produire par contact direct avec des animaux excréteurs ou par voie transplacentaire, de la mère au fœtus (**Porter et al., 2011; Boarbi et al., 2016**)

Les placentas, le liquide amniotique, les avortons, les sécrétions vaginales, de l'urine ou des fèces contaminés peuvent être des sources de contamination. On peut également retrouver des bactéries dans le sperme des mâles et il convient de prendre des précautions lors d'inséminations artificielles pour protéger le manipulateur. La transmission des bactéries peut aussi se faire indirectement au contact de l'environnement souillé par des matières virulentes, par l'inhalation

des poussières contaminées (poussières de fumier issues de troupeaux atteints) ou par ingestion de fourrages, paille ou lors de pâturage sur des terrains infectés (**Porter et al., 2011 ; Paul et al., 2016**).

Les Arthropodes, en particulier les tiques dont *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* et *Rhipicephalus sanguineus* principalement, jouent un rôle de réservoir mais également de vecteur mécanique par dépôt de bactéries dans leurs fèces sur le pelage de leurs hôtes. La propagation de l'agent pathogène est favorisée par temps sec et venteux (**Toledo et al., 2009 ; Hildebrandt et al., 2011 ; Duron et al., 2015**)

Voici un schéma récapitulant les voies de transmission de *Coxiella burnetii* entre les différentes espèces (Figure 7)

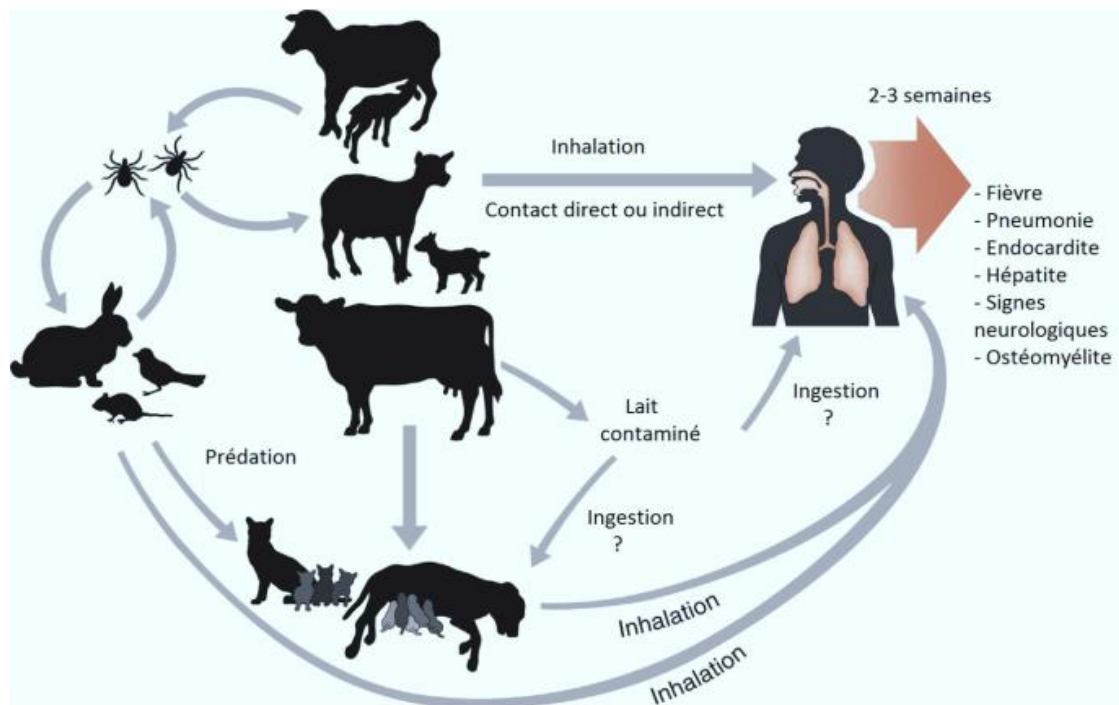


Figure 7 : Représentation schématique de la circulation de *Coxiella burnetii* au sein des différents réservoirs, et modes de contamination de l'homme (**Sykes et Norris, 2013**)

1.1.3.6 Diagnostic

La plupart des infections par *Coxiella burnetii* chez les ruminants domestiques sont subcliniques, ce qui pose des difficultés supplémentaires pour établir un diagnostic correct lors d'épidémies d'avortements. En effet, la majorité des ruminants domestiques dont les avortements sont dus à *Coxiella burnetii* sont porteurs asymptomatiques de l'agent pathogène. Le diagnostic de la fièvre Q chez les ruminants domestiques et à la fois direct et indirect, avec plusieurs méthodes diagnostiques existantes.

a. **Techniques de diagnostic direct**

Il repose sur l'isolement de la bactérie, ou la mise en évidence des antigènes de *Coxiella burnetii*, ou de l'ADN bactérien. Les principales méthodes diagnostiques directes dans le cas de l'infection par *C. burnetii* chez les ruminants sont : la culture bactériologique et microscopie, l'immunohistochimie (IHC) et la réaction d'amplification en chaîne par polymérase (PCR).

Réaction d'amplification en chaîne par polymérase (PCR)

Elle peut être utilisée à partir de culture cellulaire, ou de nombreux prélèvements, comme le sang, placenta, avorton, lait, fèces, mucus vaginal, échantillons de l'environnement. Il s'agit de la technique de diagnostic direct à privilégier, permettant de mettre en évidence l'ADN bactérien. Un certain nombre de kits PCR sont disponibles dans le commerce. Le gène cible IS1111 est fréquemment utilisé : il est présent en plusieurs exemplaires au sein de la bactérie, et le nombre de copies de celui-ci varie selon le génotype de *C. burnetii* (**Lorenz et al., 1998 ; Berri et al., 2000 ; Rousset et al., 2012**).

La PCR quantitative (qPCR) peut être utile pour déterminer s'il existe bel et bien un lien de cause à effet entre la présence de la bactérie et la survenue de l'avortement chez les petits ruminants, et écarter la possibilité de contamination par l'environnement (chargé en bactéries) de l'échantillon ou encore écarter la possibilité de survenue simultanée de l'avortement et de l'excrétion bactérienne sans lien entre les deux (**Rousset et al., 2012**).

Elle présente plusieurs avantages : elle est très sensible et très spécifique, et est une technique de diagnostic rapide. Elle présente cependant un inconvénient : en effet, la sensibilité et la spécificité du test dépend du gène cible utilisé.

Par ailleurs, plusieurs fabricants ont aujourd'hui développé des kits PCR multiples ciblant plusieurs agents pathogènes (*C. burnetii*, *Neospora caninum*, *Chlamydia* spp. entre autres). Ces outils simplifient les procédures lors de diagnostic différentiel d'avortement chez les ruminants et réduisent les coûts (**Tramuta et al., 2011 ; Roest et al., 2013 ; Guatteo et al., 2014**).

Bactérioscopie

Le principe de la technique repose sur la mise en évidence du germe après coloration (**Petit, 2003**). Elle peut se faire à partir de placenta avec au moins 1 ou 2 cotylédons, tissus fœtaux, écoulements utérins, mucus vaginal. On réalise un examen microscopique après coloration élective : les colorations de Stamp, Köster ou Machiavello permettent d'identifier les bactéries acido-résistantes. On observe alors des coccobacilles rouges-rosâtres, généralement en position intracellulaire par coloration de Ziehl Neelsen modifiée, de Gimenez et de Giemsa. Les micro-

organismes intracellulaires et extracellulaires sont généralement visibles en grand nombre lorsque l'on observe directement au microscope des frottis de cotylédons et de sections de tissus d'histopathologie (**Russo et al., 1997 ; Guatteo et al., 2014**)

La bactérioscopie peut ensuite être confirmée par un immunohistochimie. Cette technique est peu sensible et peu spécifique (pas de différenciation possible avec *Chlamydomphila abortus* ou des brucelles car elles présentent les mêmes affinités tinctoriales) (**Guatteo et al., 2014**)

Culture bactériologique

Elle peut être utilisée à partir de placenta, avorton, lait (individuel et de tank), fèces, mucus vaginal, échantillons de l'environnement. La culture s'effectue sur des cellules (œufs embryonnés ou lignées cellulaires). Cette technique a été progressivement abandonnée au profit de techniques diagnostiques plus modernes car elle est réalisable uniquement en laboratoire de niveau de biosécurité P3 et en raison du risque pour la santé humaine. De plus, la bactérie est difficile à cultiver puisqu'il s'agit d'un parasite intracellulaire obligatoire et l'analyse microscopique des isolats présente une faible spécificité (**Rousset et al., 2012 ; Roest et al., 2013 ; Guatteo et al., 2014**)

Immunohistochimie (IHC)

L'IHC permet la mise en évidence d'antigènes d'un agent pathogène au sein d'un tissu infecté par l'entremise d'anticorps spécifiques (**Ramos-Vara, 2005**). En médecine vétérinaire, **Dilbeck et McElwain. (1994)** ont développé une méthode d'IHC pour le diagnostic d'avortement à *C. burnetii* chez les ovins et les caprins à partir de tissu placentaire.

b. Techniques de diagnostic indirect ou diagnostic sérologique

Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA)

La technique ELISA est aujourd'hui la méthode de diagnostic indirect la plus sensible et la plus spécifique (**Horigan et al., 2011 ; OIE, 2015**). Cette méthode est entièrement automatisée et permet rapidement d'analyser de grandes séries d'échantillons à faible coût (**OIE, 2015 ; Sidi Boumedine et al., 2010**).

Il existe plusieurs kits ELISA disponibles actuellement dans le commerce pouvant être utilisés sur différents prélèvements (sérum, plasma ou lait). Bien que la spécificité des kits ELISA sur le sérum et le lait diffère selon les fabricants, à l'heure actuelle cette méthode sérologique est la plus adaptée à l'évaluation des taux d'infection des troupeaux (**OIE, 2018**). Elle permet de tester un grand nombre de prélèvements en même temps et représente donc un bon outil pour les études séro-épidémiologiques. Toutefois, cette technique nécessite d'être complétée par des analyses en

rt-PCR afin d'évaluer le statut infectieux d'un élevage (Arricau-Bouvery et Rodolakis, 2005 ; Roesti *et al.*, 2013 ; Vidić *et al.*, 2014).

Immunofluorescence Indirecte (IFI)

Cette méthode est peu utilisée pour le diagnostic des infections à *Comilla Brunei* chez les animaux car elle est techniquement exigeante (Roesti *et al.*, 2013).

Fixation du Complément (FC)

Il s'agit de la méthode sérologique de référence en médecine humaine pour la fièvre Q. Son utilité est limitée chez les ruminants domestiques. De plus, elle est peu sensible et peu spécifique par rapport à l'ELISA (Arricau-Bouvery et Rodolakis, 2005)

1.1.3.7 Prophylaxie

a. Prophylaxie sanitaire

Les mesures de prophylaxie sanitaire ont plusieurs objectifs :

- Réduire la quantité de bactérie excrétées dans le milieu extérieur : contrôle de la contamination environnementale
- Limiter la circulation de la bactérie dans l'élevage et la dissémination de l'infection dans d'autres exploitations potentiellement exposées : contrôle de la transmission de la bactérie.

La maîtrise de ces deux points permet, par voie de conséquence, de minimiser le risque zoonotique. Ces mesures ne sont pas spécifiques et peuvent être mises en œuvre dans tous les élevages confrontés à des problèmes d'avortements. L'utilisation de locaux spécifiques pour la mise bas (cases d'agnelage ou de chevrotage), la désinfection des locaux et du matériel utilisés, l'isolement des femelles avortées entre autres constituent des leviers d'actions possibles mais complexes à mettre en œuvre surtout en troupeaux de petits ruminants en raison des pratiques d'élevages inhérentes à ces espèces. Lors de tout contact avec les animaux, il est nécessaire de renforcer les mesures d'hygiène des intervenants pour les protéger d'une contamination par contact direct (Le port du gant et du masque, lavage et désinfection du matériel utilisé). Les mesures de lutte passent également par la destruction des placentas et des avortons, par incinération ou par appel de l'équarrissage. Cette destruction doit être immédiate afin de limiter l'ingestion et la dispersion des bactéries par des animaux domestiques et sauvages à partir des déchets infectants (Roesti *et al.*, 2013 ; OIE, 2015 ; Plummer *et al.*, 2018). La gestion du fumier est également importante en lien avec le caractère très volatil de la bactérie : il convient de

couvrir le fumier lors de son stockage et de l'épandre après une longue période de stockage, un jour sans vent (**Réolais et Mohamad, 2010**).

Chez les petits ruminants, il faut séparer les femelles qui avortent des femelles à risque (sensibles), c'est-à-dire les femelles gestantes entre 60 et 80 jours de gestation, stade au cours duquel leur susceptibilité vis-à-vis d'un risque d'avortement à fièvre Q est particulièrement fort (**Roesti et al., 2013 ; Plummer et al., 2018**).

b. Prophylaxie médicale

Antibiothérapie

Coxiella burnetii possède des capacités de résistance exceptionnelles aux désinfectants usuels et aux antibiotiques. Les méthodes de lutte doivent donc tenir compte de cette caractéristique pour être efficaces. Les antibiotiques les plus couramment employés sont les tétracyclines, et plus particulièrement l'oxytétracycline. La chlorotétracycline s'utilise à raison de 125 g/chèvre pendant 120 jours mais le coût reste prohibitif ce qui limite son utilisation (**Dordain-Bouesnard, 2001; Roest et al., 2013; Vidić et al., 2014**).

En effet, chez les ovins une étude (**Astobiza et al., 2012**) a montré que l'injection d'oxytétracycline ne permettait pas de réduire le nombre d'avortements ni les charges bactériennes excrétées dans les principales voies d'excrétion connues (mucus vaginal, fèces ou lait). Le traitement mis en place est soumis aux contraintes économiques portant sur la durée de traitement à effectuer. C'est pourquoi ce traitement vise à réduire l'incidence clinique de la fièvre Q dans les élevages, et à limiter l'excrétion dans les sécrétions vaginales ou dans le lait (**Roest et al., 2013 ; Vidić et al., 2014 ; Plummer et al., 2018**).

Vaccination

Il existe deux vaccins contre la fièvre Q en France pour les ruminants domestiques. Un vaccin contenant des bactéries en phase II (CHLAMYVAX FQ[®], Merial) et un contenant des bactéries en phase I (COXEVAC[®], Ceva Santé-Animale). Le CHLAMYVAX FQ[®] possède l'autorisation de mise sur le marché (AMM) uniquement pour les petits ruminants alors que le COXEVAC[®] possède l'AMM pour les bovins et les caprins mais pas pour les ovins. Le vaccin CHLAMYVAX FQ[®] n'est actuellement plus produit pour des raisons de problèmes de fabrication. Les vaccins en phase I permettent de prévenir les avortements et de réduire les charges bactériennes excrétées chez des femelles infectées par *C. burnetii* alors que les vaccins en phase II sont inefficaces contre les avortements et la réduction des charges bactériennes excrétées

(Arricau-Bouvery *et al.*, 2005 ; Guatteo *et al.*, 2008 ; Rousset *et al.*, 2009 ; De Cremoux *et al.*, 2012)

La population cible de la vaccination doit être en priorité le cheptel de renouvellement (chevrettes et agnelles) dans les troupeaux infectés, puisque les jeunes sont les principaux excréteurs dans les cheptels caprins : ils sont en effet plus sensibles à l'infection et présentent des niveaux d'excrétion supérieurs. Le vaccin ne protège que les animaux sains : on vaccinera donc uniquement les animaux non infectés (Paul *et al.*, 2016 ; Plummer *et al.*, 2018).

1.1.4 LA Salmonellose

1.1.4.1 Généralités

Les salmonelles sont des bactéries appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* (Pardon *et al.*, 1988). Au sein du genre *Salmonella*, on distingue seulement deux espèces que sont *enterica* et *bongori* (Tindall *et al.*, 2005 ; Dromigny, 2011). Nous nous intéresserons dans cette étude uniquement à un serovar d'une sous-espèce de *Salmonella enterica*: *Salmonella enterica* subsp *enterica* serovar Abortusovis (Figure 8). Il s'agit d'une bactérie Gram négative aéro-anaérobie (Arquié, 2006).

La salmonellose abortive ovine est une maladie infectieuse provoquée par *Salmonella enterica* subsp *enterica* serovar Abortusovis. Elle concerne principalement les ovins mais aussi les caprins dans une moindre mesure (Pardon *et al.*, 1988). Elle est responsable d'avortements nombreux (30 à 60 % des brebis gravides) lorsqu'elle est présente au sein d'un troupeau causant alors une perte économique importante pour les éleveurs.

1.1.4.2 Pathogénie

a. Le pouvoir pathogène

Les caractéristiques essentielles de la pathogénie de ces bactéries sont la capacité des salmonelles à entrer dans la cellule-hôte et à y demeurer comme parasite intracellulaire facultatif. Les salmonelloses représentent un modèle d'infection entéro-invasive.

L'invasion cellulaire par les salmonelles leur permet d'échapper aux mécanismes de défenses extracellulaires, de provoquer des dégâts cellulaires favorisant la colonisation, et également de poursuivre la multiplication bactérienne pour pénétrer plus à l'intérieur de l'hôte (Pardon *et al.*, 1988 ; Sanchis *et al.*, 1984 ; Spickler, 2005).

Le pouvoir pathogène des salmonelles dépend de multiples facteurs, dont la souche et la dose ingérée et de l'état de résistance de l'animal (état nutritionnel, immunodépression...) (**Korsak et al., 2004**)

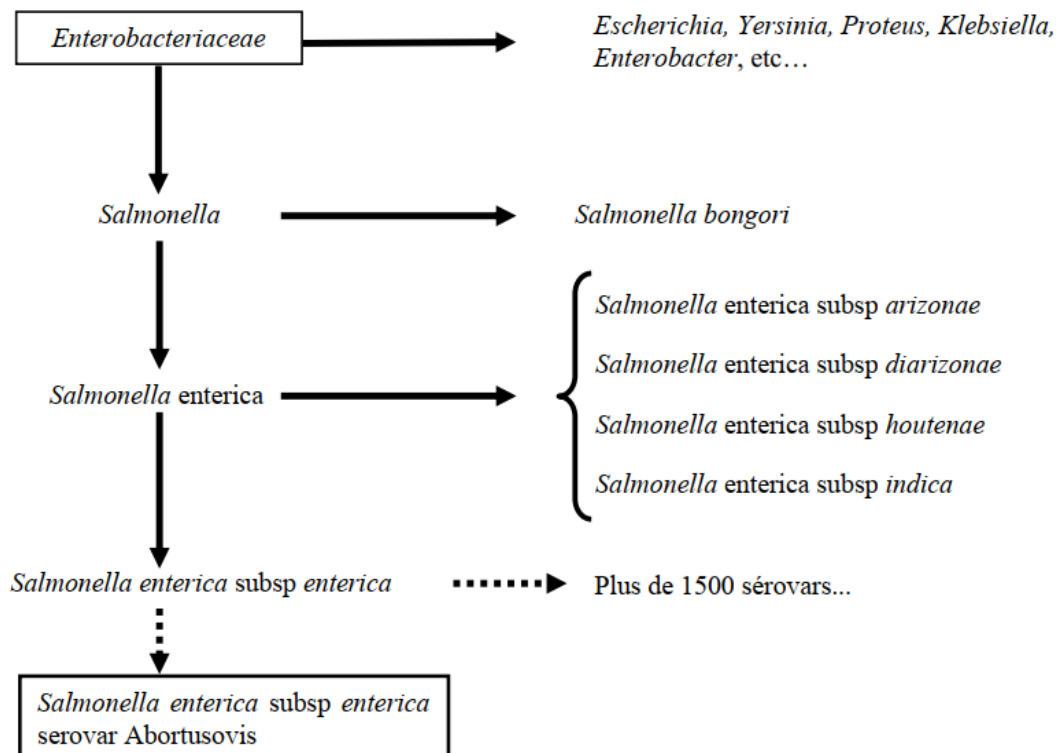


Figure 8 : Nomenclature du genre *Salmonella*
(adaptée de **Tindall et al., 2005 ; Dromigny, 2011**)

b. Transmission et voies de contamination

On retrouve la bactérie en grande quantité dans les sécrétions vaginales, le placenta, les avortons et les nouveau-nés infectés. Cependant, les sécrétions vaginales ne sont hautement infectieuses que lors de la première semaine suivant l'avortement, leur infectiosité pouvant se prolonger jusqu'à 6 semaines. On peut également retrouver ce germe dans le lait et le colostrum. La bactérie est peu présente dans les fèces à l'exception du cas d'animaux septicémiques (**Cagiola et al., 2007 ; Pardon et al., 1988, 1990**).

Différentes voies de contamination sont possibles. Les voies intravaginale et conjonctivale ne semblent pas être des voies de contamination *in vivo*. La voie muqueuse (et notamment la voie muqueuse buccale) semble être la voie de pénétration principale de la bactérie dans l'organisme. La voie respiratoire sera infectieuse principalement pour les jeunes individus. La figure 9

représente les composants majeurs du modèle infectieux de *Salmonella* Abortus ovis (Camisola et al., 2007 ; Pardon et al., 1988, 1990).

De plus, cette transmission peut être indirecte par l'intermédiaire de locaux, matériels, aliments, boissons, pâtures ou véhicules contaminés par l'agent pathogène.

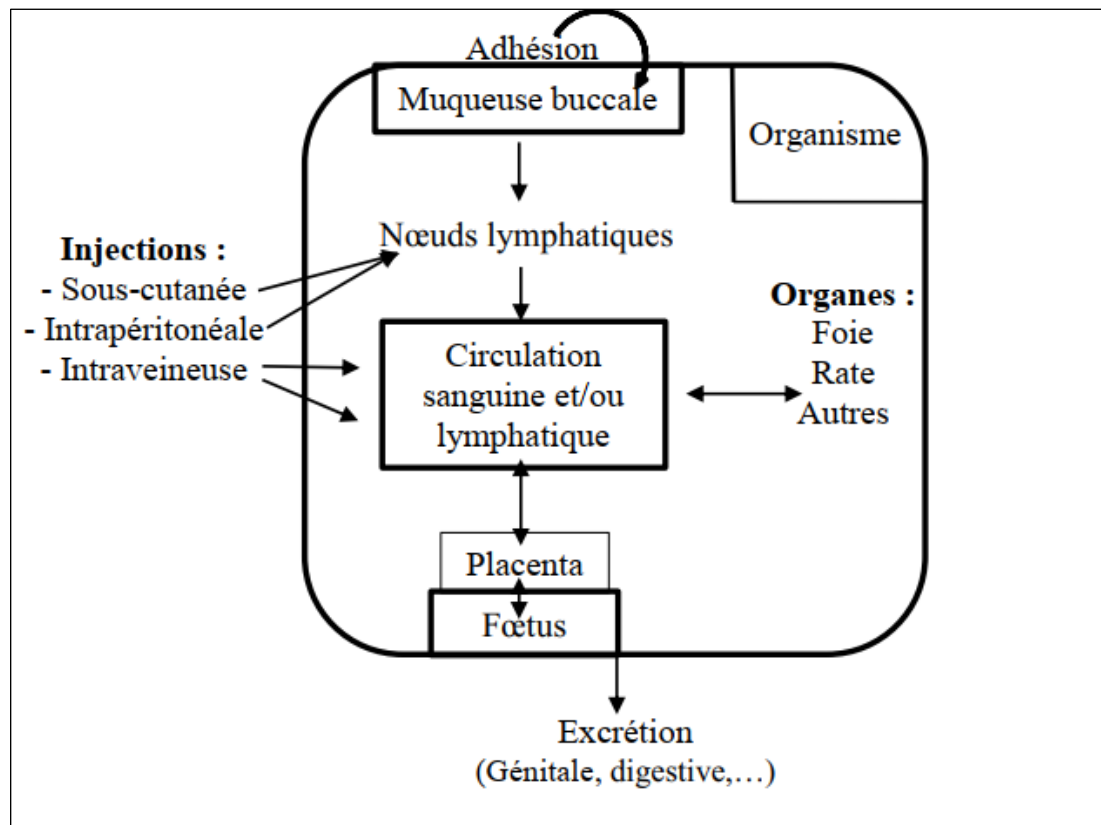


Figure 9 : Représentation schématique du modèle d'infection d'une brebis par *Salmonella abortus ovis* (adapté de Pardon et al., 1990)

c. Mécanisme de l'avortement

Il existe deux hypothèses concernant l'avortement ou la naissance prématurée chez la mère infectée par des salmonelles :

- La première propose qu'ils soient directement la conséquence d'une invasion et d'une multiplication des salmonelles dans le placenta.
- La seconde hypothèse met en jeu des endotoxines (le lipopolysaccharide ou LPS) présentes sur la membrane externe des bactéries Gram négatif (Lefèvre et al., 2010).

1.1.4.3 Les signes cliniques

La maladie touche principalement les ovins dont la spécificité d'hôte est reconnue mais d'autres espèces sont réceptives tels les caprins et même les lapins chez qui on est parvenu à isoler la bactérie (Spickler, 2005).

Suivant le statut de l'animal lors de la primo-infection, la période d'incubation sera différente. En effet, une brebis infectée hors gestation ne présentera certainement pas de signes cliniques mais sera potentiellement porteuse et excrétrice asymptomatique. Cependant, un avortement pourra survenir si elle est infectée moins d'un mois avant la fécondation. Si une brebis est infectée à un mois de gestation, elle avortera environ 2 mois plus tard. Si une brebis est infectée lors du troisième mois de gestation, l'avortement aura lieu environ 20 jours plus tard (Sanchis *et al.*, 1984 ; Spickler, 2005). A partir d'un troupeau nouvellement infecté, jusqu'à 60 % des brebis gravides pourront avorter avec une mortalité des agneaux pouvant atteindre les 20 %. Par la suite, la maladie peut prendre une forme enzootique avec la survenue d'avortements de manière sporadique. Seuls les jeunes et les animaux nouvellement introduits ont alors tendance à être affectés en raison de la bonne immunité acquise par les autres individus (Pardon *et al.*, 1988 ; Sanchis *et al.*, 1984 ; Spickler, 2005).

De plus, d'après Martin-Atance *et al.* (2012), les animaux peuvent non pas mourir de la septicémie mais de ses complications comme l'anorexie, la métrite aiguë, l'entérite, la péritonite, qui résultent de la rétention placentaire, dans 5 à 7 % des cas.

Chez le fœtus, la contamination a lieu par voie transplacentaire ou hématogène. Elle est souvent suivie d'une mort *in utero* mais l'agneau peut tout de même naître vivant à terme ou prématuré. Cependant, selon Martin-Atance *et al.* (2012), ces agneaux nés vivants meurent le plus fréquemment dans les heures qui suivent leur naissance ou dans leur premier mois de vie des suites d'entérite, de pneumonie ou de polyarthrite.

Il semblerait que plusieurs causes d'avortements puissent coexister avec la salmonellose à *Salmonella Abortus ovis* dans une même région, un même élevage voire chez un seul animal (Pardon *et al.*, 1988).

1.1.4.4 Diagnostic

Il s'agit, dans la majorité des cas, d'un diagnostic direct par isolement et identification des bactéries

a. **Diagnostic direct / bactériologique**

Isolement et identification

Prélèvements : Avorton (contenu stomacal ou, à défaut, foie ou encéphale), houpes cotylédonaires. Pour les prélèvements polymicrobiens comme les fèces ou les houpes cotylédonaires, l'isolement nécessite l'utilisation de milieux d'enrichissement associés à des milieux sélectifs. Toutefois, pour les prélèvements fœtaux, l'abondance de la bactérie dans ces prélèvements permet un isolement sur des milieux nutritifs usuels. Pour les ovins, le typage peut permettre de confirmer qu'il s'agit bien de *Salmonella abortus ovis*. La différenciation des espèces est importante, surtout en zones lait cru Cette technique représente un coût et implique un certain délai de réponse.

On réalisera aussi un antibiogramme une fois le germe identifié, en raison des résistances existantes chez les salmonelles (**Martin-Atance et al., 2012 ; Champion et al., 2013**).

PCR

La PCR est la méthode de choix pour identifier SAO chez les ovins, ce test étant plus sensible que la culture lors d'avortement chez les moutons (**Kuntz et al., 2017**).

b. **Diagnostic indirect / sérologique**

Séro-agglutination

Cette technique peut être employée pour le diagnostic de la salmonellose abortive ovine en seconde intention, lors de résultats non concluants des examens bactériologiques. Les tests de séro-agglutinations consistent en une recherche des agglutinines anti-H.

La séro-agglutination permet la mise en évidence précoce d'IgM (dès 4 à 6 jours après inoculation lors d'infection expérimentale) et à des concentrations significatives jusqu'à 6-8 semaines après l'avortement. La réponse sérologique peut être interprétée quantitativement, le seuil de positivité étant fixé à 1/640 (**Martin-Atance et al., 2012 ; Kuntz et al., 2017**).

1.1.4.5 Prophylaxie

a. **Hygiène et prophylaxie sanitaire**

En matière de mesures préventives, il s'agit de veiller à la propreté des locaux (litières, abreuvoirs...), de recourir à une gestion de groupe permettant la mise à l'écart des femelles gestantes arrivant terme ainsi que de détruire rapidement les fœtus non viables et les placentas. Ces mesures sont souvent difficiles à appliquer en élevages de petits ruminants (**Champion et al., 2013 ; Pardon et al., 1988**).

D'autre part, il est également utile de veiller au statut sanitaire du groupe dont proviennent les nouveaux individus. Pour cela, il faut recourir à un examen sérologique (séro-agglutination lente) sur une dizaine d'individus prélevés dans les semaines suivant leur mise-bas (**Pardon et al., 1988**).

Enfin, il est utile de limiter toute forme de stress, qu'il s'agisse d'un stress climatique, alimentaire ou autre (**Champion et al., 2013**). En effet, le stress chronique peut engendrer une altération du système immunitaire pouvant favoriser l'expression de maladie(s).

b. Traitement antibiotique des femelles ayant avorté

Lorsque les avortements sont dus à une salmonellose, des risques de métrite sont fréquents et une antibiothérapie se justifie. Les tétracyclines sont prescrites en première intention. Un antibiogramme est fortement recommandé en raison de possibles résistances lors de salmonellose (**Chartier, 2018**).

c. Antibioprophylaxie dans le lot des femelles avortant

Une métaphylaxie peut être envisagée sur le lot des femelles gestantes du troupeau, pour tenter de stopper la vague d'avortement en cours. La métaphylaxie doit être utilisée avec beaucoup de précautions, et ne doit pas être systématique. De plus, souvent, les résultats sont décevants. Pour la salmonellose abortive, on a longtemps préconisé d'utiliser de l'oxytétracycline. Comme il s'agit d'un antibiotique bactériostatique, il faut répéter les injections (**Champion et al., 2013 ; Pardon et al., 1988**). Deux schémas ont été avancés :

- a. 10 mg/kg PV IM, renouvelé tous les 8 à 10 jours jusqu'à la mise-bas
- b. 20 mg/kg PV (LA) IM, 2 injections à 15 jours d'intervalle au 105ème et au 120ème jour de gestation

Cependant, *Salmonella Abortus ovis* a développé des résistances aux tétracyclines. Ainsi, l'antibiogramme est essentiel lorsque la bactérie est isolée. Si le traitement aux tétracyclines n'est pas efficace, on peut utiliser d'autres antibiotiques en respectant le principe de la cascade : florfénicol, céphalosporines de 3^{ème} ou 4^{ème} génération ou les quinolones. Cependant, s'agissant d'antibiotiques critiques et dans le cadre de la lutte contre l'antibiorésistance, ils doivent être employés avec précautions et seulement à la suite des résultats d'un antibiogramme (**Bareille et al., 2013 ; Kuntz et al., 2017**).

Vaccination

Un vaccin existe (Bedsavac®) mais n'est commercialisé qu'en Espagne (**Kuntz et al., 2017**).

1.1.5 La listériose

1.1.5.1 Etiologie

Le genre *listeria* appartient à la branche des *Clostridium* et est apparenté antigéniquement aux Staphylocoques, streptocoques et lactobacilles. Il comprend 6 espèces (**Low et Donachie, 1997**). Parmi les six espèces décrites dans le genre *Listeria*, seules *L. monocytogenes* et *L. ivanovii* sont pathogènes avec néanmoins d'importantes spécificités d'hôte. En effet, *L. ivanovii* est exclusivement associée à des infections chez les petits ruminants (ovins, caprins), alors que *L. monocytogenes* est responsable d'infection chez une large variété d'espèces animales et chez l'Homme (**Guerin-Faubleé et Djelouadji., 2014 ; Dhama et al., 2015 ; Aiello et al., 2016**).

Ces deux espèces sont pathogènes pour les animaux. Cependant, *L. monocytogenes* est de loin l'agent pathogène le plus important, à l'origine de septicémies, d'avortements, de mammites et d'infections du système nerveux central essentiellement chez les ruminants. Il revêt également une importance en termes de santé publique (**Aiello et al., 2016**).

L. monocytogenes est l'agent de la listériose, une infection sévère qui survient principalement après ingestion d'aliments contaminés par ce pathogène et essentiellement chez des personnes à risques (personnes immunodéprimées, personnes âgées, fœtus et nouveau-nés) (**Guerin-Faubleé et Djelouadji., 2014**).

1.1.5.2 Caractères bactériologiques de *L. monocytogenes*

L. monocytogenes est un bacille régulier à Gram positif, non acido-alcool-résistant, non sporulé et non capsulé. Son métabolisme est mixte, respiratoire et fermentaire. C'est une bactérie psychrotrophe, apte à se développer entre -2°C et 45°C. Elle tolère des concentrations de NaCl jusqu'à 10% et peut croître à des pH entre 5 et 9. (**Ryser et Marth, 2007 ; Anses, 2020**). Lorsqu'elle est cultivée sur gélose nutritive à 37°C, elle forme en 24-48h de petites colonies translucides, à reflets bleutés.

La maladie est généralement sporadique (parfois sous forme d'épizootie) et saisonnière (durant l'hiver et le printemps). L'incidence n'excède pas les 5% la plupart du temps (bien qu'elle puisse atteindre les 20% ou plus parfois) (**Guerin-Faubleé et Djelouadji., 2014**).

1.1.5.3 Pathogénie

a. Pouvoir pathogène et caractère zoonotique

Listeria avait d'abord été décrit comme un agent responsable d'épizootie chez de nombreuses espèces animales.

Le pouvoir pathogène de ces bactéries tient essentiellement dans sa capacité de parasitisme intracellulaire. Elles sont en effet capables d'entrer, de survivre et de se multiplier à l'intérieur

de nombreux types de cellules eucaryotes, y compris les phagocytes professionnels tels les macrophages (**Vázquez-Boland et al., 2001**).

b. Modes de transmission

Essentiellement indirecte à partir de l'environnement, par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par des animaux infectés (via la salive, les fèces, l'urine, le lait de mammité, les sécrétions nasales ou les éléments issus d'un avortement (placenta, avorton) ou des porteurs asymptomatiques excréteurs (via les fèces). L'ingestion d'aliments humides (ensilages ou balles rondes) souillés par de la terre joue un rôle important dans l'apparition de la maladie chez les ruminants. Les principales sources de bactéries sont les sols, les eaux et les déjections animales. Pas de transmission verticale (**Guerin-Faublée et Djelouadji., 2014 ; Dhama et al., 2015**).

1.1.5.4 Signes cliniques

- Forme nerveuse caractérisée par des encéphalites et des méningoencéphalites : Prostration avec hyperthermie, troubles du comportement (mouvements de tête désordonnés, marche en cercle), paralysie de la face et du pharynx. Les animaux meurent dans un état de prostration quelques jours après l'apparition des signes neurologiques. Elle atteint les adultes comme les jeunes (4-8 mois). Les méningites peuvent prendre une allure épidémique (**Low et Donachie, 1997**).

- Forme génitale (due à *L. ivanovii* chez la brebis) : Avortements avec placentite (dernier tiers de gestation, très peu de lésions macroscopiques visibles sur le fœtus, possible autolyse si le fœtus a été retenu), rétention placentaire, endométrites, repeat-breeding, mammites subcliniques (avec présence de la bactérie dans le lait). La période d'incubation est courte pour cette forme (5 à 12 jours). Le pronostic est favorable.

- Forme septicémique avec gastroentérites : Elle touche particulièrement les nouveau-nés et les jeunes (< 5 semaines d'âge), avec une évolution rapide vers la mort. On observe des lésions nodulaires nécrotiques dans le foie et la rate à l'autopsie.

Chez l'adulte, la maladie est parfois asymptomatique alors que les animaux restent porteurs chronique de la bactérie. L'apparition des différentes formes de la maladie dépend de la virulence de la bactérie, de la dose infectante, du mode de transmission, de l'âge de l'animal, de son stade physiologique (gestante ou non), de la nature de l'alimentation et sa conservation, et de la présence d'autres maladies au sein de l'élevage (**Guerin-Faublée et Djelouadji., 2014 ; Dhama et al., 2015 ; Adugna, 2017 ; Balzhan et al., 2018**).

1.1.5.5 Diagnostic

a. Diagnostic direct / bactériologique

Culture

On procède par étape :

- Examen direct : On recherche des petits bacilles à gram positif. Un enrichissement préalable est nécessaire.
- Isolement et enrichissement de Gray
- Identification du genre *Listeria*
- Identification de l'espèce : Il est nécessaire de reconnaître *L. monocytogenes* et *L. ivanovii*.

Cette méthode présente deux inconvénients : elle est longue (une semaine en moyenne) et coûteuse (manipulations nombreuses) (**Millemann et Remy, 2000**)

Immunohistochimie

Elle est surtout employée pour localiser les antigènes présents dans les lésions comportant un faible nombre de bactéries : elle est donc particulièrement utilisée pour détecter les encéphalites (**Dhama et al., 2015**).

Immunofluorescence

Cette méthode est efficace pour une identification rapide de *Listeria monocytogenes* sur des prélèvements/frottis provenant d'animaux morts ou avortés de listériose, ainsi que sur le lait et la viande (**Dhama et al., 2015**).

PCR

La PCR, la PCR-multiplexe et la RT-PCR utilisant des gènes de virulence sont des techniques de diagnostic moléculaire employées. Elles sont rapides, spécifiques, reproductibles et fiables (**Dhama et al., 2015**).

b. Diagnostic indirect / sérologique

- ELISA détectant des anticorps anti-listériolysine O : Cette technique est employée pour mettre en évidence la forme septicémique et abortive de la maladie.

ELISA avidine-biotine : Elle détecte les anticorps dirigés contre la listériolysine O dans des échantillons de lait de bovin. Ce test est prometteur en tant qu'outil épidémiologique (**Dhama et al., 2015 ; Balzhan et al., 2018**).

1.1.5.6 Prophylaxie

a. Prophylaxie sanitaire

La prophylaxie sanitaire repose sur l'isolement des malades et la désinfection des locaux après un avortement listérien.

L'ensilage, principale source d'infection chez les petits ruminants, doit être préparé et stocké afin de limiter le développement de *Listeria* : tassage vigoureux, sans terre, hachage fin, silo fermé hermétiquement, désilage minimum un mois après. L'addition d'un acidifiant minéral ou organique ou de conservateurs biologiques peut être utile (Guerin-Faublée et Djelouadji., 2014 ; Dhama *et al.*, 2015 ; Balzhan *et al.*, 2018).

b. Mesures médicales

Listeria monocytogenes est naturellement sensible aux pénicillines G et A, aux aminosides, aux tétracyclines et au cotrimoxazole. Elle est, en revanche, naturellement résistante aux céphalosporines et aux fluoroquinolones.

Généralement, le traitement chez les petits ruminants présente un intérêt limité même s'il est appliqué peu de temps après l'apparition des signes neurologiques ou dans les cas chroniques de la maladie. La métaphylaxie est envisageable, avec l'utilisation de tétracyclines dans la ration des animaux à risque lors d'une épidémie (Guerin-Faublée et Djelouadji., 2014 ; Dhama *et al.*, 2015 ; Balzhan *et al.*, 2018).

Il n'existe pas de vaccin actuellement.

c. Zoonose

Listeria monocytogenes est l'agent d'une zoonose rare, à caractère professionnel. Elle se traduit par des éruptions cutanées suite à des interventions obstétriques. La bactérie est le plus souvent responsable d'infections d'origine alimentaire. La listériose est la zoonose à transmission alimentaire la plus redoutée de par les signes cliniques qu'elle engendre chez les personnes à risque (femmes enceintes, personnes immunodéprimées, jeunes et personnes âgées) (Dhama *et al.*, 2015 ; anses, 2020).

La maladie est grave : elle présente un taux de létalité de 25 à 30% et un taux d'hospitalisation supérieur à 92%. Dans 99% des cas, la transmission de *Listeria monocytogenes* à l'Homme indirectement par les aliments, par ingestion de produits crus ou insuffisamment cuits.

Les symptômes de la listériose humaine sont proches de ceux décrits chez les animaux atteints : avortements ou accouchements prématurés avec atteinte de l'enfant (formes méningées), méningo-encéphalites, septicémies chez les personnes immunodéprimées. *Listeria ivanovii* est rarement pathogène pour l'homme (Guerin-Faublée et Djelouadji., 2014 ; Dhama *et al.*, 2015 ; anses, 2020).

1.1.6 La Campylobactériose

1.1.6.1 Etiologie

La Campylobactériose ou vibriose est une maladie infectieuse, virulente, contagieuse et inoculable. Elle se manifeste principalement par l'infécondité, des avortements, très rarement accompagnés de signes généraux ou de complications (**Markey et al., 2013**).

Les bactéries responsables de cette maladie appartiennent à la famille des *Spirillaceae*, et au genre *Compylobacter*. Ces bactéries sont Gram négatif, fines, sans spore ni capsule et microaérophiles. Elles ont un aspect en virgule ou en S dans les cultures jeunes, et une forme hélicoïdale dans les cultures âgées. Elles sont très mobiles (**Blaser, 1998**)

22 espèces, dont de nombreuses pathogènes pour l'homme. Trois sous espèces peuvent occasionner des avortements chez les ruminants domestiques :

- *Campylobacter jejuni subsp. jejuni* (CJj)
- *Campylobacter fetus subsp. fetus* (CFf)
- *Campylobacter fetus subsp. venerealis* (CFv)

Bactérie commensale du tube digestif, et parfois de l'appareil génital, des animaux sauvages et domestiques (oiseaux, ruminants, chiens, chats, porcs...) et de l'homme. Les animaux porteurs asymptomatiques contaminent en permanence l'environnement via les fèces. *Campylobacter* est donc un germe ubiquiste dans l'environnement (**Blaser, 1998; Guerin-Fauble et Djelouadji., 2014 ; Markey et al., 2013**).

1.1.6.2 Pathogénie

a. Modes de transmission

Essentiellement indirecte pour CFf et CJj : Par voie orale, par ingestion d'aliments (fourrages, pâtures) ou d'eaux souillés par les déjections animales (fèces des oiseaux, rongeurs et ovins), ou par ingestion des produits issus de l'avortement (avorton, placenta, sécrétions utérines). Il n'y a pas de transmission vénérienne chez les ovins (**Markey et al., 2013 ; Gard, 2016 ; Hansson et al., 2018**).

b. Pathogénicité

La plupart des espèces sont non pathogènes pour l'animal. Cependant, certaines campylobactéries sont responsables d'infections génitales et digestives. Les avortements dus à *Campylobacter sp.* sont rares chez les caprins (**Guerin-Fauble et Djelouadji., 2014 ; Markey et al., 2013**).

Les ovins se contaminent par voie orale. Les bactéries rejoignent ensuite la circulation sanguine et atteignent l'utérus. Elles se multiplient alors dans le placenta et infectent les membranes

placentaires, ce qui provoque l'avortement de l'agneau en développement. L'avortement a lieu entre une et trois semaines après l'infection. Les brebis sont sensibles à l'infection durant la seconde moitié de gestation. Les mécanismes pathogènes de *Campylobacter* ne sont toujours pas très bien connus actuellement. De même, les mécanismes pathogènes de *Campylobacter fetus* à l'origine des pertes de reproduction restent en grande partie inconnus (**Hum et al., 1993 ; Hansson et al., 2018**).

c. Zoonose

Les campylobactéries sont considérées comme la première cause de Zoonose en Europe (2014), Les principales campylobactéries pathogènes rencontrées chez l'Homme sont *C. jejuni*, *C. coli* et accessoirement *C. lari*. Les individus les plus touchés par la maladie sont les nourrissons, les enfants et les adultes immunodéprimés (**Heimesaat et al., 2021**).

Les animaux domestiques sont les réservoirs naturels de plusieurs espèces de bactéries qui infectent l'homme. La contamination de l'homme peut se faire directement (contacts avec des animaux de compagnie infectés) mais surtout indirectement (par ingestion d'eaux souillées par des fèces d'animaux, de lait de vache non pasteurisé et de viandes), les viandes de volailles représentant la première source de contamination (**Facciola et al., 2017**).

On distingue trois formes cliniques de la campylobactériose humaine : une forme dysentérique (fièvre, douleurs abdominales aiguës, diarrhée profuse, vomissements), une forme septicémique pure et une forme localisée (arthrites septiques, méningites, méningo-encéphalites, avortements, endocardites) le plus souvent associée à une septicémie (**Heimesaat et al., 2021**).

1.1.6.3 Signes cliniques (Campylobactériose génitale ovine)

- Sensibilité à l'infection durant la seconde moitié de gestation
- Épidémies d'avortements :
 - Pendant les saisons froides et humides en général.
 - En fin de gestation (durant les 2 derniers mois) sans altération de l'état général.
 - Possible écoulements vulvaires quelques jours avant l'avortement, puis écoulements vulvaires brunâtres pendant les deux semaines qui suivent l'avortement.
 - Le taux d'avortements augmente rapidement sur plusieurs jours : une épidémie atteint en moyenne 20% du troupeau.
 - Complications possibles : métrites (de temps en temps après expulsion du fœtus). Jusqu'à 5% des brebis peuvent mourir d'une septicémie après infection de l'utérus.

- Lésions macroscopiques visibles sur le placenta et/ou le fœtus.
- Naissances d'agneaux morts ou faibles

La plupart des brebis se remettent très vite : les femelles ayant avorté développent une immunité acquise, et la fertilité n'est pas affectée les années suivantes. Cependant, des brebis porteuses chroniques se maintiennent et peuvent être la source d'infection pour des animaux naïfs nouvellement introduits dans le troupeau. Attention aux matières virulentes : l'avorton, le placenta et les écoulements vulvaires post-avortement contiennent un grand nombre de *Campylobacter* (**Guerin-Faublée et Djelouadji., 2014 ; Hansson *et al.*, 2018 ; Besier *et al.*, 2018**).

1.1.6.4 Diagnostic

a. Diagnostic direct / bactériologique

Culture

Prélèvements : Fœtus avorté (contenu abomasal, foie, poumons) ou placenta.

Pour procéder à l'isolement et l'identification de la bactérie, les échantillons sont rapidement mis en culture sur un milieu sélectif dans une atmosphère microaérophile et incubés à 37+/-2°C pendant 48 heures. Les sous-espèces de *Campylobacter* sont différenciées à l'aide de tests biochimiques. La culture permet d'établir un diagnostic définitif (**Truysers *et al.*, 2014**).

Microscopie sur fond noir ou à contraste de phase

Prélèvements : Fœtus avorté (contenu abomasal, liquides du fœtus) ou placenta (raclages de cotylédons).

Il s'agit d'une méthode de diagnostic rapide et efficace. Si l'on observe de fins bâtonnets incurvés, en forme de S ou en spirale mesurant 0,5-5 µm x 0,2-0,9 µm avec un déplacement rapide et un mouvement hélicoïdal, cela signifie que l'on est bien en présence de *Campylobacter* spp (**Truysers *et al.*, 2014**).

PCR

Prélèvements : Sécrétions vaginales, placenta.

Un certain nombre de PCR a été développé pour l'identification de CF et CJ. La PCR multiplex est largement utilisée pour identifier et distinguer CFf et CFv. Elle a aussi permis la mise en évidence de CFf dans le contenu abomasal des fœtus avortés (**Truysers *et al.*, 2014 ; Hansson *et al.*, 2018 ; Besier *et al.*, 2018**).

Histopathologie

Prélèvements : Foie du fœtus avorté.

On observe souvent des zones circulaires jaunâtres-blanchâtres sur le foie.

b. **Diagnostic indirect / sérologique**

- **Immunofluorescence indirecte**
- **ELISA**

1.1.6.5 Prophylaxie des avortements dus à *Campylobacter* sp.

La prophylaxie des infections par *Campylobacter* sp. est essentiellement sanitaire. Une fois que l'infection se propage dans le troupeau, peu de choses peuvent être faites pour réduire les préjudices. Cependant, les troupeaux infectés développent généralement une bonne immunité. On appliquera les mesures sanitaires suivantes :

- Limiter le risque zoonotique : il est important de porter des gants à usage unique et de couvrir les coupures et éraflures avant de manipuler les avortons ou les matériaux potentiellement contaminés. Il faut également toujours se laver les mains, les vêtements et désinfecter les chaussures et équipements après manipulation des éléments contaminés.
- Mesures de biosécurité générales : Une hygiène rigoureuse est nécessaire pour stopper une épidémie.
- Isolement des brebis ayant avorté.
- Collecte et destruction (par incinération) des matières virulentes (avortons, placentas et sécrétions vaginales/utérines)
- Empêcher la contamination de la nourriture et de l'eau de boisson par les sécrétions vaginales et les agneaux avortés.
- Ne pas vendre de brebis provenant d'un troupeau infecté pour les mettre à la reproduction (Guerin-Fauble et Djelouadji., 2014 ; Truysers *et al.*, 2014 ; Hansson *et al.*, 2018 ; Besier *et al.*, 2018).

Traitement anti-infectieux des brebis ayant avorté : Lors d'avortements à campylobactériose, les risques d'infections utérines (métrites) sont fréquents et des infections systémiques peuvent survenir, ce qui justifie la mise en place d'une antibiothérapie. On prescrit des tétracyclines en première intention. Il est cependant recommandé de réaliser un antibiogramme en raison de possibles résistances lors de campylobactériose (Hansson *et al.*, 2018 ; Besier *et al.*, 2018).

Recours aux anti-infectieux dans le lot des brebis avortant : Une métaphylaxie peut être envisagée avec l'éleveur sur le lot des femelles du troupeau encore gravides, pour essayer de stopper la vague d'avortements en cours. Deux schémas de posologie sont envisageables :

- A. 10 mg/kg PV IM. Renouveler tous les 8 à 10 jours jusqu'à la mise-bas

B. 20 mg/kg PV (LA) IM. Deux injections à 15 jours d'intervalle au 105^{ème} et 120^{ème} jour de gestation

Il est indispensable de réaliser un antibiogramme au préalable, notamment en raison de la présence très fréquente de gènes de résistance aux tétracyclines (**Hansson *et al.*, 2018 ; Besier *et al.*, 2018**).

c. Vaccination

Les vaccins développés contre la campylobactériose doivent contenir à la fois des antigènes dirigés contre CJ et contre CFf car CJ et CFf n'offrent pas de protection croisée entre eux. Il existe un vaccin inactivé disposant d'une AMM en Nouvelle-Zélande (la campylobactériose étant la première cause d'avortements chez les ovins dans ce pays) : Campyvax4® (MSD Animal Health) (**Fenwick *et al.*, 2000**).

1.1.7 La leptospirose

La leptospirose est causée par la bactérie spirochète *Leptospira interrogans*. Chez les ruminants, celle-ci s'attaque fréquemment au système rénal mais peut aussi causer des avortements. C'est l'une des zoonoses les plus répandues dans le monde, pouvant chez l'homme entraîner insuffisance rénale, méningite et de multiples autres symptômes (**Pugh et Baird, 2012**).

1.2 Les causes virales

1.2.1 Border disease

1.2.1.1 Généralité

La Border disease, due à un pestivirus, fut décrite pour la première fois en 1959 en Grande Bretagne comme une entité clinique, à la frontière entre l'Angleterre et le pays de Galles (d'où le nom « border », frontière). Lors de l'infection pendant la gestation, c'est une maladie abortive et tératogène. Cependant, il n'est pas le seul virus à pouvoir être mis en cause lors d'avortements, de malformations ou de problèmes lors de la gestation. En effet, beaucoup d'analyses ne permettent pas de différencier le BDV du virus de la Diarrhée Virale Bovine (BVDV). Ce second virus pourrait lui aussi causer des problèmes de reproduction chez les petits ruminants même s'il n'est répertorié que chez les bovins sur le terrain actuellement (**Broaddus et al., 2009**).

Le virus de la Border Disease est un pestivirus petit virus à Acide ribonucléique (ARN), qui appartiennent à la famille des Flaviviridae. Ces virus touchent de nombreuses espèces comme les ongulés, les bovins, les porcs, les ovins et les ruminants sauvages. Le genre Pestivirus compte quatre espèces principales : le BVDV de génotypes 1 et 2, le BDV et le Virus de la Peste Porcine Classique (CSFV) (**Nettleton et Entrican, 1995 ; Broaddus et al., 2009**)

Les Pestivirus sont facilement détruits par la chaleur, les UV et les désinfectants usuels. De plus, l'enveloppe lipidique est sensible aux solvants organiques (**Maclachla et Dubovi, 2016**).

1.2.1.2 Épidémiologie

a. Modes de transmission

- Par contact direct entre animaux : par ingestion ou inhalation du virus excrété dans les matières virulentes de moutons/chèvres ou de nouveau-nés infectés permanents (placenta, liquides fœtaux, produits d'avortement, salive, sécrétions nasales, urines ou fèces).
- Par voie conjonctivale
- Par voie génitale : Via la semence de bélier infecté
- Par voie transplacentaire. Cette voie de transmission joue un grand rôle dans l'épidémiologie de l'affection. Les brebis infectées permanentes et les brebis gestantes naïves infectées au cours de la gestation peuvent transmettre le virus à leur fœtus. Elles donnent alors naissance à des agneaux infectés permanents immunotolérants (IPI) : ces agneaux IPI présentent une virémie constante, n'ont pas d'anticorps dirigés contre le virus et excrètent l'agent pathogène

en permanence et en grande quantité. Les brebis IPI peuvent transmettre le virus aux fœtus sur plusieurs gestations.

- À partir de l'environnement contaminé (matériel d'élevage souillé, aiguilles...) par des matières virulentes d'animaux infectés (**Nettleton et Entrican, 1995 ; Broaddus *et al.*, 2009 ; Constable *et al.*, 2016, OIE, 2017)**)

La BD peut être une maladie qui s'achète, avec l'introduction dans le troupeau d'une brebis de renouvellement infectée permanente.

1.2.1.3 Signes cliniques

a. Chez les ovins

Lorsque le virus est introduit dans un troupeau naïf en début de gestation, on peut observer une épidémie de la maladie qui provoque divers troubles de la reproduction :

- **Infertilité** (augmentation du nombre de femelles vides)
- **Avortements** : ils ne sont généralement pas remarqués avant l'agnelage (les fœtus étant petits et momifiés la plupart du temps) et sont attestés par une augmentation brusque du nombre de brebis vides.
 - Mortalité embryonnaire et résorption précoce
 - Mortalité fœtale, avec fœtus avortés, momifiés ou macérés présentant des anomalies (hypoplasie cérébelleuse, l'hydrocéphalie, la porencéphalie et l'arthrogrypose).
 - Les avortements n'ont généralement pas de conséquences sur l'état général ou la fonction reproductrice des femelles : ils ne s'accompagnent souvent ni de rétention placentaire ni de métrite.

Les cotylédons sont de petite taille ou présentent des troubles de maturation avec des zones de nécrose grisâtres circonscrites (**Nettleton *et al.*, 1998 ; Pugh et Baird, 2012 ; Constable *et al.*, 2016, OIE, 2017)**)

• Mortinatalité

- **Naissance d'agneaux de faible viabilité avec ou sans signe clinique** (Agneaux avec des malformations et/ou des anomalies neurologiques/ Agneaux petits, faibles et immunodéprimés/ Agneaux sans anomalie clinique : il faut être vigilant dans ces cas là puisque les agneaux normaux sur le plan clinique peuvent tout de même être IPI)
- **Cas des agneaux IPI** : ils excrètent le virus continuellement et ne guérissent pas de l'infection. Ils sont issus de mères de tous âges, et présentent diverses malformations congénitales :

- Une toison hirsute avec une pigmentation anormale
- Des tremblements modérés à sévères et des troubles neurologiques et comportementaux:
- Une immunodépression et un retard de croissance
- Devenir des agneaux IPI (**Nettleton *et al.*,1998 ; Constable *et al.*, 2016, OIE, 2017)**)

b. Chez les caprins

- Chèvres gestantes : On observe des avortements. Les fœtus peuvent être plutôt bien développés ou petit et sous-développés, ou encore autolysés et méconnaissables.
- Cas des chevreaux IPI : Les chevreaux IPI présentent des symptômes comparables à ceux des agneaux IPI : ils sont faibles, chétifs et présentent parfois des tremblements et de l'ataxie. Cependant, aucune malformation du squelette ou de la toison n'a été décrite. Il faut également être vigilant puisque les chevreaux normaux sur le plan clinique peuvent être IPI.
- Chèvres non gestantes : Il n'y a aucun signe décelable (**Nettleton *et al.*,1998 ; Pugh et Baird, 2012 ; Constable *et al.*, 2016, OIE, 2017)**)

1.2.1.4 Diagnostic

Le diagnostic clinique est difficile sur le terrain, le tableau clinique étant souvent incomplet et, souvent, les éleveurs n'appellent pas le vétérinaire lorsqu'ils observent des lésions tératogènes chez les agneaux. De plus, le virus peut se manifester uniquement par des échecs de la reproduction avec mortalité fœtale ou embryonnaire suivies d'une résorption, un avortement ou une momification. Chez les caprins, l'avortement est souvent le principal signe visible (**Nettleton et Entrican, 1995 ; Broaddus *et al.*, 2009)**)

a. Diagnostic direct / virologique

Le virus peut être détecté dans le sang et les tissus par isolement du virus, ELISA (antigène), les techniques de PCR conventionnelle et RT-PCR, immunofluorescence ou immunohistochimie.

b. Diagnostic indirect / sérologique

Les anticorps peuvent être détectés dans le sérum par sérologie ELISA ou test de séroneutralisation virale. Pour confirmer une infection aiguë due à la border disease, le prélèvement de deux échantillons de sérum, l'un en phase aiguë et l'autre pendant la phase de convalescence, constitue la meilleure approche.

1.2.1.5 Prophylaxie

a. Mesures sanitaires

Les mesures sanitaires lors d'avortements ont pour but de contrôler l'excrétion au sein du troupeau et de limiter la dissémination de l'infection dans le cheptel mais également dans d'autres exploitations qui pourraient être concernées (voisinage, commerce, mélange de cheptels sur des pâtures).

- Isolement de la ou des femelle(s) ayant avorté du reste du troupeau
- Ramassage et destruction des matières virulentes (placenta, avorton, litière souillée)
- Désinfection des locaux et du matériel (trempage, décapage, déterSION et désinfection)
- Application des mesures classiques d'hygiène : Port de bottes propres, désinfection avec un pédiluve à l'entrée et à la sortie des bâtiments d'élevage.
- Vérifier les statuts sanitaires du cheptel lors de ventes ou d'achats d'animaux
- Dépister et éliminer les animaux IPI du troupeau :
- Éviter l'introduction de nouveaux animaux porteurs du virus (**Menzies, 2007**). ; **Pugh et Baird, 2012 ; Constable et al., 2016, OIE, 2017**)

b. Mesures médicales

Il n'existe pas de traitement curatif spécifique disponible actuellement contre les infections dues au virus de la border disease.

1.2.1.6 Vaccination

La vaccination est un moyen de lutte efficace contre l'infection par les pestivirus : elle permet une protection clinique, une réduction de l'excrétion virale à la suite d'infections transitoires et une protection fœtale contre une infection transplacentaire en début de gestation (**Menzies, 2007**).

Actuellement, on ne dispose pas de vaccin ayant une AMM pour la prévention de l'infection par le virus de la border disease chez les ovins. On prescrit alors, en respectant le principe de la cascade, des vaccins disponibles chez les bovins permettant de lutter contre la BVD.

Peu d'études ont été menées pour évaluer l'efficacité de l'utilisation des vaccins bovins chez les petits ruminants. Des réponses en anticorps séroneutralisants ont été observées chez des ovins vaccinés à demi-dose bovine avec le vaccin vivant atténué (**Constable et al., 2016, OIE, 2017**)

1.2.2 Le virus Bluetongue (BTV)

La Bluetongue (BT) ou La fièvre catarrhale du mouton (FCO) c'est une maladie infectieuse, non contagieuse touchant les ruminants et plus spécialement les ovins, causée par un orbivirus de la famille des Réoviridae. Il est transmis par un moucheron du genre *Culicoides* transmettant le virus à des animaux réceptifs après s'être infectés à partir d'animaux virémiques **(OIE, 2014)** Pour la majorité des espèces de culicoïdes, les femelles adultes sont hématophages ; elles prennent un repas sanguin tous les 3 ou 4 jours environ, et sont principalement rencontrées au niveau du sol, à proximité des animaux **(Saegerman et al., 2009 ;**

La FCO se traduit par « une atteinte fébrile de l'état général associée à une inflammation des muqueuses s'exprimant notamment par une stomatite (« blue tongue »), des boiteries et une raideur musculaire, des avortements, et provoquant parfois, particulièrement chez les ovins, une mortalité élevée ». L'impact économique de la maladie est élevé : la morbidité est importante, elle est grave sur le plan médical et entraîne des restrictions au commerce d'animaux, de semences et d'embryons entre les régions indemnes et les régions d'enzootie. La maladie représente également un coût en termes de surveillance, dépistage et vaccination.

L'avortement lié à une infection par la BT vient de façon saisonnière, et cela est expliqué par l'activité saisonnière du vecteur. Les brebis infectées durant la gestation peuvent présenter de la momification, de l'avortement ou la naissance des agneaux avec des malformations congénitales (hydrocéphalie, des malformations squelettiques). Les chèvres sont fréquemment infectées dans les régions endémiques prouvées par sérologie, mais elles présentent rarement de signes cliniques. La BT est peu incriminée lors d'un avortement caprin **(OIE, 2014 ; Maclachlan et Dubovi, 2016 ; Jilo et al., 2016)**

Le virus de la fièvre catarrhale peut être isolés à partir du sang, le sperme, le cerveau et la rate de l'avorton, l'isolement viral est amélioré s'il le sang est collecté pendant les périodes fébriles. L'identification du BTV peut être réalisée par isolement viral, test ELISA et RT-PCR **(Saegerman et al., 2009 ; Maclachlan et Dubovi, 2016 ; Jilo et al., 2016)**

La vaccination contre la bluetogue est d'une valeur douteuse en raison du grand nombre de sérotypes. L'hébergement des moutons en dehors des zones de basse altitude pendant la saison de moucheron, surtout la nuit, peut aider à prévenir la maladie **(Maclachlan et Dubovi, 2016 ; Jilo et al., 2016).**

1.2.3 Le virus Akabane

Le virus Akabane c'est un arbovirus de la famille des Bunyaviridae, séroroupe Simbu, est transmis par des moucheron et des moustiques de la famille de culicoïdes. Il se reparti en Australie, au Japon, en Moyen-Orient, en Afrique du Sud et en Argentine (**Maclachlan et Dubovi, 2016**).

Les signes cliniques d'une infection par le virus Akabane sont observés chez les ovins et les caprins. L'infection des animaux non gestants est subclinique, l'état des femelles gestantes infectées n'est pas altéré mais peuvent présenter des avortements, des mortinatalités, ou des momifications, ou donnent naissance à 60 des agneaux avec arthrogrypose et/ou hydroencéphalie qui peuvent causer une dystocie (**Pugh et Baird, 2012**).

1.2.4 Le virus de la vallée de Rift (RVF)

La fièvre de la vallée du Rift (FVR) est une zoonose due à un arbovirus de la famille des Bunyaviridae, genre Phlebovirus, responsable chez les petits ruminants d'hépatite nécrosante, d'avortement et de mortalité périnatale, et causant chez l'homme une pathologie allant du syndrome grippal à des formes graves : syndrome ictéro-hémorragique, encéphalite et chorioretinite (**Maclachlan et Dubovi, 2016**).

Le virus de la FVR est probablement présent dans tous les pays de l'Afrique sub-saharienne. Cette maladie est répartie dans les zones où les conditions écologiques sont favorables au développement des moustiques vecteurs du virus pendant la saison des pluies de juillet à novembre, considérée comme la période à risque d'apparition de la FVR (**Lancelot et al., 1989 ; Arsevska et al., 2016**).

Une épizootie de FVR se manifeste d'abord, en général, par une vague d'avortements dans le bétail, signe annonciateur de l'épidémie, de nombreux morts chez les jeunes animaux, associés à des cas d'infection humaine. La FVR a une période d'incubation courte de 12 à 36 h par exemple chez l'agneau. Une hyperthermie biphasique pouvant atteindre 41°C peut apparaître. Les agneaux survivent rarement plus de 36 h après l'apparition des signes de la maladie (**Lancelot et al., 1989 ; Dubois, 2001**).

Chez les brebis gravides, selon les foyers et les troupeaux, les taux de mortalité et d'avortement varient de 5 % à presque 100 %. La lésion la plus sévère affectant les avortons et les agneaux nouveau-nés se caractérise par une augmentation du volume du foie qui est friable et mou. Une congestion hépatique en plaques irrégulières est aussi présente, associée à une modification de

la couleur de l'organe qui devient brun-jaunâtre ou brun-rougeâtre (**Lancelot et al., 1989 ; Dubois, 2001**).

Il est basé sur la sérologie : différentes techniques, dont le test ELISA, mettent en évidence la présence d'IgM puis d'IgG spécifiques qui apparaissent après 5 à 6 jours d'évolution clinique, et sur la RT-PCR (**Pépin, 2011**)

La lutte contre la RVF comporte, entre autres, dans les régions menacées, la vaccination systématique des ruminants afin d'éviter qu'ils jouent un rôle de producteurs importants de virus permettant l'infection des arthropodes.

Habituellement, la maladie chez l'Homme est bénigne ; comme pour bien d'autres arboviroses, elle consiste en une fièvre élevée pendant 3 jours environ, des nausées, des vertiges, une photophobie, des courbatures et des douleurs, articulaires (**Pépin, 2011**)

1.2.5 Le Schmallerberg virus (SBV)

Le virus Schmallerberg (SBV) a été identifié en Allemagne en novembre 2011. Il s'agit d'un virus de la famille des Bunyaviridae, genre Orthobunyavirus, appartenant au séro groupe Simbu. L'analyse métagénomique d'échantillons prélevés sur des bovins adultes a permis de rapprocher le SBV des virus Akabane, Aino et Shamonda (**Wernike et al., 2014 ; Stavrou et al., 2017**).

Les virus appartenant à ce groupe sont non contagieux, transmis par des arthropodes hématophages, notamment des moustiques et des moucheron du Genre *Culicoides*. Le virus a été mis en évidence chez des ovins, des caprins et des bovins en Allemagne, aux Pays-Bas, en Belgique, au Royaume-Uni et en France, en Italie, à Luxembourg et en Espagne (**Wernike et al., 2014 ; 2015**)

La maladie se manifeste chez le bovin adulte par une chute de la production laitière, de la fièvre, une diarrhée pouvant être sévère et parfois des avortements. La virémie est très courte (1 à 6 jours environ) et les symptômes diminuent après quelques jours.

Aucun symptôme n'a encore été décrit chez les moutons et les chèvres adultes sauf chez les brebis laitières. Le virus peut être transmis au fœtus durant la gestation, ce qui peut provoquer non seulement des avortements et la mise bas d'animaux mort-nés, mais également des malformations des agneaux, et chevreaux nouveau- nés. Les malformations constatées le plus souvent sont les suivantes : grave arthrogrypose des membres, torticolis, scoliose, hydroencéphalie, hypoplasie du cervelet, brachygnathie inférieure et agrandissement du thymus.

La déformation des membres peut rendre la mise-bas difficile (Wernike *et al.*, 2014 ; Stavrou *et al.*, 2017).

Le virus traverse aisément le placenta et infecte le système nerveux central du fœtus. Ainsi, le virus a été isolé dans le cerveau, les nerfs et la moelle épinière d'agneaux. La sévérité des lésions observées dépend du moment où la femelle gestante naïve est infectée, et dépend donc du stade de développement du système nerveux central du fœtus (Wernike *et al.*, 2014 ; Lievaart-Peterson *et al.*, 2015 ; Stavrou *et al.*, 2017).

Chez les petits ruminants, l'atteinte des adultes n'a pas été décrite jusqu'à présent. La naissance d'agneaux et de chevreaux présentant de l'arthrogrypose, du brachygnathisme, de l'hydroencéphalie, mort-nés ou très faibles, justifie la poursuite d'analyses au niveau sérologique ou virologique (Wernike *et al.*, 2014 ; 2015).

1.3 Les maladies parasitaires

1.3.1 La Toxoplasmose

1.3.1.1 Généralités

La toxoplasmose est une infection endémique globale causée par *T. gondii* (Addebous *et al.*, 2012). *Toxoplasma gondii* est un protozoaire intracellulaire obligatoire appartenant à l'ordre des Coccidies, phylum Apicomplexa, organismes définis par un pôle apical complexe et unique, responsable d'une infection très répandue dans le règne animal chez tous les animaux homéothermes, y compris l'homme (Dubey, 1998). Ce phylum regroupe également d'autres pathogènes humains (*Plasmodium*, *Cryptosporidia*, *Isospora*) ainsi qu'animaux (*Neospora*, *Eimeria*, *Babesia*, *Theileria*).

1.3.1.2 Morphologie de *Toxoplasma gondii*

Le toxoplasme présente au cours de son cycle 3 stades infectieux : les tachyzoïtes (ou forme végétative), les bradyzoïtes au sein de kystes latents dans les tissus et les sporozoïtes au sein des oocystes.

a. Le Tachyzoïte

Il a la forme d'un croissant ou d'un arc de 6 à 8 µm de long sur 3 à 4 µm de large. Son extrémité est arrondie tandis que son extrémité antérieure est plutôt effilée présente l'appareil de pénétration appelé complexe apicale (Figure 8) (Montoya et Liesenfeld, 2004).

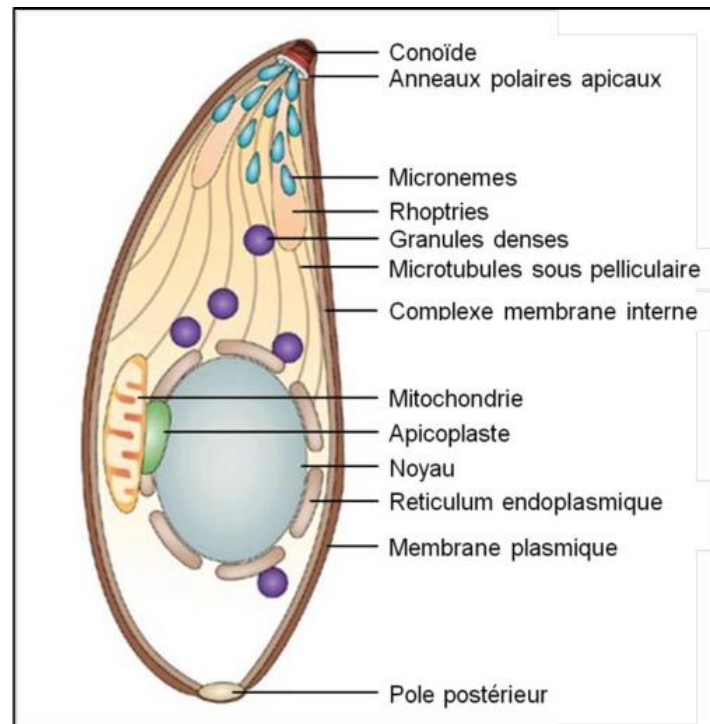


Figure 10 : Représentation schématique d'un tachyzoïte de *T. gondii* (Baum *et al.*, 2006)

Le tachyzoïte représente la forme proliférative et virulente du parasite. Ce stade a la particularité de pouvoir infecter n'importe quel type cellulaire nucléé (Carruthers et Sibley, 1997). Mais, il ne résiste pas dans le milieu extérieur et sa sensibilité à la digestion pepsique et tryptique rend incertaine sa transmission par voie orale (Dubey, 1998a). Son rôle dans la transmission épidémiologique serait donc mineur. Lors de la phase aiguë de l'infection, il pénètre activement dans les cellules, en particulier les cellules du système réticulo-histocytaire grâce à son complexe apical (Sibley, 2004 ; Ortega-Mora, 2007). A l'intérieur des cellules, la multiplication des tachyzoïtes est très rapide et se réalise par endodyogénie. Lorsque la cellule contient plusieurs tachyzoïtes. Elle est lysée ce qui permet l'invasion des cellules voisines par les tachyzoïtes ainsi libérés et leur dissémination dans l'ensemble de l'organisme infesté (Ortega-Mora, 2007 ; Chartier, 2014).

b. Le Bradyzoïte

Le stade *bradyzoïte* résulte de la transformation du stade précédent sous la pression de la réponse immunitaire et inflammatoire de l'hôte infesté (Tomavo, 2001). Les bradyzoïtes ont une structure proche de celle du tachyzoïte mais sont un peu plus petits, leur multiplication est plus lente et leur métabolisme est ralenti. Protégés par membrane épaisse et résistance d'un kyste, ils constituent la forme la plus latente du parasite et peuvent persister toute la vie de l'hôte (Montoya et Liesenfeld, 2004 ; Dzierszynski *et al.*, 2004).

Ces kystes apparaissent entre 7 et 10 jours après l'infection. Ils peuvent se développer dans plusieurs types cellulaires mais persisteront préférentiellement dans les tissus musculaires et cérébraux.

Les kystes ayant une durée de vie assez longue, sont la source principale de contamination par ingestion de viande crue ou mal cuite. En effet, le bradyzoïte peut résister plusieurs jours à température ambiante et jusqu'à plusieurs semaines à +4°C. Il peut aussi survivre à la congélation jusqu'à 3 jours à -10°C et 2 jours à -20°C (**El-Nawawi et al., 2008**). Au contraire, la cuisson à plus de 67°C pendant quelques minutes suffit à détruire complètement les bradyzoïtes (**Dubey et al., 1990 ; Dubey, 2000**).

c. Le Sporozoïte

Le stade *sporozoïte* présent dans les oocystes sporulés est l'élément infectant résultant de la reproduction sexuée dans les cellules épithéliales du chat et d'autres félinés. L'oocyste constitue la principale forme de résistance et de dissémination dans l'environnement extérieur (sol, végétaux, eau...) (**Dubey et al., 1998**). Les oocystes non sporulés (10 à 12 µm de diamètre) émis dans les fèces de chat contiennent une masse unique, le sporoblaste. Après sporogonie, 2 sporocystes contenant chacun 4 sporozoïtes sont présents dans les oocystes sporulés. Les sporozoïtes sont peu différents en microscopie optique et électronique des autres stades infectants (**Speer, 1998**). Ils sont capables également de pénétrer activement dans les cellules des hôtes intermédiaires, par un processus légèrement différent de celui des tachyzoïtes (**Tilley, 1997**).

1.3.1.3 Cycle évolutif et transmission

Le cycle de vie de *Toxoplasma gondii* comporte un cycle sexué chez l'hôte définitif (félinés) et un cycle asexué chez l'hôte intermédiaire (mammifère ou oiseau), mais contrairement à la plupart d'entre eux, ce cycle sexué est facultatif avec des possibilités de transmission directe à travers le cycle asexué

a. Le cycle sexué

La reproduction sexuée de *T. gondii* se fait uniquement chez l'hôte définitif (les félins) (Figure 12). Après ingestion du tissu kystique contenus dans ses proies (oiseaux, souris...) ou des oocystes qui souillent l'environnement, les bradyzoïtes ou sporozoïtes contenus respectivement dans ces tissus, sont libérés dans l'intestin de l'animal. Cette libération est due à une destruction de la membrane kystique par les enzymes gastriques (**Boothroyd, 2009**). Ensuite, le parasite entre en répllication asexuée à nombre limité et est caractérisée par la formation de mérozoïtes

par schizogonie. Ces formes asexuées vont produire par la suite des gamétocytes mâles et femelles(gamétogonie) (**Speer et Dubey, 2005**). La fertilisation des gamètes permet la formation d'un zygote diploïde dans un oocyste immature qui sera excrété sous forme non sporulée (non infectieux) dans les excréments du chat (**Dubey, 2006**). Dans le milieu extérieur, ces oocystes deviennent infectieux en 1 à 5 jours après un processus appelé sporogonie qui permet la formation des sporozoïtes. Un oocyste mesure entre 10 à 12µm de diamètre et peut résister à l'environnement externe plusieurs mois. Ils sont infectants pour les hôtes intermédiaires comme pour les hôtes définitifs (avec une moins grande efficacité dans ce dernier cas) (**Fritz et al., 2012**).

b. Le cycle asexué

Les oocystes, après ingestion par l'hôte intermédiaire libèrent les sporozoïtes qui vont alors pénétrer dans les cellules épithéliales intestinales, se transformant en tachyzoïtes (de 6 à 8 µm de long sur 3 à 4 µm de large). Les tachyzoïtes entament leur division par un mode de division dit de l'endodyogénie (Figure 12), dans une vacuole parasitophore au sein des cellules endothéliales capillaires, des macrophages, des lymphocytes, des neutrophiles, des éosinophiles, des cellules des muscles lisses et des fibroblastes de la *lamina propria* intestinale (**Dubey et al., 1998 ; Francia et Striepen, 2014**). Après une parasitémie brève (phase aiguë de l'infection), les parasites s'enkystent dans les tissus (phase chronique), en particulier les muscles striés et le cerveau, sources de contamination de l'hôte définitif. Ces kystes vont survivre plusieurs mois, voire plusieurs années, peut-être toute la vie de l'hôte (**Black et Boothroyd, 2000**).

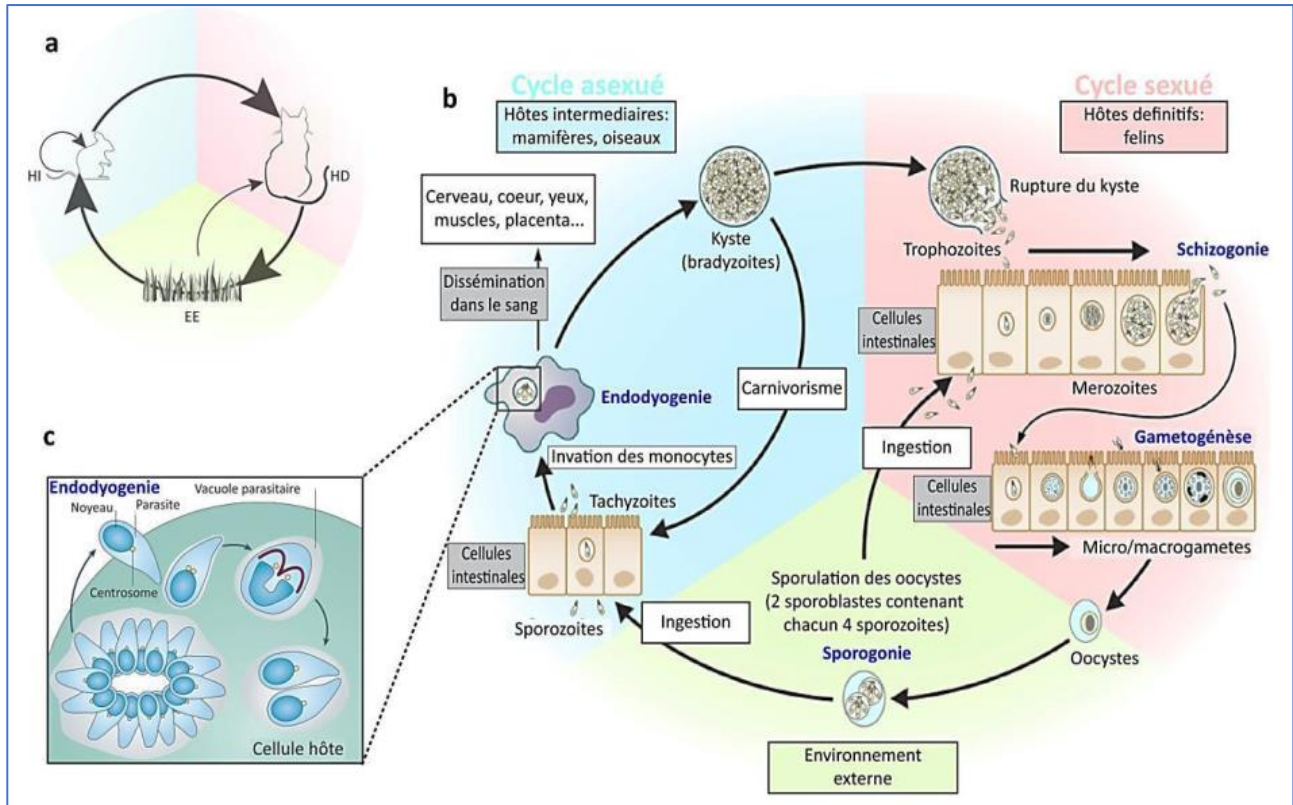


Figure 11 : Cycle de vie de *T. gondii* dans les différents environnements
(Amiar, 2016 adaptée de Francia et Striepen, 2014).

a) Le cycle de vie classique du parasite entre les hôtes définitifs (HD) que sont les félins, les hôtes intermédiaires (HI) que sont les mammifères et les oiseaux et l'environnement externe (EE) où les oocystes se disséminent. Les voies de transmission (verticales ou horizontales) sont représentées par des flèches. b) Représentation détaillée du cycle de vie de *T. gondii*. c) la division du tachyzoïtes dans la cellule hôte.

1.3.1.4 Modes de transmission

Les différents hôtes du toxoplasme peuvent donc se contaminer par trois voies :

- Ingestion d'oocystes sporulés contaminant l'eau ou les aliments ;
- Ingestion de kystes à bradyzoïtes dans de la viande mal cuite ou crue ;
- Transmission fœto-maternelle : le passage transplacentaire des tachyzoïtes est possible lors de la phase aigüe (Derouin *et al.*, 2008).

Chez les ruminants, la contamination se fait majoritairement par ingestion d'oocystes contaminant les pâtures ou l'eau ainsi que par transmission verticale lorsque la mère est infectée pour la première fois au cours de sa gestation. Les rongeurs et les oiseaux, jouent le rôle d'hôte intermédiaire, mais servent également de vecteur mécanique et disséminent les oocystes (Menzies, 2011).

L'infection via les ookystes contenus dans le lait cru a été démontré chez l'humain (**Tenter et al., 2000**) mais n'a jamais été étudiée chez l'animal (**Chartier, 2014 ; Stelzer et al., 2019**)

1.3.1.5 Pouvoir pathogène

La toxoplasmose est une maladie grave chez les petits ruminants. On observe divers symptômes selon l'espèce hôte, le statut immunitaire de l'animal atteint et la virulence de la souche du parasite. Les infections dues à *T. gondii* sont majoritairement asymptomatiques chez les petits ruminants, sauf si l'infestation a lieu pendant la gestation : la toxoplasmose à *T. gondii* est une cause majeure d'avortements dans de nombreuses régions du monde chez les ovins et les caprins. Dans un troupeau naïf, la contamination peut se traduire par une augmentation très élevée des avortements durant les années suivantes. La maladie est due aux formes asexuées de *T. gondii* (tachyzoïtes et bradyzoïtes) chez les ruminants (**Chartier, 2014 ; Chartier, 2018 ; Stelzer et al., 2019**)

1.3.1.6 Manifestation clinique

Infection pendant la gestation :

La toxoplasmose congénitale ovine et caprine survient après une infection primaire chez une femelle gestante naïve. Elle est à l'origine de multiples troubles de la reproduction. Le moment de l'infection transplacentaire par rapport au stade de gestation détermine la sévérité des conséquences sur le fœtus :

- Infection en début de gestation : mortalité embryonnaire précoce à passera pour de l'infertilité
- Infection en milieu de gestation : avortements à mort-né(mortinatalité) ou nouveau-né chétif avec éventuellement un avorton momifié
- Infection au dernier tiers de gestation : le nouveau-né peut être faible et mourir peu après la naissance (lésions cérébrales) ou être parfaitement viable (cliniquement sain avec infection non apparente). Les avortements tardifs sont rares cependant.
- L'incidence de la maladie dépend du nombre de femelles naïves du troupeau et du degré de contamination de l'environnement (eau, nourriture, pâtures) par des oocystes. Ce degré de contamination de l'environnement dépend de la population de chats et des conditions environnementales. (**Chartier, 2014 ; Chartier, 2018 ; Stelzer et al., 2019**)
- Les avortements ont généralement lieu dans les 4 semaines post-infection, et sont très variables : ils présentent un caractère épizootique ou sporadique selon le statut

immunitaire du troupeau. De plus, il n'y a pas d'avortements répétés. La femelle infectée qui avorte ne présente pas de signes cliniques particuliers.

- L'existence simultanée d'un fœtus momifié et d'un avorton plus développé, d'un mort-né ou d'un petit vivant est très évocatrice.
- Le placenta peut également présenter des points blancs de nécrose visibles à l'œil nu (1mm) qui sont parfois considérés comme pathognomoniques. Infection avant ou après la gestation

L'infection des femelles avant la gestation n'entraîne ni trouble de la gestation, ni naissance de nouveau-nés infectés. De plus, ces femelles présentent une très nette résistance à la réinfection puisqu'elles développent une immunité efficace et durable contre le parasite (**Ortega-Mora, 2007 ; Chartier, 2014 ; Chartier, 2018 ; Stelzer et al., 2019**)

Les femelles infectées lors d'une gestation précédente ou en dehors d'une période de gestation ne produisent pas de petits infectés aux gestations suivantes. Un animal infecté le reste normalement toute sa vie, avec la présence de kystes à bradyzoïtes dans le cerveau et les muscles.

1.3.1.7 Diagnostic de la toxoplasmose

a. Diagnostic direct (parasitologique)

Mise en évidence du protozoaire *Toxoplasma Gondii* par PCR.

b. Diagnostic indirect (sérologique)

La sérologie peut permettre de connaître la situation épidémiologique d'un troupeau en établissant la prévalence globale et par classe d'âge. Elle permet donc d'évaluer le risque d'avortements par la mise en évidence des anticorps spécifiques anti-*Toxoplasma gondii* :

- Au niveau des fluides de l'avorton : ELISA Immunofluorescence Agglutination Autres méthode
- Dans le sérum de la femelle ayant avorté : ELISA (**De Crémoux et al., 2013 ; Chartier, 2018**)

1.3.1.8 Prévention

La stratégie vaccinale repose sur le fait qu'une primo-infection induit une immunité protectrice à vie, aussi bien chez l'homme que chez l'animal. La vaccination des chats et des animaux destinés à la consommation pourrait être une des solutions pour diminuer le risque d'infection humaine.

Chez le mouton et la chèvre, le seul vaccin disponible (*Ovilis Toxovax*, Intervet) est un produit vivant commercialisé et utilisé dans les pays où les risques d'avortement dus à la toxoplasmose sont grands. Le vaccin stimule une immunité efficace pour au moins 18 mois après une simple injection sous-cutanée, mais le mouton ne garde pas une infection persistante car le vaccin est incapable de produire des kystes tissulaires (Silva, 2016 ; Sánchez-Sánchez *et al.*, 2018)

1.3.2 Néosporose

1.3.2.1 Généralité

La néosporose est une maladie due à *Neospora caninum*, un protozoaire du phylum Apicomplexa considéré depuis plus de deux décennies comme un agent abortif majeur du bétail dans différentes parties du globe.

Il appartient à la classe des Coccidia, qui regroupe les coccidies au sens large, ce qui implique la production par *Neospora caninum* de spores et d'un complexe apical complet. On classe ce parasite dans l'ordre des Eucoccidiorida, coccidies au sens strict, et dans le sous-ordre des Eimeriorina, ce qui signifie qu'il a la capacité d'avoir une reproduction sexuée par syngamie et qu'il possède un cycle homoxène ou dixène.

Il fait partie de la famille des Sarcocystidae, ce qui signifie qu'un hôte intermédiaire intervient au sein du cycle. Enfin il appartient à la sous-famille des Toxoplasmatinés, comme *Toxoplasma gondii*, ce qui implique notamment chez l'hôte définitif que la reproduction asexuée est suivie d'une reproduction sexuée (Chermette et Marquer, 2000).

Neospora caninum est un parasite très proche de *Toxoplasma gondii*.

1.3.2.2 Cycle évolutif

Le cycle de *Neospora caninum* est un cycle hétéroxène faisant intervenir des nombreux hôtes intermédiaires et définitifs

a. Chez l'hôte définitif

Les hôtes définitifs reconnus à ce jour sont le chien (*canis lupus familiaris*), le coyote (*canis latrans*), le loup gris (*canis lupus*) ainsi que le dingo (*canis lupus dingo*) (Goodswen *et al.*, 2013) (Figure 13).

Le chien ingère de la viande d'hôtes intermédiaires infectés qui comporte des kystes tissulaires à bradyzoïtes. Ces kystes à bradyzoïtes sont la plupart du temps situés dans le système nerveux et les muscles squelettiques.

Les oocystes non sporulés sont ensuite excrétés dans les fèces des chiens. Puis la sporulation a lieu, et chaque oocyste contient deux sporocystes, chacun d'eux contenant quatre sporozoïtes.

Les oocystes de *Neospora caninum* constitue un réservoir de l'infection dans l'environnement (Goodswen *et al.*, 2013 ; McAllister, 2016 ; Nishikawa, 2017).

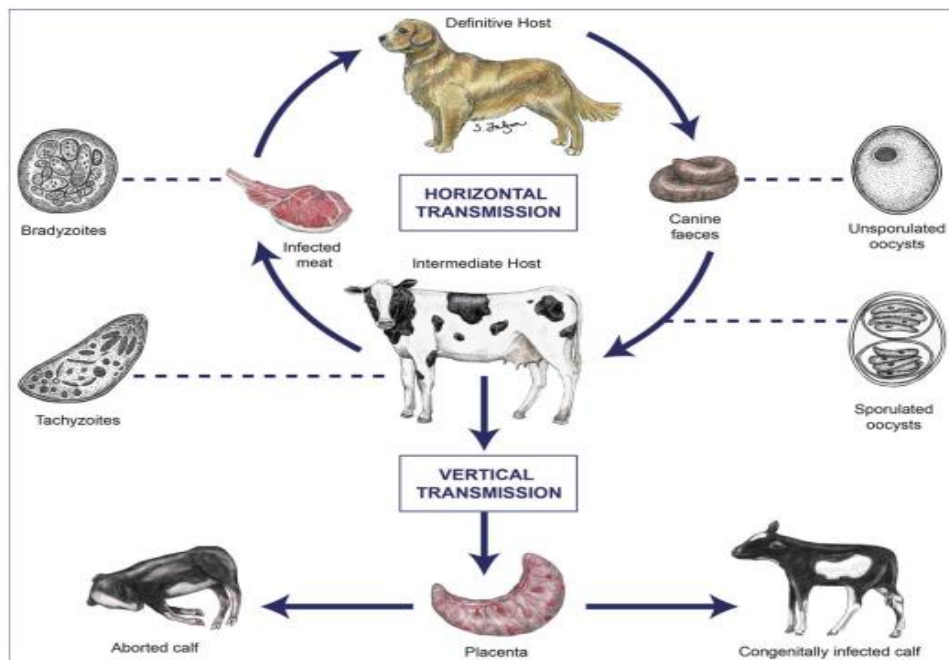


Figure 12 : Cycle de *Neospora caninum* (Goodswen *et al.*, 2013)

b. Chez l'hôte intermédiaire

Les hôtes intermédiaires sont multiples mais semblent cependant plus réduits que pour *Toxoplasma gondii*.

Lorsque les oocystes sporulés sont ingérés par un hôte intermédiaire, les sporozoïtes sont libérés et se transforment en tachyzoïtes. Les tachyzoïtes envahissent activement une grande variété de cellules nucléées. Ils sont ensuite enfermés dans des vacuoles parasitophores, dans lesquelles ils se divisent rapidement. La prolifération des tachyzoïtes provoque la lyse de la cellule hôte, et les tachyzoïtes nouvellement formés infectent les cellules voisines. Ils peuvent se disséminer dans tout l'organisme via la circulation sanguine, avec une possibilité de transmission transplacentaire fréquente chez les animaux gestants. Cette phase de prolifération et dissémination des tachyzoïtes s'achève une fois que l'hôte développe une réponse immunitaire protectrice, entraînant la conversion des tachyzoïtes en bradyzoïtes.

Les bradyzoïtes sont les stades de répllication lente du parasite, et peuvent former des kystes tissulaires intracellulaires. Ces kystes possèdent une paroi épaisse, protégeant ainsi les parasites des réactions immunitaires et physiques de l'hôte. Ils se trouvent principalement dans le système

nerveux central, mais sont également retrouvés dans les muscles squelettiques. Ils peuvent persister chez les hôtes infectés pendant plusieurs années sans entraîner de signes cliniques (Goodswen *et al.*, 2013 ; McAllister, 2016 ; Nishikawa, 2017 ; Chartier, 2018).

1.3.2.3 Pathogénie

La néosporose est une affection du placenta et du fœtus qui suit une parasitémie de la mère, elle-même résultant d'une infection primaire (exogène) ou d'une réactivation d'une infection persistante(endogène) au cours de la gestation. Les principaux facteurs influençant la pathogénie de l'infection sont liés à l'invasion du parasite, sa réplication, son établissement dans la cellule hôte et la capacité de l'hôte à mettre en place une réponse immune efficace pour empêcher sa prolifération et sa persistance (Marugan-Hernandez, 2017 ; Chartier, 2018)

a. Modes de transmission

- Verticale : Transplacentaire, de la mère au fœtus.
- Horizontale : Postnatale, par voie orale par ingestion d'oocystes présents dans les fèces de chiens ou autres canidés infectés et contaminant les aliments (pâtures, ensilages, fourrages...) ou l'eau (McAllister, 2016 ; Nishikawa, 2017)

b. Signes cliniques

L'infection est cliniquement similaire à celle de la toxoplasmose. Elle est soit asymptomatique, soit se manifeste par des avortements survenant pour la plupart entre 3 et 4 mois de gestation. La gestation peut également arriver à terme et donner des chevreaux /agneaux faibles ou mort-nés (Chartier, 2018).

1.3.2.4 Diagnostic de la néosporose

Pour le diagnostic direct (recherche directe du parasite) :

- Immunohistochimie : Recherche directe du parasite dans les tissus
- Examen anatomopathologique : Recherche directe du parasite dans les lésions
- PCR : Recherche sur différents tissus : Cœur, cerveau, rein ou poumon pour des fœtus de moins de 6 mois
- Le placenta n'est pas un prélèvement de choix car le parasite n'y est pas forcément identifiable.

Pour le diagnostic indirect (recherche des anticorps) :

- Sérologie ELISA (plusieurs types de kits sont disponibles)

- Immunofluorescence Indirecte (IFI) : Si le taux de la réaction est élevé (> 640), il est fort probable *Neospora caninum* soit à l'origine de l'avortement. De plus, cette suspicion est renforcée si la PCR sur avorton est positive (**McAllister., 2016 ; Chartier, 2018**)

1.3.2.5 Contrôle de l'infection

La néosporose est une parasitose difficile à contrôler médicalement. Les mesures d'hygiène générale servent à protéger l'élevage en prévenant la diffusion de l'agent pathogène :

- Isoler la femelle ayant avorté
- Désinfecter les locaux : Le local de vêlage ou celui d'isolement de la femelle ayant avorté doit être nettoyé, décapé puis désinfecté, pour éviter la contamination d'autres animaux. L'hygiène autour du vêlage est la base fondamentale de la prévention d'autres avortements.

En ce qui concerne les mesures médicales, des essais ont montré que le toltrazuril, anticoccidien, pouvait retarder l'excrétion des tachyzoïtes. Il s'agit donc uniquement d'un parasitostatique, non suffisant pour éliminer la parasitose. De plus il n'y a aucune preuve d'action sur les bradyzoïtes (**Debeche et al., 2011**).

Concernant la prophylaxie médicale, un vaccin a été développé pour les bovins, le Bovilis NeoGuard® (Laboratoires Intervet-MSD, non disponible en France), avec pour l'instant des essais terrains au succès modéré (**Weston et al., 2012**).

2. Étiologies non infectieuses

Les avortements non infectieux peuvent être dus à des facteurs nutritionnels, chimiques, physiques, génétiques ou iatrogènes.

2.1 Facteurs nutritionnels

2.1.1 Déficience en énergie et en protéines

Un apport inadéquat en énergie ou en protéines occasionnera inévitablement la naissance d'agneaux et des chevreaux plus petits et plus faibles. Et, dans les deux cas, le diagnostic pourra être interprété à tort par des avortements à *Chlamydia*. De plus, la déficience en énergie augmentera les risques de toxémie de gestation qui est souvent la cause d'avortement (**Redmer et al., 2004**)

Si l'alimentation est déficiente en milieu de gestation, cela aura un impact important sur le développement du placenta et se traduira par la naissance d'agneaux/ chevreaux plus petits.

Si l'alimentation est déficiente en fin de gestation, cela pourra conduire à l'apparition de toxémie de gestation ou d'hypocalcémie, à la mort des agneaux ou des chevreaux ou à la naissance de sujets plus petits et plus faibles. Elle peut également mener à la production insuffisante de colostrum se poursuivirent par une production de lait insuffisante (**Bielli et al., 2002**)

Le traitement consiste à réajuster le programme alimentaire afin de rétablir les niveaux en énergie et en protéines de la ration pour qu'ils puissent répondre adéquatement aux besoins réels du troupeau.

2.1.2 Toxémie de gestation

Chez les petits ruminants, la toxémie de gestation est un désordre métabolique des femelles gestantes, causé par un métabolisme anormal des hydrates de carbones et graisses. Cela peut arriver en fin de gestation. Cette pathologie est plus fréquente chez les brebis maigres (Body Condition Score BCS < 2/5) ou obèses (BCS > 4/5) mais également pour des gestations multiples (**Brozos et al., 2011**).

L'animal développe une hypoglycémie encéphalopathique, hypercétonémie/ hypercétonurie, qui se manifestent par de l'anorexie, des signes de dépression, des symptômes neurologiques, une perte de la vue, voir le coma. Le traitement consiste à administrer une source d'énergie (propylène glycol 600 mg/ml per os) et à enlever la cause provoquant cette baisse d'énergie (**Brozos et al., 2011**).

L'efficacité du traitement dépend de sa mise en place rapide et de son bon diagnostic. En phase terminale (symptômes neurologiques, perte de vue, animal couché), le traitement ne fera

qu'une amélioration transitoire. Seul un tiers des brebis survivent, surtout si le fœtus est déjà mort ou autolysé dans l'utérus. La toxémie de gestation doit être considérée comme un problème du troupeau (**Brozos et al., 2011**).

Pour la prévenir, on peut grouper les animaux gestants en fonction de leur score corporel (BCS), leur état de gestation et le nombre de fœtus (i). Ceci permet d'apporter une alimentation appropriée pour chaque groupe (**Brozos et al., 2011**).

2.1.3 Déficience en Iode

L'iode agit sur le fonctionnement de la glande thyroïde et donc la production des différentes hormones thyroïdiennes. Une alimentation déficiente en iode est la cause du goitre. Les signes cliniques les plus fréquents sont la perte de poids et de fertilité, des signes de faiblesse, de la laine peu abondante mais également par des avortements en fin de gestation ou des agneaux faibles. Un réajustement de l'alimentation en iode permet de rétablir rapidement la situation (**Ferri et al., 2003 ; Pugh et Baird, 2012**).

2.2 Facteurs toxiques

2.2.1 Intoxications végétales

L'avortement peut être provoqué par la consommation de substances à effet utéro-tonique présent dans certaines plantes (ex : la berce commune, *Heracleum sphondylium*). Certaines toxines sont à l'origine d'avortements car elles possèdent une activité analogue à une hormone, telle que les œstrogènes, entrant en jeu dans le maintien ou non de la gestation. (ex: légumineuses, *Medicago Sativa* (Luzerne commune) ou *Trifolium* (Trèfle) qui produisent des phyto-œstrogènes) (**Haskell et Ridge, 2013**).

Dans le cas d'avortements en série ne répondant pas aux anti-infectieux et pour lesquels aucun élément infectieux n'a pu être mis en cause, on peut émettre l'hypothèse d'intoxication par ingestion de plantes toxiques à l'aide de données épidémiologiques. Il faut, dans ce cas, prendre en compte les facteurs liés à l'animal, aux plantes, à leur environnement et aux interventions humaines. La consommation de plantes toxiques a surtout lieu lorsque les animaux sont en pâturage extensif.

2.2.2 L'intoxication par les métaux lourds

2.2.2.1 L'intoxication par le plomb

C'est une intoxication fréquente mais méconnue (Saturnisme). Elle est due à l'ingestion accidentelle d'un objet en plomb (batteries usagées ou des plombs de chasse) ou lors d'une

contamination accidentelle d'aliments (ensilage), ainsi que l'ingestion d'huile de vidange **(Berny, 2005)**.

L'intoxication aiguë par le plomb est toujours accidentelle. Elle se traduit par des troubles de l'équilibre, des troubles nerveux centraux rappelant une encéphalite parfois mortelle, grincements de dents, une cécité, des coliques et aussi des troubles digestifs précoces **(Black et al., 1992)**.

L'intoxication chronique est plus difficile à diagnostiquer, des troubles du comportement, un météorisme, une augmentation de la fréquence des avortements, des symptômes nerveux plus atténués **(Black et al., 1992)**.

2.2.2.2 Intoxications par le cuivre

L'intoxication au cuivre est fréquente particulièrement chez les ovins. Elle peut être liée à une pollution industrielle ou une pollution agricole ou domestique avec des fongicides à base de cuivre **(Parton et al., 2001)**.

2.2.2.3 Autres métaux

Les intoxications au mercure sont rares car il n'est plus utilisé. Les intoxications au molybdène sont souvent associées à une carence en cuivre. Les caprins sont peu sensibles aux intoxications aux métaux.

2.2.3 Intoxication par les nitrates

Dans le tube digestif des ruminants, les nitrates sont décomposés en nitrite et en ammoniaque, il peut y avoir toxicité quand le taux de production des nitrites excède le taux de conversion en ammoniaque, les symptômes en cas d'intoxication sont essentiellement des avortements, l'infertilité, ralentissement de la croissance, respiration rapide et mycose cyanosées **(Lorgue et al., 1987 ; Haury, 2000)**.

2.2.4 Les mycotoxines

Les mycotoxines sont des molécules toxiques produites par des espèces fongiques qui contaminent généralement les aliments de base et les aliments pour animaux **(Marroquín-Cardona et al., 2014)**.

La croissance fongique et la production de mycotoxines peuvent se produire sur le terrain et/ou pendant le stockage, dans des conditions de température et d'humidité appropriées **(Ji et al., 2016)**. Certaines peuvent provoquer des avortements chez les ruminants, mais le diagnostic est difficile à poser, le cas de l'ergot de seigle, est abortif par ses effets.

2.2.5 Facteurs physiques

Le stress thermique peut entraîner une hypoxie, l'hypotension, la libération de corticoïdes endogènes du fœtus et de l'acidose avec l'avortement ultérieur. En outre, la pyrexie maternelle est une cause plus importante que le stress thermique induit par l'environnement. Le traumatisme peut en outre jouer un rôle dans l'avortement et de la prématurité chez les petits ruminants (**Smith et Sherman, 2009**). La palpation manuelle de l'utérus entre le 35^{ème} et le 60^{ème} jour de gestation, l'insémination ou l'irrigation d'un utérus gestant, la présence de jumeaux, le transport, les interventions chirurgicales la torsion de l'utérus et le déplacement du cordon ombilical, constituent autant de facteurs pouvant être responsables d'avortements (**Hanzen, 2009**).

2.2.6 Intoxications iatrogènes

Diverses substances sont connues pour leur effet abortif et néfaste sur le fœtus. En cas d'infections parasitaires par exemple, de nématodes gastro-intestinaux et/ou trématodes hépatiques, l'administration de lévamisole n'est pas conseillée car elle peut être responsable d'avortements en fin de gestation (**Brozos et al., 2011**). Il faut également éviter les oestrogènes en début de gestation, les corticoïdes en fin de gestation associés ou non à une prostaglandine, les prostaglandines naturelles ou synthétiques entre le 5^{ème} et le 150^{ème} jour de gestation, les purgatifs, la phénothiazine, les dérivés du benzimidazole, les organophosphorés utilisés en cas d'évarronnage (**Hanzen, 2009**).

2.2.7 Autres causes

- Stress
- Manipulations excessives
- Entassement et chaleur excessive
- Transport
- Les carences en minéraux et vitamines (cuivre, magnésium, manganèse, sélénium, vitamine A etc.) (**CEPOQ, 2018**)

3. Diagnostic différentiel

La démarche diagnostique face à des avortements chez les petits ruminants va s'appuyer sur plusieurs éléments qui sont l'épidémiologie de l'affection considérée, les signes cliniques ainsi que les lésions observées.

La démarche diagnostique peut se décliner en trois étapes (Figure 14). Il s'agit d'abord de décrire l'épisode abortif (commémoratif). Un ensemble d'analyse de laboratoire complémentaire, conduites sur plusieurs animaux, va permettre la réalisation d'un diagnostic du groupe. Sur cette base, des arbres décisionnels peuvent être définis pour contribuer à l'orientation du diagnostic. L'interprétation finale résulte de l'analyse conjointe des résultats obtenus et des observations relevées lors de l'intervention (**Plateforme ESA, 2018**)

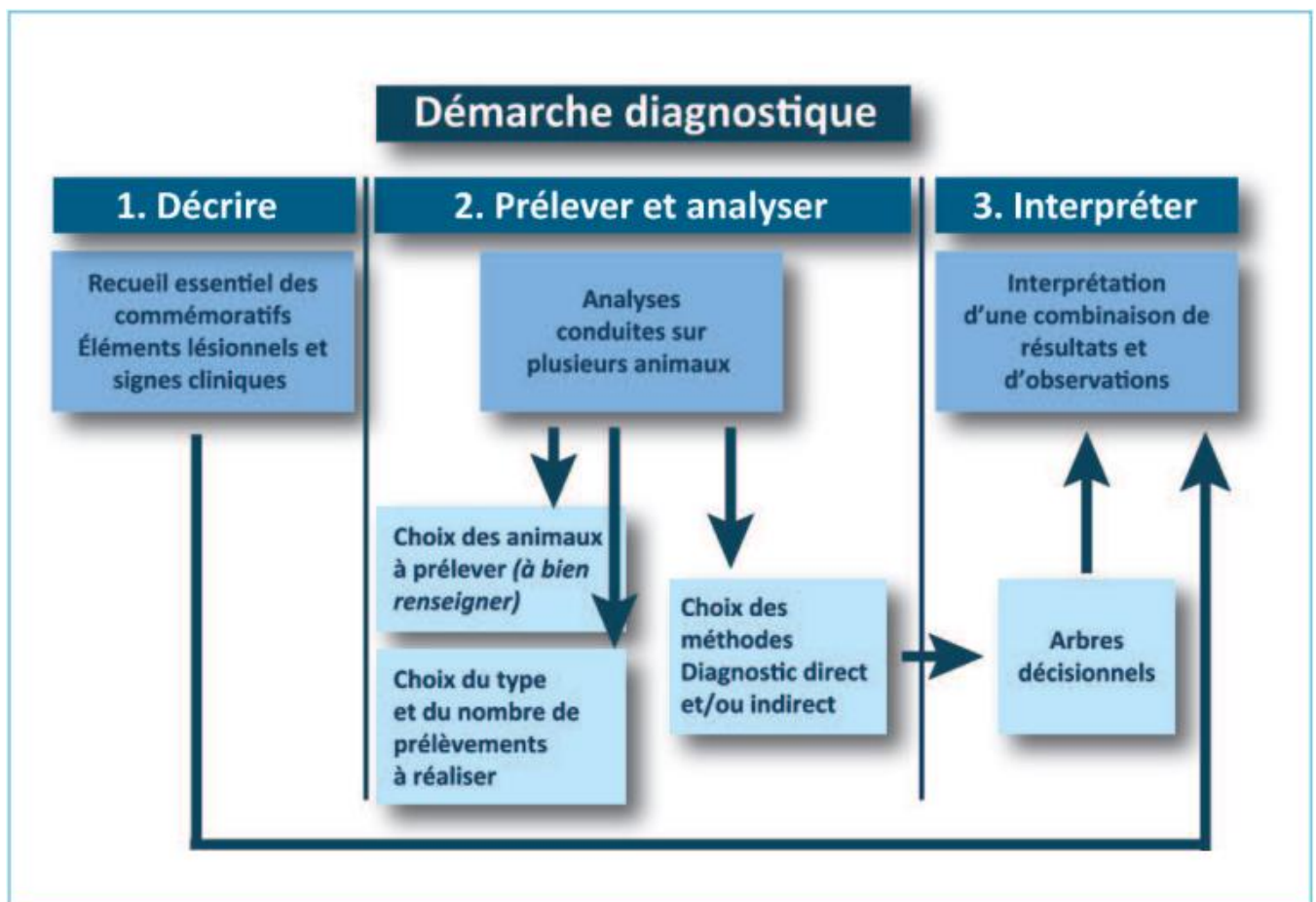


Figure 13 : Démarche diagnostique : principes généraux
(Plateforme ESA, 2018 www.platorme-esa.fr)

Connaitre l'étiologie des avortements est indispensable afin de mettre en place le traitement et la stratégie préventive adaptée. Cependant, les signes cliniques et les indicateurs

épidémiologiques sont généralement insuffisants pour porter un diagnostic de certitude. Le vétérinaire peut diagnostiquer 25 à 50 % des avortements sur la base des commémoratifs et des lésions observées. Cependant, les examens de laboratoire permettent d'identifier la cause dans 60 % des cas **(Rekiki et Rodolakis, 2004 ; Brugère-Picoux, 2011)**.

Le plus souvent, un avortement est d'origine infectieuse. On distingue les avortements dus à une atteinte placentaire (*Chlamydia*, *Toxoplasma*, mycose, etc.) des avortements liés à une septicémie (*Salmonella dublin*, *Salmonella typhimurium*) ou à une atteinte du fœtus (*Toxoplasma*, *Campylobacter*, *Listeria*, pestivirose, mycose) (Tableau 2)

L'avortement est associé à des déformations des agneaux lors de la pestivirose, la fièvre de la Vallée du Rift, la maladie d'Akabane, la fièvre catarrhale ovine et la maladie de Wesselsbron, etc. Par contre, dans les cas d'avortement par la brucellose, la fièvre de la vallée du Rift, la campylobactériose, la fièvre Q, la listériose, la leptospirose, l'agalaxie contagieuse, la salmonellose (*Salmonella abortus ovis*), la fièvre à tiques (ehrlichiose) ou encore par la colibacillose, les agneaux sont bien préservés **(Rekiki et Rodolakis, 2004 ; Brugère-Picoux, 2011)**.

Anaplasma phagocytophilum (*Ehrlichia* ou *Cytoecetes phagocytophila*), transmise par les tiques, provoque une hyperthermie de 42° C pendant 7 à 10 jours pouvant provoquer un avortement. La maladie d'Akabane, rencontrée au Japon, en Israël, en Turquie et en Australie, est due à un bunyavirus (groupe Simbu), dont l'action tératogène se traduit par un syndrome d'hydranencéphalie-arthrogrypose avec avortement et mortinatalité.

La maladie de Wesselsbron est causée par un virus de la famille des *Togaviridae*. Transmise par les moustiques et rencontrée sur le continent africain, elle ressemble à la fièvre de la vallée du Rift. Il s'agit d'une zoonose non contagieuse (syndrome grippal chez l'homme) **(Brugère-Picoux, 2011 ; De Crémoux et al., 2013)**.

D'autres bactéries, comme *Mannheimia haemolytica*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp., *Francisella tularensis*, *Bacillus* spp., *Arcanobacterium pyogenes*, *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Histophilus ovis*, etc., peuvent parfois causer un avortement **(Brugère-Picoux, 2011)**.

Les avortements peuvent aussi être d'origine parasitaire. Il s'agit principalement de la toxoplasmose causée par *Toxoplasma gondii*. Par ailleurs, la présence de fœtus momifiés et d'agneaux miniatures brun-chocolat évoque une toxoplasmose **(Brugère-Picoux, 2011)**.

Tableau 2 : Symptômes et lésions macroscopiques pouvant être observés lors d'avortements chez les petits ruminants
(Rekiki et Rodolakis, 2004)

Affection Agents pathogènes	Signes cliniques	Lésions macroscopiques
Brucellose <i>Brucella melitensis</i> <i>Brucella abortus</i> <i>Brucella ovis</i>	Epididymites, orchites Arthrites Métrites (rares)	Placenta : lésions non spécifiques, placenta œdémateux avec zones de nécrose. Foetus : œdème, pétéchies sur le nez, la bouche, la conjonctive et les organes internes.
Chlamydiose (ou chlamydiaophilose) <i>Chlamydia abortus</i> Epididymites, orchites	Arthrites Pneumonies, conjonctivites. Métrites (rares) Encéphalomyélites	Placenta : lésions non spécifiques, cotylédons nécrosés. Foetus : œdème, pétéchies sur le nez, la bouche, la conjonctive et les organes internes.
Fièvre Q <i>Coxiella burnetii</i>	Métrites Pneumonies Arthrites Conjonctivites	Placenta : lésions non spécifiques, cotylédons nécrosés. Foetus : œdème, pétéchies sur le nez, la bouche, la conjonctive et les organes internes.
Campylobactériose <i>Campylobacter foetus</i> <i>Campylobacter jejuni</i>	Septicémies Métrites (rares) Diarrhées dans le troupeau	Placenta : cotylédons mous et friables, foyers de nécrose jaune foncé recouverts d'enduit brun jaune. Foetus : œdème, foyers de nécrose en forme de beignets sur le foie.
Leptospirose <i>Leptospira interrogans</i> serovars <i>pnomona</i> , <i>hardjobovis</i> , <i>hardjobovis monocytogenes</i>	Forme aiguë (jeunes) : ictère, anémie hémolytique fièvre Forme subaiguë (femelles allaitantes) : agalaxie	
Listériose <i>Listeria monocytogenes</i>	Consommation d'ensilage (hiver) Signes d'atteintes nerveuses (<i>Circling Disease</i>)	Placenta : foyers blancs sur cotylédons. Foetus : autolyse fréquente, péricardite ou péritonite fibrineuse, hémorragies séreuses, foyers blancs sur le foie.
Salmonellose <i>Salmonella Abortusovis</i>	Fièvre, abattement, diarrhées possibles	
Toxoplasmose <i>Toxoplasma gondii</i>	Foetus momifiés Petits agneaux brun-chocolat avec placenta miniature	Placenta : cotylédons rouges brillant à rouge sombre tachés de foyers de nécrose. Foetus : œdème sous-cutané, momifié ou de petite taille.
Border Disease BDV	Naissance d'agneaux poilus, trembleurs	

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

ÉTUDE I

**LES MALADIES ABORTIVES ET LES DIFFÉRENTS FACTEURS DE
RISQUE ASSOCIÉS CHEZ LES PETITS RUMINANTS EN ALGÉRIE :
REVUE SYSTÉMATIQUE**

ÉTUDE 1

Les maladies abortives et les différents facteurs de risque associés chez les petits ruminants en Algérie : revue systématique

1. Introduction

L'avortement chez les petits ruminants est l'un des principaux problèmes qui peut causer des pertes économiques considérables en raison de la mort du fœtus et de la réduction de la production laitière. IL peut se produire de façon sporadique ou enzootique. L'étiologie peut être d'origine infectieuse ou non-infectieuse (**Vidić et al., 2007 ; Entrican et al., 2009**). Les avortements d'origine infectieuse sont les plus répandus. Ils peuvent être causés par une bactérie (*Chlamydia abortus*, *Campylobacter* spp., *Listeria* spp., *Coxiella burnetii*, *Brucella melitensis*), un virus (le virus de la fièvre catarrhale ovine; le virus de la peste des petits ruminants, le virus de Border disease), ou un parasite (*Toxoplasma gondii*) (**Celli et Gorvel, 2004; Khan et al., 2011; Kaufmann et al., 2012; Martin et al., 2015; Tegegne et al., 2016; Elhaig et al., 2018; Tejedor-Junco et al., 2019**). Les avortements sont également engendrés par des étiologies non infectieuses telles que les intoxications, les facteurs génétiques, les problèmes métaboliques et nutritionnels et les facteurs physiques (**Vidić et al., 2007**).

L'élevage de petits ruminants est une activité primordiale pour les éleveurs de l'Afrique du Nord (**Rondia, 2006**). Cette activité est la principale source de viande rouge en Algérie (**Mebirouk-Boudechiche et al., 2014**). En Algérie, les petits ruminants sont élevés selon le système traditionnel extensif. Le système a été récemment introduit dans le pays. Le nombre total d'ovins et de caprins en Algérie a été estimé en 2017 à 26,4 millions et 4,8 millions de têtes, respectivement, ce qui constitue une richesse importante pour le pays (**MADR, 2018**) et contribue substantiellement à la sécurité alimentaire, à l'économie des ménages ruraux et à leurs entretiens dans des territoires pauvres et inaccessibles, et maintenir une présence humaine dans les régions exposées à l'exode rural (**Ouchene-Khelif et al., 2015 ; 2018**). Cependant, l'élevage de petits ruminants en Algérie est soumis à plusieurs contraintes, dont l'avortement. **Khaled et Bouyoucef (2013)** ont signalé que 90 % des éleveurs algériens avaient observé des avortements dans leurs fermes.

Par conséquent, une synthèse détaillée sur les maladies abortives chez les petits ruminants est devenue cruciale pour le développement de mesures de prévention et de contrôle efficaces et pour une meilleure prévention de la contamination humaine, car la plupart de ces maladies sont des zoonoses.

Une étude systématique récente portant sur les maladies des petits ruminants (**Kardjadj, 2017**) a conclu que le statut épidémiologique des maladies des petites ruminants en Algérie est frappant et que les principales maladies infectieuses menaçant l'élevage des petits ruminants sont la peste des petits ruminants, la fièvre catarrhale ovine, la fièvre aphteuse, la clavelée /la variole caprine, la brucellose et la fièvre de la vallée du Rift.

Cette revue systématique se concentre uniquement sur la prévalence des causes d'avortement chez les ovins et les caprins en Algérie et les facteurs de risque associés.

2. Matériel et méthodes

2.1 Stratégie de recherche de la littérature

Cette revue systématique et méta analyse a été structurée selon les lignes directrices pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses : PRISMA (**Moher et al., 2009**). L'étude ne comprenait que des articles publiés en anglais qui analysaient les causes des avortements chez les petits ruminants en Algérie. La recherche a été effectuée à l'aide de cinq bases de données documentaires, dont PubMed, Thomson Reuters, Science Direct, Scopus et Google Scholar. Les critères de recherche ont été précisés à l'avance et ont été exécutés le 8 avril 2020 et mis à jour pour la dernière fois le 7 juillet 2020. Les mots clés suivants avec différentes combinaisons ont été utilisés pour la recherche : “abortion” and “brucellosis” or “*Brucella melitensis*” or “chlamydiosis” or “*Chlamydia abortus*” or “Q fever” or “*Coxiella burnetii*” or “Campylobacteriosis” or “*Campylobacter* spp” or “salmonellosis” or “*Salmonella* spp” or “leptospirosis” or “*Leptospira* spp” or “listeriosis” or “*Listeria* spp” or “mycoplasmosis” or “*Mycoplasma* spp” or “pestivirus” or “peste des petits ruminants (PPR)” or “bluetongue virus (BTV)” or “Border disease virus (BDV)” or “*Bovine virus diarrhea virus (BVDV)*” or “toxoplasmosis” or “*Toxoplasma gondii*” or “neosporosis” or “*Neospora caninum*” or “trichomonosis” or “*Trichomonas fetus*” or “mycosis” or “*Aspergillus* spp” and “prevalence” or “epidemiology” and “risk factors” and “sheep” or “goat” or “small ruminants” and “Algeria.”

Les références bibliographiques recueillies ont été soigneusement vérifiées afin d'éliminer les doublons. Aussi, les listes de référence des articles récupérés, ont été recherchés manuellement au cours de la même période pour maximiser la récupération des articles.

2.2 Critères d'éligibilité

Un article a été inclus s'il répondait aux critères suivants :

- (1) Le texte intégral en langue anglaise publié en ligne jusqu'en juillet 2020 ;

- (2) Etude descriptive ou transversale (clarté des objectifs du travail, estimation de la prévalence ou autre) ;
- (3) La recherche faisant état de la prévalence des différentes causes d'avortements chez les petits ruminants et de leurs facteurs de risque associés, en utilisant les différentes méthodes de diagnostic (examen sérologique, observation des parasites ou détection par PCR de l'AN) ;
- (4) La taille exacte de l'échantillon, nombre des cas positifs et la période d'étude sont disponibles.

Les articles ont été exclus lorsque aucun des critères ci-dessus n'a été satisfait. Nous n'avons pas tenu compte des articles ou des données redondants, des résumés de conférences et des articles de revue. Les désaccords ont été résolus par discussion et consensus. Les auteurs ont été contactés au besoin pour préciser l'éligibilité des articles.

2.3 Extraction des données

Un modèle d'extraction de données a été confectionné pour recueillir et organiser l'information de chaque étude examinée. Les informations extraites comprenaient le nom de l'auteur, l'année de publication, l'espèce animale, la zone géographique de l'étude, la taille de l'échantillon (nombre d'animaux examinés), le nombre de cas positifs, le taux de prévalence, la méthode de diagnostic utilisée, la sensibilité et la spécificité des tests de diagnostic, les facteurs de risque et l'année de réalisation des études. Au besoin, on a communiqué avec les auteurs pour obtenir des renseignements supplémentaires.

3. Résultats

La recherche dans les bases de données a permis d'identifier 25 articles publiés entre 2003 et 2020, pouvant être inclus dans notre étude systématique et méta-analyse. Le nombre d'articles examinés, exclus et inclus dans la méta-analyse est indiqué dans le diagramme (Figure 15)

L'examen de ces 25 études a révélé l'existence de 10 différentes maladies infectieuses et parasitaires abortives des petits ruminants en Algérie, dont quatre (4) maladies bactériennes (brucellose, chlamydie, fièvre Q et salmonellose), cinq (5) maladies virales (La peste des petits ruminants, fièvre catarrhale ovine (Bluetongue), Border disease, l'arthrite-encéphalite caprine et la diarrhée virale bovine) et une (1) cause parasitaire (toxoplasmose) (Tableau 3). Aucune étude sélectionnée n'a été menée sur les mycoses abortives.

Parmi les 25 investigations, 3 ont étudié de multiples maladies (enquête sur plusieurs agents pathogènes).

Le nombre total de petits ruminants inclus dans ces 25 études était de 54330 animales, dont 5080 (9,35%) ont été déclarés malades et/ou infectés par l'une des 10 maladies infectieuses ou

parasitaires signalées. La majorité des maladies/infections ont été diagnostiquées par des tests sérologiques et moléculaires.

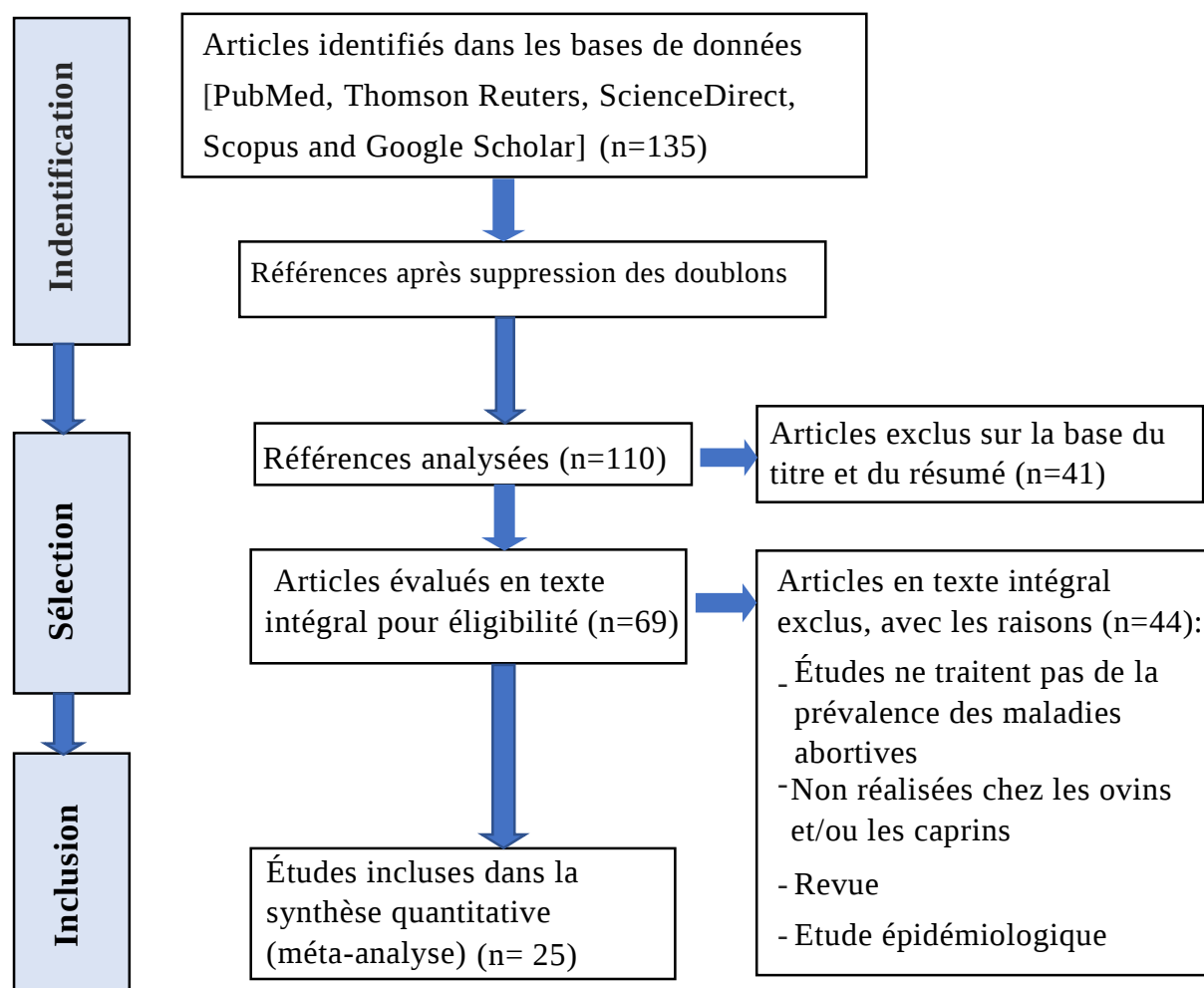


Figure 14 : Diagramme des flux des études incluses

Tableau 3 : Catégories de maladies, nombre d'études et taille de l'échantillon des études incluses

Catégories des maladies	N° d'études (%)	Taille d'échantillon (Ovins et caprins)
Maladies bactériennes :		
Brucellose	06 (20)	33205
Chlamydiose	05 (16.66)	1809
Fièvre Q	02 (6.66)	674
Salmonellose	01 (3.33)	43
Maladies virales :		
PPR	04 (13.33)	8143
FCO	03 (10)	3022
Border Disease	01 (3.33)	2151
CAE	01 (3.33)	105
BVD	01 (3.33)	197
Maladies parasitaires :		
Toxoplasmose	06 (20)	4980
Total	25 (100)	54330

PPR : Peste des Petits Ruminants, *FCO* : la fièvre catarrhale ovine ; *CAE* : l'arthrite-encéphalite caprine, *BVD* : la diarrhée virale bovine

3.1.1 Répartition spatiale des études incluses

Parmi les 25 études, 9 (36 %) ont été menées dans plusieurs régions du pays. Six (24%) études ont été réalisées dans le nord-est de l'Algérie : 2 (8%) études à Constantine et Tébessa ; 1 (4%) à Mila ; et 1 (4%) étude dans les hauts plateaux (Batna et Sétif).

Cinq études (20%) ont été menées dans la région du nord-centre algérien et dans les hauts plateaux : une étude (4%) à chacune des régions suivantes : Djelfa, Tiaret et Ksar El-Boukhari ; et deux études (8%) ont été menées le long des hauts plateaux du centre.

Deux études (8%) ont été réalisées dans le nord-ouest du pays : l'une (4%) à Mostaganem et l'autre à Sidi Belaabes.

Les trois autres études (12%) ont été faites dans le sud du pays (le Sahara) et ont été réparties comme suit : une étude (4%) dans le nord du Sahara (Ghardaïa) et deux études (8%) dans le sud - ouest du Sahara (Tindouf et BeniAbbes).

3.1.2 Répartition temporelle des études incluses

En examinant la répartition des études publiées au fil du temps, on a constaté que 23 études (92 %) ont été menées et publiées entre 2011 et aujourd'hui. Cependant, seulement deux études (8 %) ont été publiées auparavant.

3.1.3 Détermination des maladies abortives

3.1.3.1 Maladies bactériennes

Au total, 14 articles (Tableau 3) ont rapporté la prévalence de maladies bactériennes abortives, et leurs facteurs de risque chez les petits ruminants. Ils comprenaient 4 infections : la brucellose, la chlamydiose, la fièvre Q et la salmonellose (Tableaux 3 et 4). La plupart de ces études étaient des études sérologiques utilisant différentes méthodes de diagnostic (l'épreuve à l'antigène tamponné (E.A.T. ou Rose Bengale), test à l'antigène acide tamponné (BAPAT : buffered acidified plate antigen test), test de fixation du complément (TFC), ELISA, PCR et l'épreuve de l'anneau (ring test) (Tableau 4). Aucune publication disponible n'a documenté la prévalence de la campylobactériose, la leptospirose et la listériose.

a. *Brucella spp.*

Six articles traitent de la prévalence et les facteurs de risque de la brucellose chez les petits ruminants. La plupart de ces études étaient fondées sur un test sérologique : 5 études sur la E.A.T; 1 étude sur le BAPAT, 2 études sur ring test. Le nombre total d'échantillons individuels était de 7260 ovins et de 25945 caprins. La prévalence déclarée variait de 0,06 à 2,22 % et de 3,05 à 68,42 % chez les ovins et les caprins, respectivement. La prévalence globale estimée était de 0,39 % (0,23 à 0,56 % ; IC à 95 %) chez les ovins (21/5328) et de 5,31 % (5,04 à 5,59 % ; IC à 95 %) chez les caprins (1354/25456).

Pour la culture et l'identification de *Brucella spp.*, vingt-six isolations bactériennes (68,42 %) ont été caractérisées par **Gabli et al. (2015)** dans les écouvillons vaginaux des chèvres. Seules les souches de Biovar 3 *B. melitensis* ont été identifiées.

Les facteurs de risque associés à la séropositivité de *Brucella spp.* Chez les petits ruminants ont été identifiés : l'âge, le sexe de l'animal, la taille du troupeau, le système de gestion (systèmes nomades/sédentaires), le rang de gestation et la parité (**Gabli et al., 2015 ; Kardjadj et al., 2016a, 2016b; Kouri et al., 2018**).

b. *Chlamydia spp.*

Des informations sur l'infection à *Chlamydia* chez les petits ruminants ont été obtenus à partir de cinq études utilisant les méthodes ELISA indirecte, PCR en temps réel et PCR-RFLP. L'analyse a

porté sur un total de 1809 ovins et caprins. La séroprévalence déclarée variait de 08,5 à 35,41 %. La méta-analyse a révélé que la prévalence de la chlamydiose chez les petits ruminants était de 32,72 % (27,61 à 37,82 % ; IC à 95 %). La *chlamydia abortus* (43,3 %) était l'espèce la plus fréquemment détectée, suivie de *C. pecorum* (20 %) (**Merdja et al., 2015a**).

Les facteurs de risque les plus potentiels associés à l'infection à chlamydiose chez les petits ruminants étaient l'âge, les troubles de la reproduction (problème de mortinatalité, taux de mortalité chez les jeunes agneaux et septicémie chez les agneaux), le système de gestion (ne pas utiliser de désinfectants, disponibilité du service vétérinaire et les visites d'ouvriers de fermes voisines) et la région (**Hireche et al., 2014 ; Hireche et al., 2016 ; Abdelkadir et al., 2017**).

c. *Coxiella burnetii*

Peu d'études ont ciblé l'infection à *Coxiella burnetii* chez les petits ruminants. Un nombre total d'échantillons individuels était de 674 ovins et caprins. La prévalence globale estimée chez les petits ruminants était de 20,62 % (17,57 à 23,68 % ; IC à 95 %) (139/674). Le premier rapport a été réalisé par **Khaled et al. (2016)**. L'ELISA indirecte a été utilisée pour détecter des anticorps spécifiques contre *C. burnetii*, et la PCR en temps réel a été utilisée pour détecter l'ADN bactérien. L'enquête a indiqué que la séroprévalence individuelle était estimée à 14,1 % et que 21,3 % des femelles avaient prouvé l'excrétion de *C. burnetii*. **Abdelkadir et al. (2017)** ont signalé une prévalence de 27,78 % chez les brebis avortées.

d. *Salmonella spp.*

Une seule étude a traité l'infection à *salmonella* chez les chèvres. Quarante-trois échantillons de lait ont été analysés avec des milieux CONDA pour la culture bactérienne et les résultats étaient tous négatifs.

Tableau 4 : Caractéristiques des études incluses concernant les maladies bactériennes abortives chez les petits ruminants

	Référence	Région	Espèce	Type d'écha	Méth. de diag	Au niveau individuel			Au niveau du troupeau		
						N	Cas+(%)	IC(95%)	N	Cas+(%)	IC(95%)
Brucellose	Aggad, 2003	Tiaret	Ovin	Sang	RBPT	142	06 (4.22)	[0.92-7.53]	-	-	-
			Caprin	Sang	RBPT	230	02 (3.07)	[0.00-2.07]	-	-	-
			Ovin	Sang	BAPAT	142	02 (1.42)	[0.00-3.35]	-	-	-
			Caprin	Sang	BAPAT	230	07 (3.05)	[0.82-5.26]	-	-	-
	Bachir Pacha et al., 2009	Les hauts plateaux	Ovin	Sang	Card test, CFT	4594	03 (0.06)	[0.00-0.14]	-	-	-
			Caprin	Sang	Card test, CFT	19568	1224 (6.2)	[5.92-6.59]	-	-	-
	Gabli et al., 2015	Les hauts plateaux	Caprin	Sang	RBPT, CFT	4955	49 (0.98)	[0.71-1.26]	101	16 (15.84)	[8.72-22.96]
			Caprin	Frottis vaginal	RBPT, CFT	38	26 (68.42)	[53.64-83.20]	-	-	-
	Kardjadj et al., 2016a,b	Plusieurs régions du pays	Ovin / caprin	Sang	RBPT	2421	-	-	150	05 (3.33)	[2.41-4.25]
	Kouri et al., 2018	Les zones arides de l'Algérie	Caprin	Sang	RBPT, CFT	105	25 (23.8)	[15.66-31.96]	23	09 (39.1)	[19.18-59.08]
			Caprin	Lait	Ring test	43	6 (14)	[3.60-24.31]	10	03 (3.33)	[1.60-58.40]
	Rechidi-Sidhoum et al., 2018	Mostaganem	Ovin	Sang	RBPT, CFT	450	10 (2.22)	[0.86-3.58]	65	5 (7.69)	[1.21-14.2]
			Caprin	Sang	RBPT, CFT	287	15 (5.23)	[2.65-7.80]	40	7 (17.5)	[5.72-29.3]

Chlamydiae	Hireche et al., 2014	Constantine	Ovin	Sang	i-ELISA	552	135 (24.5)	[20.87;28.04]	54	38 (70.4)	[58.19-82.55]
			Ovin	Sang	i-ELISA	552	40 (7.2)	[5.08;9.41]	54	18 (33.3)	[20.76-45.91]
			Ovin	Placenta	PCR-RFLP	08	04 (50)	[15.35;84.65]	-	-	-
			Ovin	Fœtus	PCR-RFLP	10	06 (60)	[29.64;90.36]	-	-	-
	Merdja et al., 2015a	Plusieurs régions du pays	Ovin / caprin	Sang	i-ELISA	164	14 (8.5)	[4.26;12.81]	20	06 (30)	[9.92-50.08]
			Ovin / caprin	Frottis vaginal	rt- PCR	199	30 (15)	[10.10;20.05]	20	16 (64)	[62.47-97.53]
	Merdja et al., 2015b	La région de Ksar El-Boukhari	Ovin / caprin	Sang	i-ELISA	144	51 (35.41)	[27.61;43.23]	17	15 (88.23)	[72.92-100]
	Abdelkadir et al., 2017	Sidi Belabbes	Ovin	Sang	i-ELISA	180	55 (30.56)	[23.92-37.84]	39	29 (74)	[58 – 86]
La fièvre Q	Khaled et al., 2016	Plusieurs régions du pays	Ovin / caprin	Sang	i-ELISA	227	32 (14.1)	[11.8-16.4]	35	17 (58)	[32.01-65.13]
			Ovin / caprin	Frottis génital	rt- PCR	267	57 (21.3)	[16.43;26.26]	35	21 (60)	[43.77-76.23]
	Abdelkadir et al., 2017	Sidi Belabbes	Ovin	Blood	i-ELISA	180	50 (27.78)	[21.37 -34.93]	39	28 (72)	[57.67-85.92]
Salmonellose	Kouri et al., 2017	Les zones arides	Caprin	Lait	Culture	43	00 (00)	-	-	-	-

N: taille de l'échantillon; *RBPT*: Rose Bengal plate test; *BAPAT*: buffered acidified plate agglutination test ; *CFT*: Test de fixation du complément ; *ELISA*: enzyme-linked immunosorbent assay test; *i-ELISA*:indirect enzyme-linked immunosorbent assays; The antigen plugged on plate or “card test”; *rt-PCR*:real-time polymerase chain reaction.

3.1.3.2 Maladies virales

Des causes virales ont été rapportées dans huit articles concernant le PPRV, le BTV, le BDV, le CAEV et le BVDV (tableau 5)

a. Peste des petits ruminants virus (PPRV)

Quatre articles ont révélé des informations sur la prévalence de la peste des petits ruminants (PPR) en Algérie. Deux (2) méthodes d'essai ont été utilisées : c ELISA et rt-PCR. Le nombre total d'enquêtes effectuées était de 8134 ovins et caprins, dont 1282 étaient positifs (15,76 %), (14,97 à 16,55 % ; IC à 95 %). La prévalence variait de 10,58 à 65,62 %.

L'âge, le mélange des troupeaux et le contact avec d'autres troupeaux étaient les principaux facteurs de risque identifiés (**Kardjadj *et al.*, 2015b ; Baazizi *et al.*, 2017**)

b. Virus de la fièvre catarrhale ovine (VFOC)

Trois articles ont été publiés sur la prévalence de la fièvre catarrhale chez les petits ruminants. Le nombre total d'échantillons d'ovins et de caprins était de 3022. Les taux de prévalence variaient de 5,70 à 66,7 %. Le sérotype identifié était BTV-1. La prévalence globale estimée chez les ovins et les caprins était respectivement de 13,41 % (55/410) (10,12 à 16,71 % ; IC à 95 %) et de 44,50 % (85/191) (37,45 à 51,55 % ; IC à 95 %).

L'analyse des facteurs de risque a indiqué que le système de pâturage, les troupeaux mixtes, la présence de milieux humides à proximité des troupeaux et l'absence de stratégies de lutte contre les culicoïdes étaient les principaux facteurs de risque associés à la séropositivité de la fièvre catarrhale chez les petits ruminants algériens (**Kardjadj *et al.*, 2016a, 2016b**).

c. Virus de Border disease (BDV)

L'information sur le virus de la Border disease chez les moutons a été obtenue à partir d'une seule étude utilisant quatre (4) méthodes d'essai différentes (Ag-ELISA, RT-PCR, AbELISA et VNT). Le nombre total d'échantillons individuels était de 2151. La prévalence globale estimée était de 22,68 % (488/2151) (20,92 à 24,46 % , IC à 95 %).

Plusieurs facteurs de risque ont été identifiés comme étant liés au BDV, comme le climat, le paysage, la gestion de l'élevage et la présence de chèvres et d'autres maladies à la ferme (**Feknous *et al.*, 2018**).

d. **Virus de la diarrhée virale bovine (BVDV-1 et BVDV-2)**

La prévalence des anticorps anti-VBV chez les moutons a été obtenue à partir d'une seule étude réalisée par VNT. Le nombre total d'échantillons individuels était de 197 et la prévalence était de 1,01 % (**Feknous et al., 2018**).

e. **Virus de l'encéphalite de l'arthrite caprine (CAEV)**

Une étude a été réalisée sur la séroprévalence du CAEV à l'aide de la méthode i-ELISA. L'étude a été menée sur 105 chèvres qui étaient toutes exemptes de CAEV (**Kouri et al., 2018**).

3.1.3.3 Causes parasitaires

Des causes parasitaires ont été signalées dans six articles qui ne portaient que sur la toxoplasmose (Tableau 6). Il n'existe pas de données sur d'autres causes parasitaires pouvant provoquer l'avortement chez les petits ruminants comme *Neospora caninum* et *Trichomonas fetus*.

Des renseignements sur l'infection à *Toxoplasma gondii* chez les petits ruminants ont été obtenus à partir de 6 études différentes. Quatre examens ELISA, un examen IFAT, un examen LAT, un examen PCR et un examen histologique. Le nombre total d'échantillons individuels était de 3938 ovins et 1042 caprins. La prévalence de l'infection à *T. gondii* chez les ovins et les caprins était de 21,43 % (844/3938) (20,15 à 22,71 %, IC à 95 %) et de 32,31 % (337/1043) (29,47 à 35,15 % ; IC à 95 %) respectivement.

Les principaux facteurs de risque associés à l'infection à toxoplasma étaient l'âge, le sexe, la région et la saison (taille du troupeau, présence de chèvres chez les troupeaux de moutons) (**Dechicha et al., 2015; Dahmani et al., 2018; Benlakehal et al., 2019; Mohamed-Cherif et al., 2019; Ait Issaad et al., 2020**), et les troubles de la reproduction (stade de l'avortement et les élevages avec un historique abortif) (**Benlakehal et al., 2019; Dahmane et al., 2020; Ait Issaad et al., 2020**).

Tableau 5 : Caractéristiques des études incluses concernant les maladies virales abortives chez les petits ruminants

	Référence	Région	Espèce	Type d'échantillon	Méthode	Au niveau individuel			
						Cas +	P(%)	IC (95%)	
PPRV	De Nardi et al., 2011	Tindouf	Ovin / caprin	Ecouvillons nasaux, oculaires, Sang total	rt-PCR	09	03	33.3	[2.53;64.13]
	Kardjadj et al. 2015a	Ghardaïa	Ovin	Sang	c-ELISA	30	06	20	[5.69;34.31]
			Caprin	Sérum sanguin	c-ELISA	32	11	34.37	[17.92;50.83]
			Ovin	Sang	rt-PCR	30	6	20	[5.69;34.31]
			Caprin	Sang	rt-PCR	32	8	25	[10.00;40.00]
			Ovin	Ecouvillons oculo-nasaux	rt-PCR	30	15	50	[32.11;67.89]
			Caprin	Ecouvillons oculo-nasaux	rt-PCR	32	21	65.62	[49.17;82.08]
	Kardjadj et al., 2015b	Algérie	Ovin	Sang	c-ELISA	3336	362	10.85	[9.80;11.91]
			Caprin	Sang	c-ELISA	1216	214	17.59	[15.46;19.74]
	Baazizi et al., 2017	Algérie	Ovin	Sang	c-ELISA	2786	484	17.4	[15.97;18.78]
			Caprin	Sang	c-ELISA	610	152	24.9	[21.49;28.35]
BTV	Madani et al., 2011	Différentes régions du pays	Ovin	Sang	ELISA	359	52	14.48	[10.84;18.13]
			Caprin	Sang	ELISA	71	15	21.12	[11.63;30.62]
			Ovin	Sang	rt-PCR	51	03	20	[0.00;12.34]
			Caprin	Sang	rt-PCR	15	00	00	[0.00;0.00]
	Kardjadj et al., 2016a, 2016b	Différentes régions du pays	Ovin /caprin	Sang	c-ELISA	2421	138	5.70	[4.78;6.62]
	Kouri et al., 2018	Les zones arides de l'Algérie	Caprin	Sang	c-ELISA	105	70	66.7	[57.65;75.68]

FCO	Feknous et al., 2018	Différentes régions de l'Algérie	Ovin	Sang	Ag-ELISA	689	00	00	-
			Ovin		rt-PCR	689	00	00	-
			Ovin	Sang	Ab-ELISA	576	344	60.17	-
			Ovin	-	VNT	197	144	-	-
CAEV	Kouri et al.,2018	Les zones arides de l'Algérie	Caprin	-	<i>i-ELISA</i>	105	00	00	-
BVDV	Feknouset al., 2018	Différentes régions de l'Algérie	Ovin	-	<i>VNT</i>	197	02	-	-

PPRV : Peste des Petits Ruminants virus ; FCO : Fièvre catarrhale ovine, BDV : border disease virus, CAEV caprine arthritis encephalitis virus ; BVD : bovine viral diarrhea, i-ELISA : indirect enzyme-linked immunosorbent assays ; c-ELISA : enzyme-linked immunosorbent assay competitive, VNT : virus neutralization test ; rt-PCR : real-time polymerase chain reaction.

Tableau 6 : Caractéristiques des études incluses concernant les maladies parasitaires abortives chez les petits ruminants

	Référence	Région	Espèce	Type d'échantillon	Méthode de diagnostic	Au niveau individuel			Au niveau du troupeau		
						Echan tillon	Cas + (%)	IC (95%)	Echan tillon	Cas + (%)	IC (95%)
Toxoplasmosé	Dechicha et al., 2015	Djelfa	Ovin	Sérum sanguin	IFAT	276	32(11.59)	[8.07-15.97]	19	11 (57.89)	36.28-76.86
			Caprin	Sérum sanguin	IFAT	106	14 (13.21)	[7.41-21.17]	6	04 (66.66)	30-90.32
	Dahmani et al., 2018	Le nord de l'Algérie	Ovin	Sérum sanguin	ELISA	580	48 (8.28)	[6.03-10.52]	-	-	-
			Ovin	Œsophages et diaphragmes	Technique histologique	335	02 (0.59)	[0.00-1.42]	-	-	-
	Benlakehal et al., 2019	Tébessa	Ovin	Sérum sanguin	i-ELISA	376	133 (35.37)	[30.54-40.21]	39	33 (84.61)	73.29-95.94
	Mohamed-Cherif et al., 2019	Le centre de l'Algérie	Ovin	Sérum sanguin	i-ELISA	2144	549 (25.6)	[23.8-27.4]	70	70 (100)	10-100
			Caprin	Sérum sanguin	i-ELISA	478	57 (11.9)	[9-14.8]	47	41 (87.2)	77.7-96.8
	Dahmane et al., 2020	Mila	Caprin	Sérum sanguin	i-ELISA	184	132 (71.73)	[64-79.4]	25	24 (96)	83.30 - 99.92
			Caprin	Sérum sanguin	LAT	184	117 (63.58)	[56.43-70.20]	25	25 (100)	78.58-99.21
	Ait Issaad et al., 2020	Tébessa	Ovin	Sang	PCR	227	80 (35.24)	[29.03-41.46]	20	-	-
			Caprin	Sang	PCR	91	17 (18.68)	[10.67-26.69]	20	-	-

4. Discussion

L'avortement chez les petits ruminants peut être causé par une variété d'agents infectieux et non infectieux. Elle peut entraîner de grandes pertes économiques (**Givens et Marley, 2008 ; Holler, 2012**).

Malgré les recommandations préventives faites par les vétérinaires de l'État depuis plusieurs années, l'avortement chez les petits ruminants demeure un grand problème en Algérie. La première publication sur les causes des avortements chez les petits ruminants en Algérie a été publiée en 2003 et portait sur la brucellose (**Aggad, 2003**) ; depuis, aucune étude n'a été réalisée avant 2009, date à laquelle une étude sur la même pathologie a été publiée (**Bachir Pacha et al., 2009**).

À notre connaissance, cette revue systématique est la première en Algérie qui fournit une synthèse complète sur l'étiologie des avortements chez les petits ruminants à travers une analyse des données des études publiées depuis 2003 jusqu'en 2020. Au total, 25 études étaient éligibles à cette analyse, dont 5080, parmi 54330 petits ruminants diagnostiqués, se sont révélés positifs (9,35 %).

L'investigation révèle qu'il y a eu très peu de recherches sur les maladies infectieuses et parasitaires abortives chez les ovins et les caprins jusqu'en 2011, année où une augmentation marquée des études de prévalence a été notée.

La prévalence des différentes maladies d'avortement varie selon les études. Cette différence pourrait être attribuée à plusieurs facteurs, dont les plus importants sont la différence dans la technique d'échantillonnage, la gestion des troupeaux, le climat et le test de diagnostic utilisé (**Selim et al., 2018a ; Tesfaye et al., 2020 ; Mamlouk et al., 2020**).

La chlamydia et la fièvre Q ont été observées chez 32,72% et 20,62% des petits ruminants, respectivement. La prévalence de la peste des petits ruminants était de 15,76 % et la prévalence globale de la fièvre catarrhale ovine chez les ovins et les caprins était, respectivement, de 13,41 % et de 44,50 %. La prévalence de l'infection à *Toxoplasma gondii* chez les ovins et les caprins était de 21,43 % et 32,31 % respectivement. La Border disease et la diarrhée virale bovine ont été détectées chez 22,68 % et 1,01 % des ovins examinés, respectivement. La prévalence globale de la brucellose était de 0,39 % chez les ovins et de 5,31 % chez les caprins. Tous les échantillons se sont révélés indemnes de salmonellose et de l'arthrite- encéphalite caprine (CAE).

La chlamydia abortus, qui cause l'avortement enzootique chez les ovins, est considérée comme l'une des principales causes d'avortement chez les petits ruminants dans le monde (**Tejedor-Junco et al., 2019**). L'avortement est observé notamment au cours des 2 ou 3 dernières semaines de gestation (**Arif et al., 2020**). La prévalence indiquée dans le présent travail varie de 08,5 à 35,41 %, avec une moyenne de 32,72 %, ce qui est en accord avec la prévalence précédente de 27,2 % au Maroc (**Benkirane et al., 2015**), de 14,9 % en Égypte (**Selim et al., 2018a**), de 21,8 % en Jordanie (**Al-Qudah et al., 2014**) et de 21,5 % au Brésil. (**Pinheiro Junior et al., 2010**). Elle est supérieure à celle rapportée dans d'autres études en Tunisie : 1,9 % (**Rekiki et al., 2005**), 6,6 % (**Mamlouk et al., 2020**) et 3,2 % (**Elandalousi et al., 2015**).

La prévalence du virus de la *Border disease* révélé dans cette étude est inférieure à celle signalée ailleurs (**Valdazo-Gonzalez et al., 2006 ; Krametter-Froetscher et al., 2010 ; Martin et al., 2015 ; Mishra et al., 2016**). Il existe des variations régionales significatives qui sont attribuées au déplacement des animaux, aux différences régionales dans les pratiques de gestion et à la densité des troupeaux (**Nettleton et al., 1992**).

La toxoplasmose, causée par *Toxoplasma gondii*, est l'une des principales causes parasitaires d'échec de la reproduction associée à l'avortement chez les ovins et les caprins (**Weiss et Dubey, 2009**). La prévalence de l'infection à *Toxoplasma* chez les petits ruminants dépend de la présence des chats infectés autour de la ferme, des conditions de reproduction, du climat, de la technique de diagnostic utilisée et de la procédure d'échantillonnage (**Liu et al., 2015 ; Hanif et Tasawar, 2016 ; Tegegne et al., 2016**). La prévalence déclarée chez les ovins (21,43 %) est comparable à celle qui a été observée au Maroc (20,8 %) (**Benkirane et al., 2015**) et en Tunisie (19 %) (**Gharbi et al., 2013**), mais plus élevée que celle qui a été signalée au Pakistan (11,1 %) (**Ramzan et al., 2009**) et dans le nord-est de la Chine (3,0 %) (**Wang et al., 2011**). Des valeurs plus élevées ont été observées en Tunisie (40,2 %) (**Lachkhem et Sakly, 2015**), en Égypte (52,7 %) (**Ibrahim et al., 2017**) et au Maroc (27,6 %) (**Sawadogo et al., 2005**).

Coxiella burnetii est une bactérie intracellulaire obligatoire qui cause la fièvre Q responsable de troubles de la reproduction comme l'avortement chez les ruminants (**Elhaig et al., 2018**). Selon les données publiées, la prévalence de la fièvre Q chez les ovins et les caprins en Algérie est de 20,62 %, ce qui est en accord avec 22,7 % en Égypte (**Selim et al., 2018b**) et inférieur aux résultats de **Kalender. (2001)** qui a déclaré une prévalence de 38,59 % en Turquie. **Kilic et Kalender. (2016)** ont enregistré de faibles résultats en Turquie (16 % chez les brebis avortées et 7,6 % chez les brebis non avortées).

La fièvre catarrhale ovine (ou *Bluetongue*) est une maladie virale infectieuse des ruminants domestiques et sauvages. Elle est transmise entre les ruminants par la piqure de moucheron vecteurs du genre *Culicoides* (Breard et al., 2004 ; Kaufmann et al., 2012). Dans la présente étude, la prévalence du BTV était de 13,41 % chez les ovins, ce qui est inférieur à la prévalence déclarée de 39,4 % en Thaïlande (Apiwatnakorn et al., 1996) et de 90 % en Turquie (Taylor et Mellor, 1994) et supérieur à 6,57 % dans le sud-est de l'Iran (Mozafari et Khalili, 2012). La prévalence du BTV dans les présentes était de 44,50 % chez les chèvres, ce qui est inférieur à la prévalence déclarée de 73,0 % en Thaïlande (Apiwatnakorn et al., 1996) et plus élevé que le résultat de 3,9 % au Brésil (Mota et al., 2011).

La peste des petits ruminants (PPR) est une maladie virale hautement contagieuse des petits ruminants dans de nombreux pays d'Afrique, du Moyen-Orient et d'Asie. Il a été signalé par la FAO et l'OIE comme une maladie de classe 1 à éradiquer (OIE et FAO, 2015). En Algérie, la PPR n'a été signalée que chez les ovins avec une prévalence de 14,05 %, ce qui est nettement inférieur à d'autres études (Dhar et al., 2002 ; Ozkul et al., 2002 ; Khan et al., 2011 au Pakistan).

Le virus de la diarrhée virale bovine (BVDV-1 et BVDV-2) a été identifié en Algérie chez les ovins avec une prévalence faible (1,01 %), ce qui est bien inférieur aux résultats d'autres études (O'Neill et al., 2004 ; Valdazo-Gonzalez et al., 2006 ; Gafuri et al., 2006).

La brucellose est une zoonose majeure qui cause des pertes économiques importantes dans l'élevage de petits ruminants avec une grande importance pour la santé publique. Chez les ovins et les caprins, elle est principalement causée par *Brucella melitensis* dont le principal symptôme est l'avortement (Celli et Gorvel, 2004). En Algérie, la prévalence révélée dans cette revue systématique et méta-analyse chez les caprins et les ovins était de 5,32 % et 0,39 % respectivement, ce qui est largement inférieur à ce qui est rapporté ailleurs (Mrunalini et al., 2000 ; Singh et al., 2000 en Inde ; Al-Dabagh et al., 2014 et Tamadhir et al., 2020 en Irak).

5. Conclusion

Cette méta-analyse est la première étude de synthèse sur les maladies abortives chez les petits ruminants en Algérie. Elle fournit des informations importantes qui pourraient être utiles pour gérer et surveiller les programmes de lutte contre les maladies abortives chez les petits ruminants. Les principales maladies abortives chez les ovins et les caprins en Algérie sont la brucellose, la chlamydiose, la fièvre Q, la salmonellose, la PPR, la fièvre catarrhale ovine, Border disease, la CAE, la BVDV et la toxoplasmose. Tenant compte que certaines de ces maladies sont des zoonoses, les éleveurs doivent prendre d'importantes mesures de précaution en matière d'hygiène. Des recherches et une surveillance supplémentaire seront nécessaires pour réduire la prévalence de ces infections et, par conséquent, réduire les pertes économiques et les risques pour la santé publique en Algérie.

ÉTUDE II

**DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DES CAS DE LA
BRUCELLOSE HUMAINE ET ANIMALE ENTRE
L'ANNÉE 2010 ET 2021 DANS LA WILAYA D'EL TARF**

Etude 2 :

Distribution spatio-temporelle des cas de la brucellose humaine et animale entre l'année 2010 et 2021 dans la wilaya d'El Tarf

Objectifs du travail :

En Algérie, malgré la mise en place d'un programme de lutte depuis plusieurs années, la brucellose constitue toujours une source de préoccupation aussi bien pour la santé publique que pour la santé animale. Le taux d'incidence de la brucellose humaine reste toujours très élevé (24,41 pour 100.000 habitants en 2017 selon **INSP**). Cette zoonose majeure, inscrite sur la liste des maladies réputées légalement contagieuses (**OIE, 2017**), a un impact social et économique important sur la reproduction et la production animale (avortements, des mortinatalités, des rétentions placentaires et des hygromas à localisation multiple...) et de ce fait, sur le développement rural.

Cette situation épidémiologique inquiétante nous a menée à diligenter une enquête rétrospective descriptive de la brucellose humaine et animale dans la wilaya d'El-Tarf.

Les objectifs spécifiques fixés sont :

- ✚ Calculer l'incidence annuelle et mensuelle des cas brucellose animale et humaine sur une période de douze ans (2010-2021) ;
- ✚ Analyser l'évolution spatiale et temporelle de cette zoonose dans la région d'étude ;
- ✚ Identifier les facteurs de risque liés à la brucellose ;
- ✚ Evaluer la sensibilité d'un réseau d'épidémiosurveillance à partir d'une approche basée sur la séroprévalence d'une maladie surveillée (La brucellose)

1. Matériel et Méthodes

1.1 Description générale et localisation de la région d'étude

La wilaya d'El Tarf est située à l'extrême Nord-Est du pays, à la frontière tunisienne. Le chef-lieu de la wilaya se situe à 650 km à l'Est de la capitale Alger (Figure 16). La wilaya s'étend sur une superficie de 2 912,65 km² (<http://www.aniref.dz/>, 2020). Elle est comprise entre les parallèles 36°23'25" et 36°57'7" de latitude Nord et 7°39'49" et 8°40'52" Est des longitudes. L'altitude oscille autour de 445 m (**ANDI, 2013**).

La population totale de la wilaya est estimée à 488.357 habitants, soit une densité de 163 habitants par Km² (selon la Direction de la santé et de la population El-Tarf, 2020).

Administrativement, la wilaya est divisée en 7 daïras (El-Tarf, Besbes, El-Kala, Ben M'hidi, Bouhadjar, Bouteldja et Drean) et 24 communes. Elle est délimitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la frontière algéro-tunisienne, à l'ouest par la wilaya d'Annaba, au sud-ouest par la wilaya de Guelma et au sud par la wilaya de Souk Ahras.

Le littoral s'ouvre sur une large façade maritime orientée est-ouest, rectiligne en général, mais sinueuse localement avec un linéaire d'environ 90 km.



Figure 15: Situation géographique et découpage administrative de la wilaya d'El Tarf

(<http://www.dsp-eltarf.dz>)

1.2 Les ensembles physiques

D'une manière générale le territoire de la wilaya est perçu sous deux grands ensembles (Figure 17) : Un premier ensemble montagneux au sud qui constitue 57,5% du territoire de la wilaya, cet ensemble est caractérisé par une large couverture forestière et un relief très accidenté (déclivité moyenne > à 12,5 %).

Il est dominé par les monts de la Medjerda à l'est avec des pics assez importants tels que : Kef Rokba à 1202 m près de la commune de Bougous, Djebel Dir à 1041m et Djebel Driah à 996m.

En outre, beaucoup de petites vallées encaissées, sont exploitées pour la céréaliculture, la sylviculture ou comme terre de pâturage.

Au premier ensemble accidenté succède un deuxième dans la partie Nord, moins accidentée et néanmoins plus complexe et plus riche du point de vue paysager. Cet espace compris entre le versant nord des montagnes du sud et le littoral méditerranéen, présente une diversité d'écosystèmes sans égal en Algérie : forestier, montagneux, lacustre, marin et dunaire (**Dehaba et Labii, 2012**).

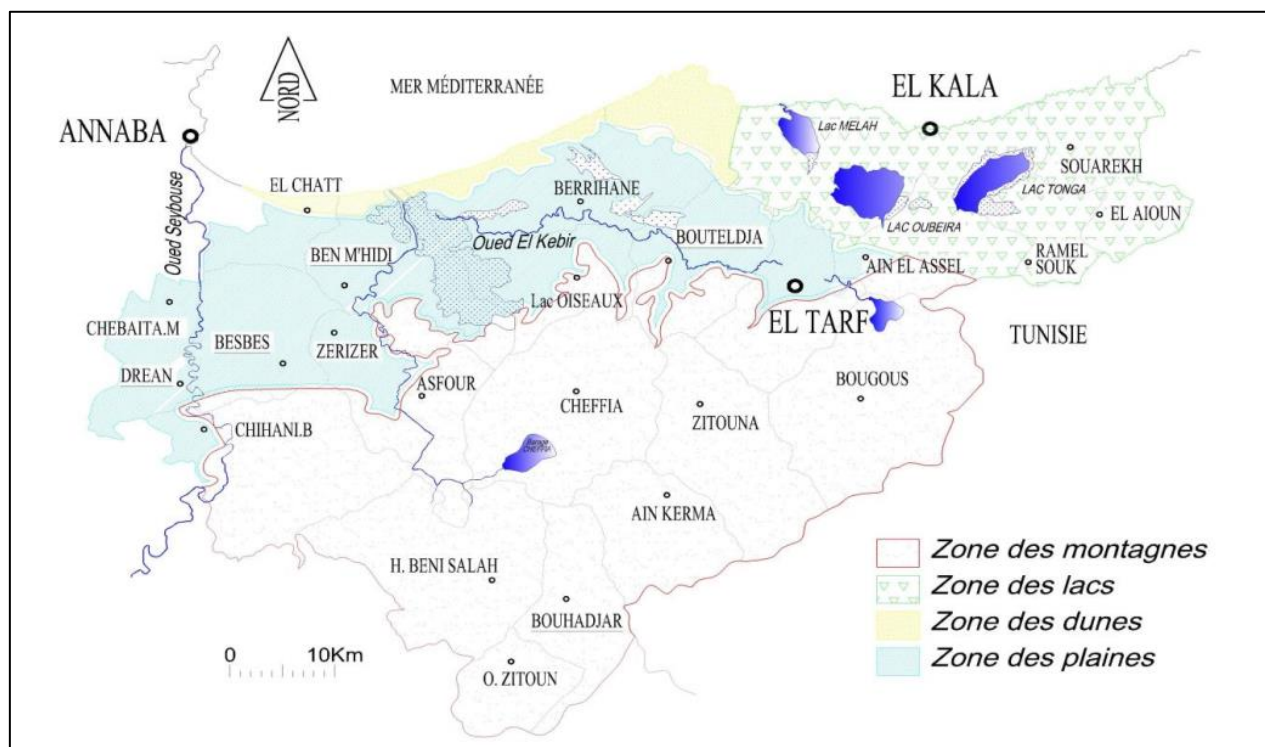


Figure 16 : Carte des zones physiques de la wilaya d'El-Tarf (**Dehaba et Labii, 2012**).

1.3 Données climatiques

Le climat diverge, il se décline, du Nord au Sud de la wilaya, de la façon suivante : la zone côtière jouit d'un climat chaud et humide, la zone montagneuse, qui occupe l'essentiel de la wilaya, bénéficie d'un climat humide doux du nord et frais au sud. Les données climatiques permettent d'attribuer à cette région la dénomination de climat méditerranéen du fait de sa situation. Elle est en outre caractérisée par deux périodes : l'une froide et humide qui s'étale de l'automne à l'hiver, l'autre chaude et sèche qui s'étend du printemps à l'été.

Au cours de l'année, la température varie généralement de 7 °C à 32 °C et est rarement inférieure à 4 °C ou supérieure à 37 °C. La pluviométrie varie de 900 à 1200 mm/an (**ANDI, 2013**).

1.4 Effectifs et Production animal

La région d'El Tarf est caractérisée par une dynamique de son milieu agricole et notamment l'élevage des ruminants. Les activités agricoles sont menées sur 84031 ha de la superficie de la wilaya, avec pâturage de 204180 têtes de petits ruminants (dont 20,49 % de caprins) et 83810 têtes de bovins **(DSA EL-Tarf, 2022)**

L'élevage ovin occupe la première place avec 162335 têtes, suivi par l'élevage bovin dont l'effectif est évalué à 83810 têtes dont 50440 vaches laitières, alors que l'élevage caprin reste restreint avec 41845 têtes, et est associé généralement aux troupeaux ovins. Le tableau 7 montre l'évolution des effectifs des cheptels dans la région d'étude entre l'année 2010 et 2021

Le tableau 8 donne les performances de lait et de viandes rouges entre les années 2010 et 2021.

Tableau 7 : Evolution des effectifs des cheptels dans la wilaya d'El-Tarf (2010-2021)

Catégories	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
<u>Bovins</u>	94918	95690	96015	97800	98130	93800	91670	81800	82630	83362	83810
*dt VL Total	46974	45180	46663	48000	50440	50408	51470	44381	46027	46158	46313
*dt VL BLM	2098	2158	2281	2340	2577	2749	2929	2117	1991	2101	2098
<u>Ovins</u>	185540	188290	182580	182360	162830	160990	143340	152100	158655	153475	162335
*dt brebis	104000	102690	104442	102630	94940	94838	89150	85850	88510	86451	94235
<u>Caprins</u>	46540	43960	45400	46040	43540	43735	36775	33640	34623	41415	41845
*dt chèvres	25000	24130	23647	23250	22810	23462	21980	19585	19750	21586	21329

*Unité : tête

(Sources : DSA EL-Tarf ; 2022)

Tableau 8: Estimation de la production laitière et des viandes rouges (2010-2021)

Produits	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
T.Lait (1000L)	56949	58400	61000	64600	67430	69819	73202	55953	48773	45627	39845
-dt bovins	45720	46980	49500	52955	53861	55496	57191	43824	37534	36196	30547
-dt ovins	6720	6985	6800	6910	8105	5507	9960.00	7426	6712	5979	4881
-dt caprins	4509	4435	4700	4735	5464	8816	6051.00	4703	4527	3452	4471
T.Collectée (1000l)	5265,21	5270,79	5280	5290	2667	3831	3708	3269	3676	2208.08	2497
T.Viandes Rouges (qx)	11891	11900	10421	11471	100450	725884	814779	817015	881346	724149.5	871783.4
- dt bovines	6336	8555	6764	7532	75135	595891	687908	692379	682919	569278	704840
- dt ovines	2914	1725	2175	988	21930	42007	35215	36583	80728	66459.5	54472,8
-dt caprines	2641	1620	1482	2951	3385	87986	91656	88053	117717	88412	112470,6

(Sources ; DSA El-Tarf., 2022)

2. Méthodologie de l'étude

En se basant sur les données disponibles de la surveillance de la maladie ainsi que sa situation épidémiologique chez l'Homme, une étude rétrospective à visée descriptive a été conduite sur une période de douze ans (de janvier 2010 à décembre 2021) afin de décrire l'évolution des cas de la brucellose animale et humaine dans la région d'étude.

2.1 La collecte des données

Les données épidémiologiques de la brucellose animale ont été collectées à partir des bilans annuels d'épidémio-surveillance de zoonose de la wilaya, fournies par le service d'inspection vétérinaire des services agricoles de la wilaya d'El-Tarf (**DSA, 2022**). Ces résultats ont été classés par espèce, l'année de prélèvement et la région de l'élevage.

Pour la brucellose humaine, les données ont été récupérées de la direction de la santé et de population de la wilaya d'El-Tarf (**DSP, 2022**). Ces dernières ont été classées par sexe, âge, région, le mois et l'année de prélèvement.

2.2 Les tests sérologiques

Les tests sérologiques pour le programme de séro-surveillance ont été effectués au niveau du laboratoire vétérinaire régional de la wilaya d'El-Tarf. Les échantillons de sérum provenant d'animaux ont été analysés pour déceler la présence d'anticorps contre la brucella à l'aide du test de dépistage des plaques de Rose Bengal (RBPT) et du test de fixation du complément (CFT), en utilisant les protocoles et les lignes directrices décrits par l'OIE (2004).

Le diagnostic immunologique de l'infection par la brucellose humaine a été établi à l'aide de méthodes sérologiques de détection des anticorps fondées sur les techniques d'agglutination Rose Bengal et l'agglutination sérique de Wright, comme l'indiquent **Diaz et al. (2011)**. Les échantillons de sang ont été prélevés au moment du diagnostic avant le début du traitement.

2.3 Analyses statistiques des données

Les données collectées ont été saisies dans un fichier Microsoft Office Excel 2016. L'analyse descriptive des données a été effectuée à l'aide du logiciel Spss (*Statistical Package for the Social Sciences*) version 23.

Les indicateurs épidémiologiques calculés pour examiner la dynamique et l'évolution de la brucellose chez les ruminants et l'homme sont les suivants ;

- Taux d'incidence annuel chez les bovins/petits ruminants = nombre de nouveaux cas par année / nombre total bovins/petits ruminants

- Taux d'incidence annuel chez l'homme = nombre de nouveaux cas par année/ nombre total d'habitants

Les tests statistiques (Kruskal-Wallis, chi-2) ont été utilisés pour comparer l'évolution de la maladie entre les années, les mois, les saisons. Une différence significative a été retenue si la valeur p est inférieure à 0,05.

Les cartes choroplèthes de distribution spatiale ont été réalisé sur le site <http://datawrapper.de/>

3. Résultats

3.1 La brucellose animale

Entre 2010 et 2021, environ 22309 animaux suspects ont été soumis aux tests sérologiques de la brucellose par les vétérinaires de l'inspection vétérinaire de la direction des services agricoles de la wilaya d'El-Tarf. Ce nombre comprend 20350 (91,22%) bovins, 1028 (4,61%) ovins et 931 caprins (4,17%) (Tableau 9).

3.1.1 Evolution du taux de dépistage

3.1.1.1 Evolution du taux de dépistage chez les bovins

L'évolution du taux de dépistage de la brucellose bovine dans la région d'étude durant les années 2010-2021 est présentée dans la figure 18. Le taux global de dépistage était de 1,87%. Ce taux était variable d'une année à l'autre. Le taux d'animaux dépistés diminue de 2,31 à 1,60 de l'année 2010 à 2012. Puis augmente graduellement en 2012 à 2014 pour atteindre 3,73 % et rediminue de 2015 à 2021, de 2,91 à 0,057%.

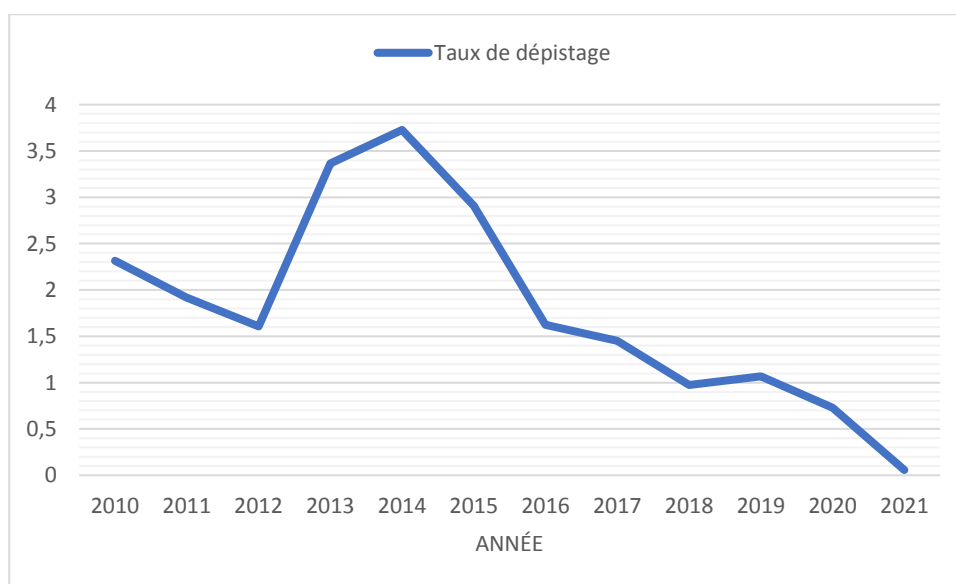


Figure 17: Evolution du taux de dépistage chez les bovins (2010-2021).

3.1.1.2 Evolution du taux de dépistage chez les ovins

La figure 19 montre l'évolution du taux de dépistage de la brucellose ovine dans la wilaya d'El-Tarf (2010-2021). Aucun animal n'a été dépisté entre l'année 2010-2013 et 2015-2016. Ensuite, on marque une évaluation dans le taux de dépistage pour enregistrer un pic en 2018 (0,47 %).

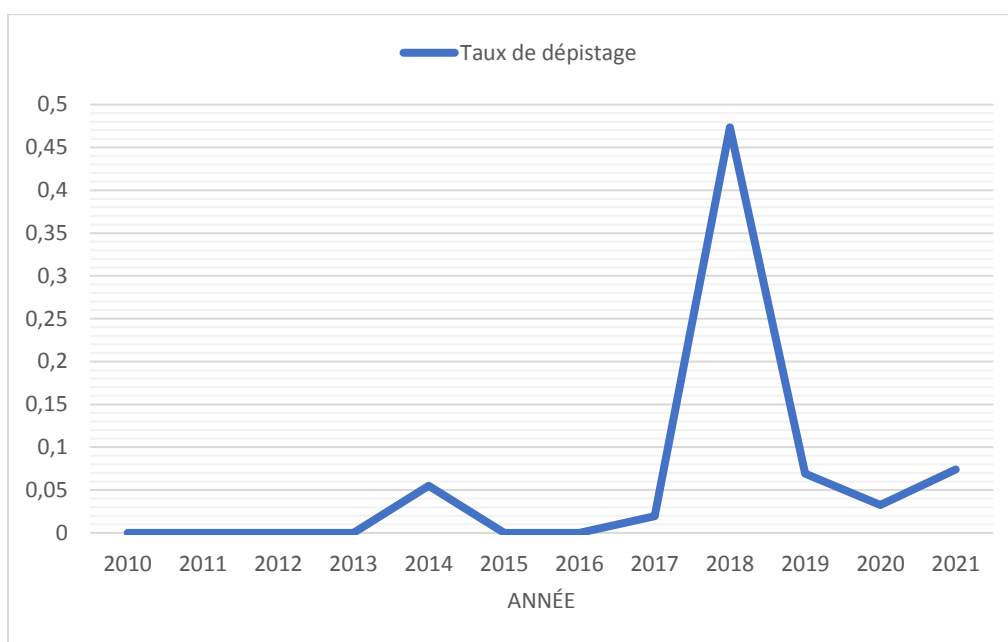


Figure 18 : Evolution du taux de dépistage chez les ovins (2010-2021)

3.1.1.3 Evolution du taux de dépistage chez les caprins

La figure 20 représente l'évolution du taux de dépistage la brucellose caprine durant la période d'étude (2010 et 2021). Ce taux d'analyse fluctue d'une année à l'autre. Aucun contrôle sérologique n'a été effectué en 2010 et entre l'année 2013 et 2015. Le taux maximum de dépistage est enregistré en 2020 (0,53 %).

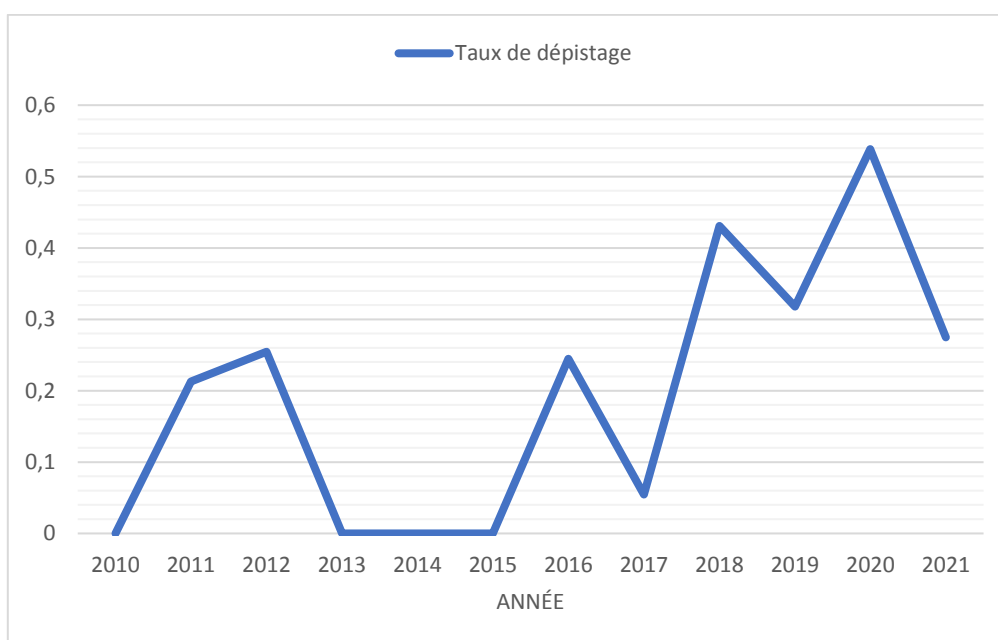


Figure 19 : Evolution du taux de dépistage chez les caprins (2010-2021)

Tableau 9: Effectif des animaux dépistés et prévalence de la brucellose animales au niveau de la wilaya d'El-Tarf (2010-2021)

Année	Espèce	Nombre de		Nombre et pourcentage des cas positifs			
		Fermes dépistés	Animaux dépistés	Fermes		Animaux	
				No.	P	N	%
2010	Bovin	139	2075	03	0,02	04	0,02
	Ovin	00	00	00	00	00	00
	Caprin	00	00	00	00	00	00
2011	Bovin	170	1821	04	0,02	04	0,01
	Ovin	00	00	00	00	00	00
	Caprin	03	99	00	00	00	00
2012	Bovin	36	1536	05	0,13	20	0,01
	Ovin	00	00	00	0	00	0
	Caprin	01	112	00	0	00	0
2013	Bovin	40	3231	04	0,1	10	0,003
	Ovin	00	00	00	00	00	00
	Caprin	00	00	00	00	00	00
2014	Bovin	96	3645	13	0,13	28	0,01
	Ovin	00	100	30	00	100	1
	Caprin	00	00	00	00	00	00
2015	Bovin	135	2854	10	0,07	24	0,01
	Ovin	00	00	00	00	00	00
	Caprin	00	00	00	00	00	00
2016	Bovin	115	1524	12	0,10	27	0,02
	Ovin	00	00	00	00	00	00
	Caprin	9	107	01	0,11	01	0,01
2017	Bovin	66	1330	11	0,17	17	0,01
	Ovin	06	28	02	0,33	04	0,14
	Caprin	06	20	02	0,33	05	0,25
2018	Bovin	98	796	16	0,16	28	0,03
	Ovin	24	720	02	0,08	03	0,004
	Caprin	24	145	03	0,15	04	0,03
2019	Bovin	40	883	03	0,07	08	0,01
	Ovin	06	110	03	0,5	40	0,36
	Caprin	06	110	05	0,83	21	0,19
2020	Bovin	24	607	04	0,16	04	0,01
	Ovin	20	50	02	0,1	03	0,06
	Caprin	20	223	06	0,3	91	0,41
2021	Bovin	05	48	03	0,6	04	0,08
	Ovin	06	120	03	0,5	19	0,16
	Caprin	04	115	04	1	45	0,39
Total	Bovin	964	20350	88	0,09	178	0,87
	Ovin	62	1028	42	0,67	169	0,16
	Caprin	74	931	22	0,29	168	0,18
Total		1100	22309	152	0,14	515	0,02

Prévalence (P) = nombre d'animaux positifs *100 / nombres d'animaux dépistés

3.1.2 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les ruminants

3.1.2.1 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les bovins

Durant les douze ans de l'étude, 88 foyers avec 178 cas de brucellose bovine ont été déclarés par les services vétérinaires de la wilaya (Figure 21). L'évolution annuelle du nombre de foyers, de cas et de l'incidence montre que la brucellose bovine est différente de celle observée chez les petits ruminants. Le maximum de foyers (16 foyers) a été déclaré en 2018 alors que le nombre le plus élevé de cas a été rapporté en 2014 et en 2018 (28 cas). La courbe de l'évolution de l'incidence annuelle de la brucellose bovine révèle une évolution non favorable. Elle a constamment varié et la situation n'est pas homogène malgré l'absence d'une variation significative au fil des années (Kruskal-Wallis chi-squared = 0,443, P-value = 0,93) (Figure 21).

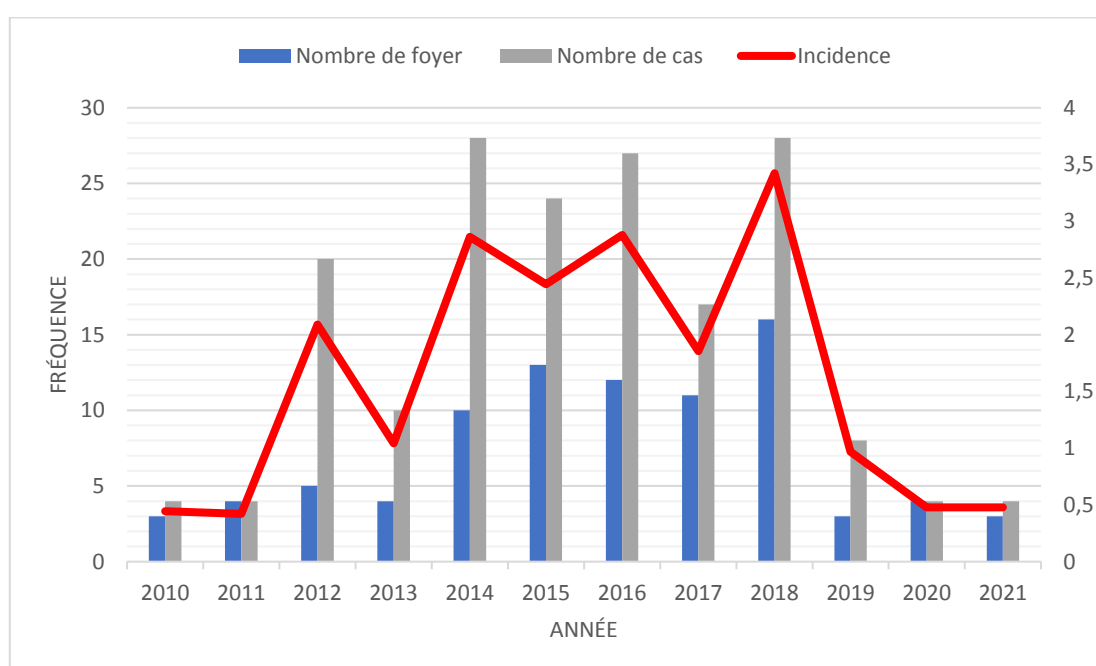


Figure 20: Evolution du nombre de foyers, de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose bovine dans la wilaya d'El Tarf (2010 à 2021).

3.1.2.2 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les ovins

Un total de 42 foyers dénombrant 169 cas de brucellose ovine a été notifié par les services vétérinaires de la wilaya durant la période couverte par l'étude (2010-2021). Il est à noter que le nombre de foyers atteints est faible par rapport au nombre de cas incidents. L'incidence annuelle de la brucellose ovine suit la même évolution du nombre de foyers et des cas. On note ainsi, la présence de deux pics de l'incidence de la maladie séparés par un intervalle de 04 ans, le premier en 2014, le deuxième en 2019. Le maximum de cas (100 cas) a été enregistré en 2014 (Figure 22). Malgré la présence de ces deux pics, aucune variation statistiquement significative entre les années n'a été mise en évidence (Kruskal-Wallis chisquared = 0,443, p-value = 0,65).

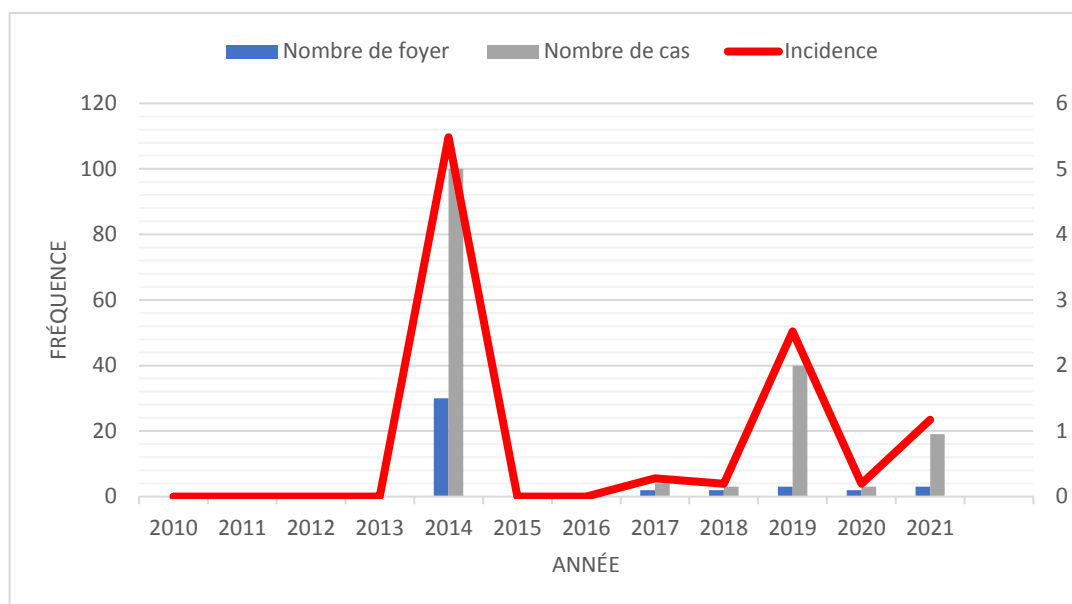


Figure 21: Evolution du nombre de foyers, de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose ovine dans la wilaya d'El Tarf (2010 à 2021)

3.1.2.3 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les caprins

La figure 23 dévoile la variation de nombre de foyers et nombre de cas de la brucellose caprine entre l'année 2010 et 2021. 22 foyers avec 168 cas de brucellose ont été enregistrés. Quant à l'incidence annuelle, la courbe n'a connu des élévations remarquables qu'à partir de l'année 2017. Un pic d'incidence a été enregistré en 2020 (21,97). Sur le plan statistique, aucune variation annuelle significative n'a été décelée (Kruskal Wallis chi-squared = 0,443, $p=0.02$).

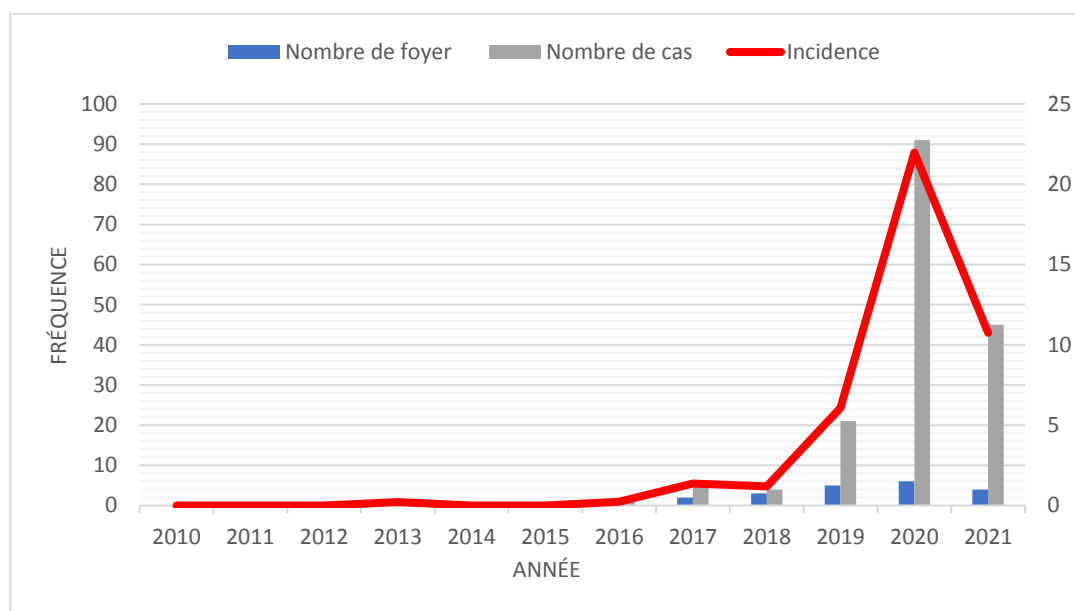


Figure 22 : Evolution du nombre de foyers, de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose caprine dans la wilaya d'El Tarf (2010 à 2021)

3.1.3 Evolution temporelle de la brucellose animale

Les données relatives à la répartition mensuelle des cas de la brucellose animale pour la période d'étude n'étaient pas disponibles.

3.1.4 Evolution spatiale de la brucellose animale

3.1.4.1 Evolution spatiale de la brucellose bovine

La figure 24 montre la répartition géographique des cas de brucellose chez les bovins dans les différentes communes de la wilaya pendant la période d'étude (2010-2021). En analysant cette figure on peut remarquer que la commune de Ben M'Hidi était la plus touchée par la maladie suivie par la commune de Chefia et de Bouhadjar. La représentation de la maladie dans le temps et dans l'espace (Figure 25) révèle que neuf (09) communes n'ont déclaré aucun cas de brucellose bovine durant la période d'étude (Asfour, Zerizer, Chbaita Mokhtar, Souarekh, Chihani, Raml Souk, El Aioun, Drean et zitouna). Les autres régions semblent les moins touchées par la maladie car le nombre de cas déclaré est considéré comme faible.

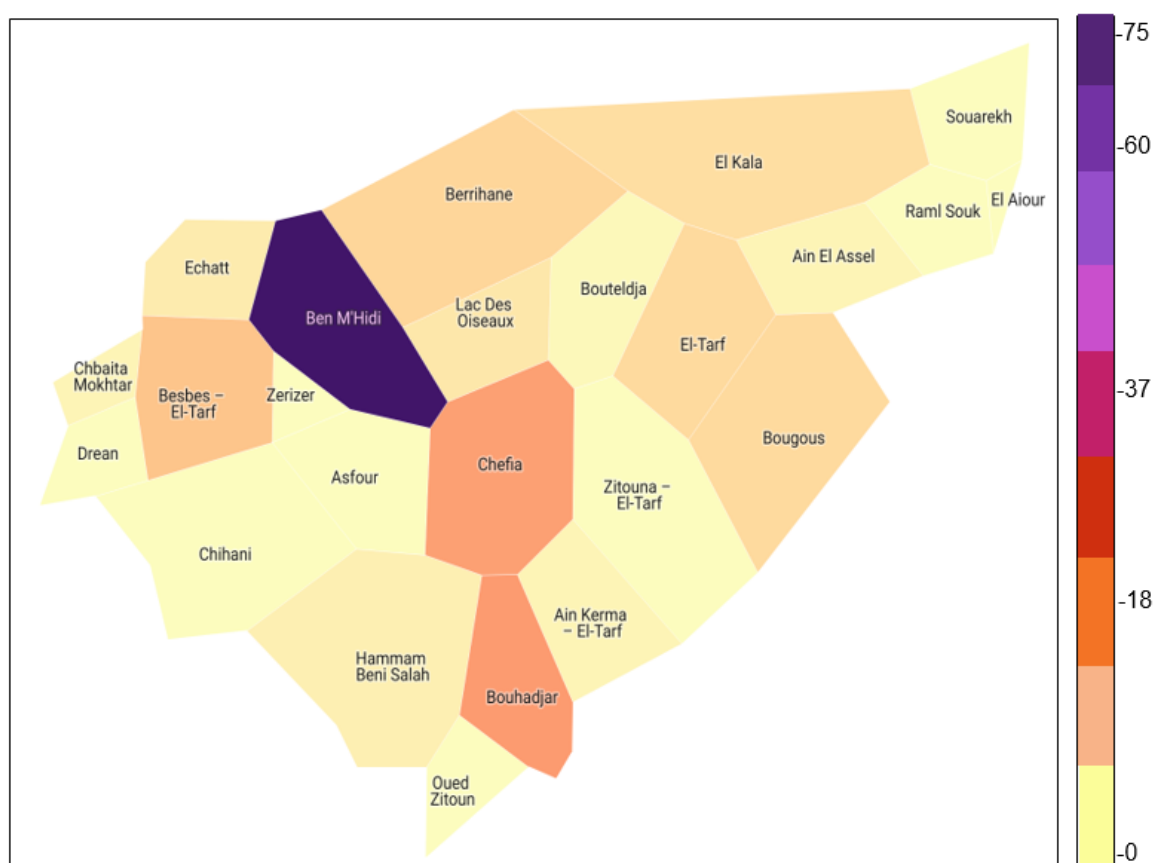


Figure 23 : Répartition géographique de la brucellose bovine dans la wilaya d'El-Tarf (2010 à 2021)

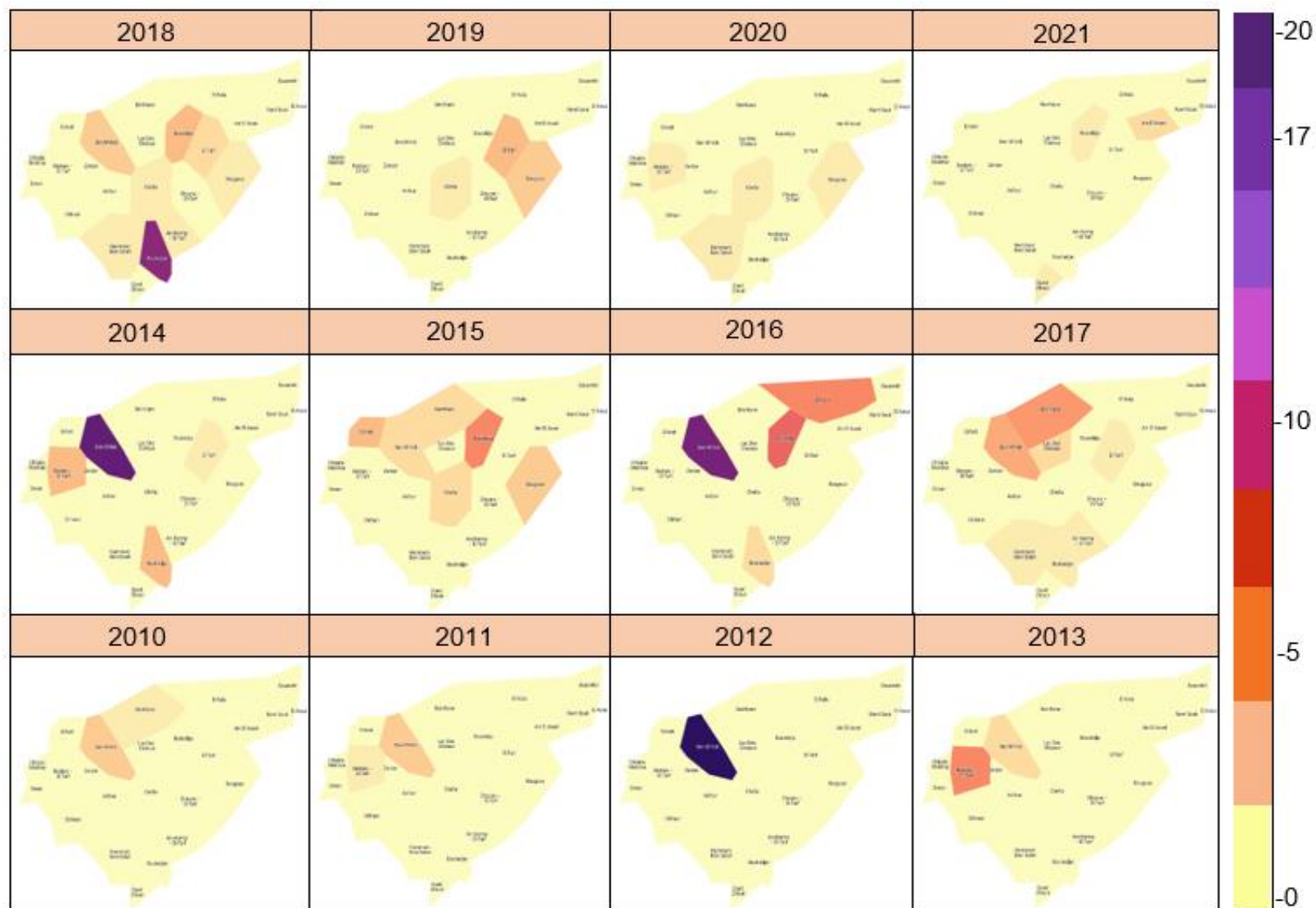


Figure 24 : Répartition géographique des cas de brucellose chez les bovins dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)

3.1.4.2 Evolution spatiale de la brucellose ovine

La répartition géographique de la brucellose ovine (Figure 26) est différente de celle observée chez les bovins. Les plus grands nombres de cas de brucellose ovine ont été enregistrés dans la commune d'Aïn El Assel, Souarekh, Bouhadjar et Oued Zitoun. La représentation de la maladie dans le temps et dans l'espace montre des pics épidémiologiques dans la région d'Aïn El Assel en 2010 (100 cas), Souarekh et Bouhadjar en 2019 (19 et 21 cas respectivement) et Oued Zitoun en 2021 (17 cas) malgré son caractère enzootique dans le pays (Figure 27). Les autres régions semblent moins touchées par la brucellose ovine car le nombre de cas déclaré est considéré comme faible.

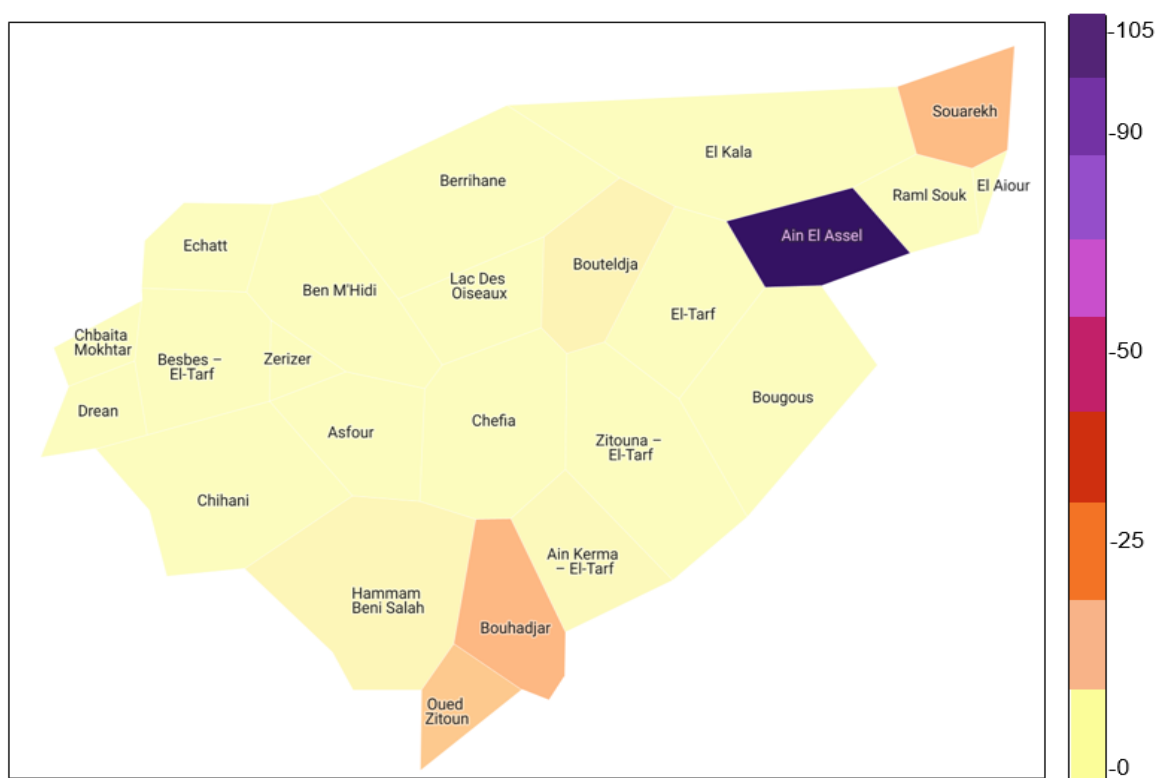


Figure 25 : Répartition géographique de la brucellose ovine dans la wilaya d'El-Tarf (2010 à 2021)

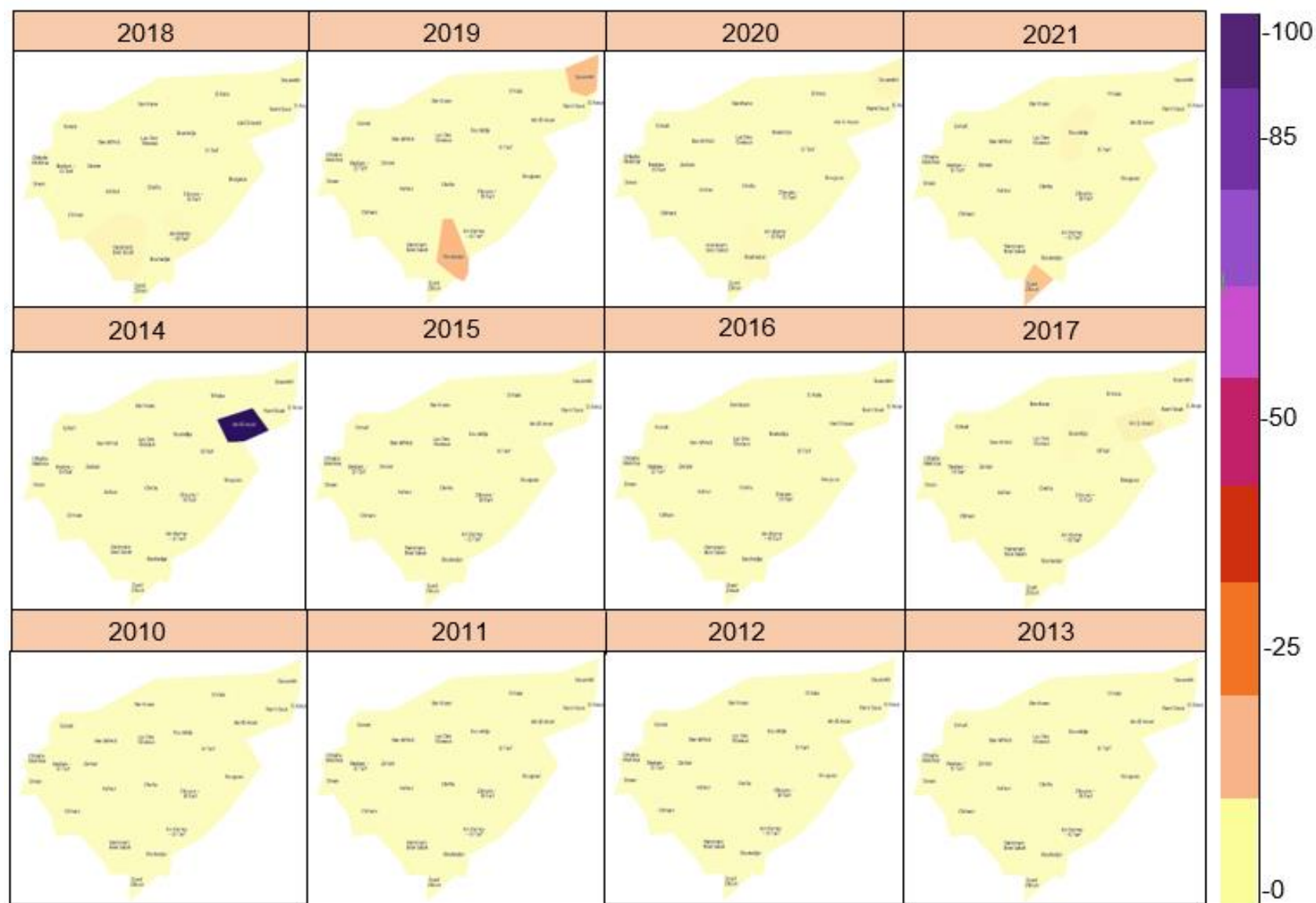


Figure 26 : Répartition géographique des cas de brucellose chez les ovins dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)

3.1.4.3 Evolution spatiale de la brucellose caprine

La répartition spatio-temporelle de la maladie chez les caprins durant la période d'étude est présentée dans la figure 28. Durant la période 2010-2016, la brucellose caprine était très faiblement déclarée. Les régions les plus touchées étaient Hamman Béni Salah, Bougous, Bouhadjer et Oued Zitoun. Un pic épidémiologique dans la région de Hamman Béni Salah a été enregistré en 2020 (71 cas). Les zones restantes étaient faiblement touchées par la maladie.

En fonction des années, le nombre de communes touchées par la maladie a varié entre 1 et 3 communes chaque année. Aucune commune n'a été constamment touchée par la maladie et une alternance absence/présence de la maladie a été rapportée (Figure 29).

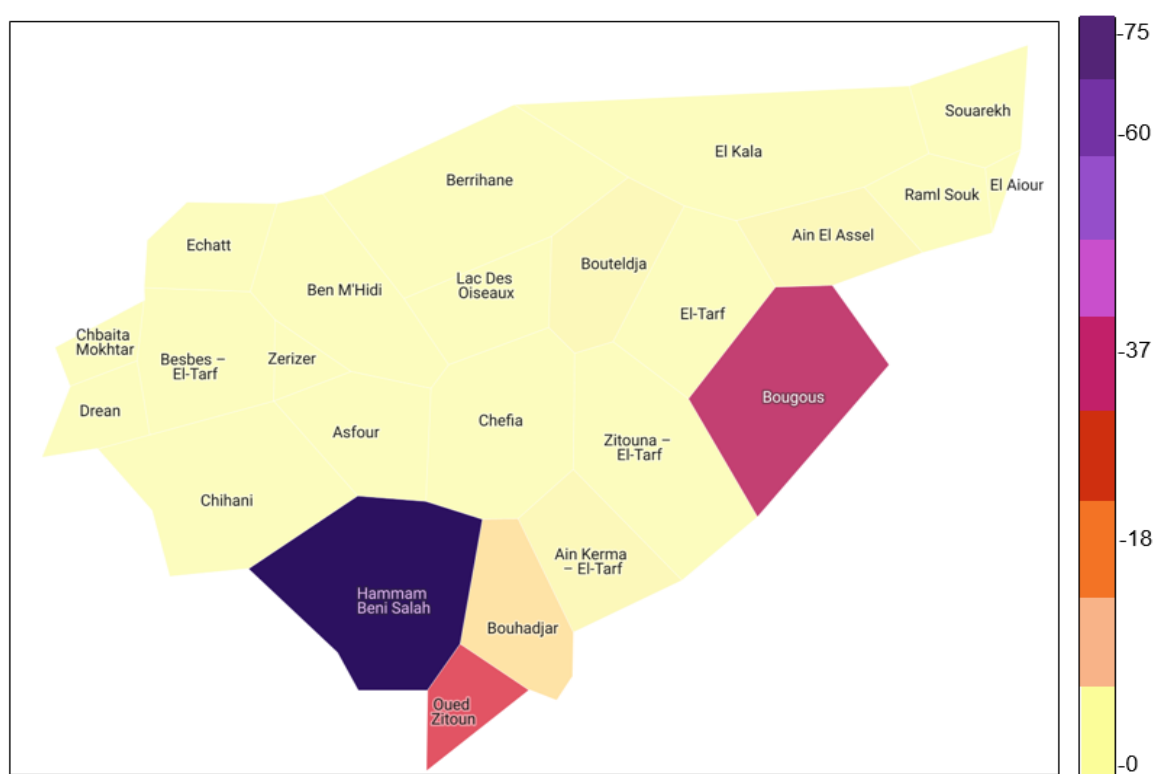


Figure 27 : Répartition géographique de la brucellose caprine dans la wilaya d'El-Tarf (2010 à 2021)

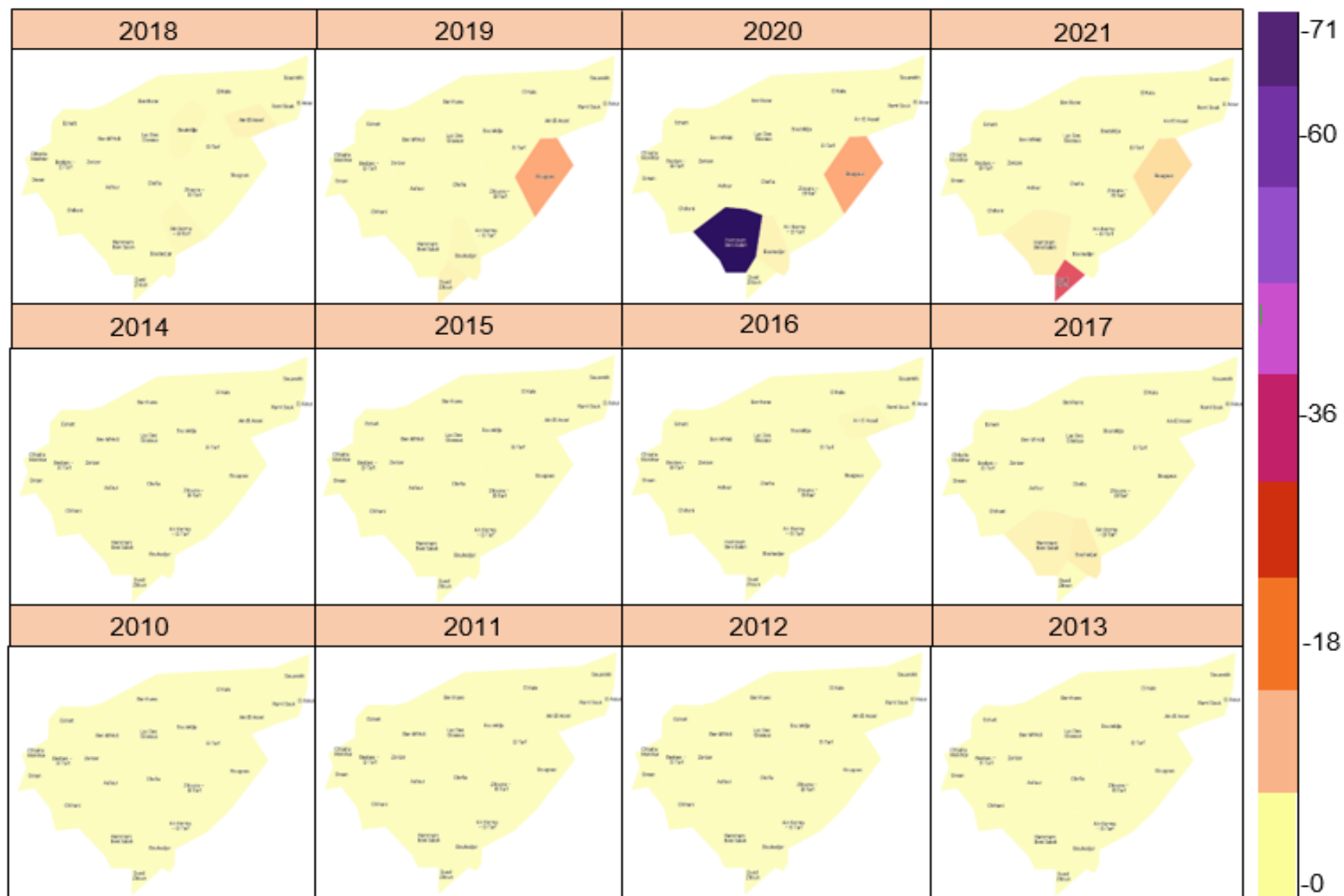


Figure 28 : Répartition géographique des cas de brucellose chez les caprins dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)

3.2 Brucellose humaine

3.2.1 Evolution annuelle de la brucellose chez l'homme

Durant la période de l'étude (2010-2021), 296 cas de brucellose humaine ont été déclarés dans la wilaya d'El-Tarf avec une moyenne de 24 cas/ an. Les données de la surveillance épidémiologique montrent que l'incidence de la brucellose humaine a connu des variations importantes surtout à partir de 2016. Une augmentation progressive de l'incidence a été remarquée après 2014 passant de 4,47 cas/100000 habitants à 9,38 cas/100000 habitants en 2021, ce qui correspond à une augmentation de plus de 2 fois (Figure 30). L'incidence annuelle de la brucellose humaine la plus élevée a été enregistrée en 2019 avec 11,43 cas/100000 habitants. Une différence statistiquement significative a été établie entre les années (Kruskal-Wallis chi-squared = 0,443, p-value = 0,003)

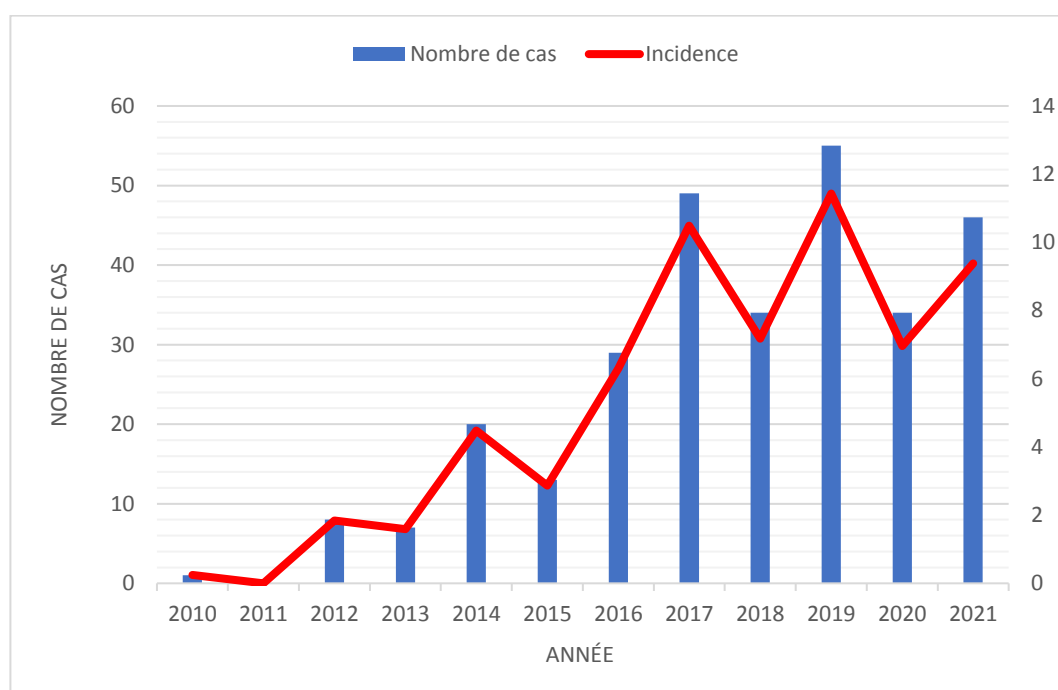


Figure 29 : Evolution du nombre de cas et de l'incidence annuelle de la brucellose humaine dans la wilaya d'El Tarf (2010-2021)

3.2.2 Evolution temporelle de la brucellose humaine

L'étude de la répartition mensuelle de la brucellose humaine a permis de montrer la présence de la maladie sur toute l'année (Figure 31). Aucune différence statistiquement significative n'a été établie entre les mois (mensuelle Kruskal-Wallis chi-squared = 0.443, p-value = 1,00), bien que les nombres de cas les plus élevés aient été déclarés pendant les mois d'avril (35 cas), juin (33 cas) et mai (31 cas).

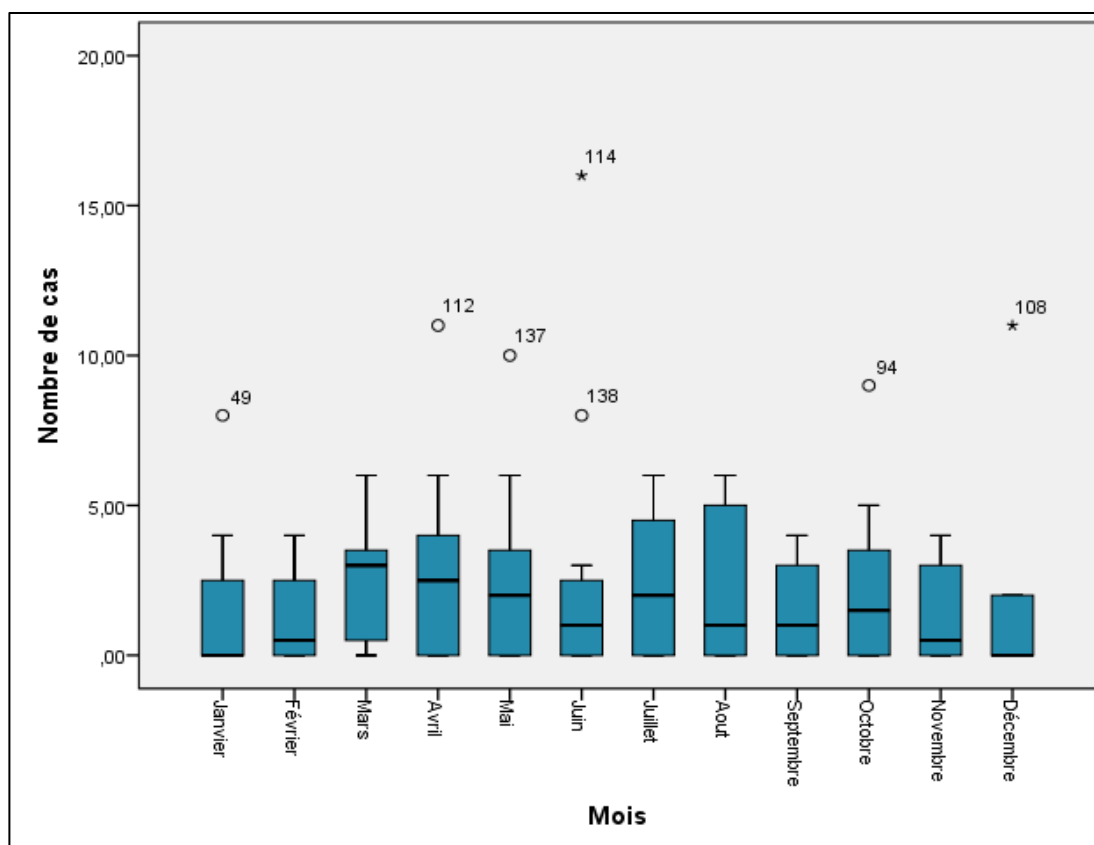


Figure 30 : Répartition mensuelle des cas de brucellose humaine (2010-2021)

3.2.3 Variation de nombre de cas selon l'âge et le sexe

D'après la figure 32, on remarque que la tranche d'âge la plus touchée est celle dont l'âge est compris entre 22 et 44 ans suivi par la tranche de 45 à 65 ans. L'âge du cas le plus jeune était de deux ans, le plus âgé de 87 ans. Aucun cas n'a été enregistré chez les enfants de moins d'un an pour les douze ans d'étude. La moyenne d'âge était de 45 ans

Selon le sexe, la brucellose touche plus fréquemment les femmes (53,72 %) par rapport aux hommes (46,28 %) avec un sex ratio de 0,86. Chez les deux sexes, la catégorie d'âge la plus touchée est la catégorie 22 – 44 ans.

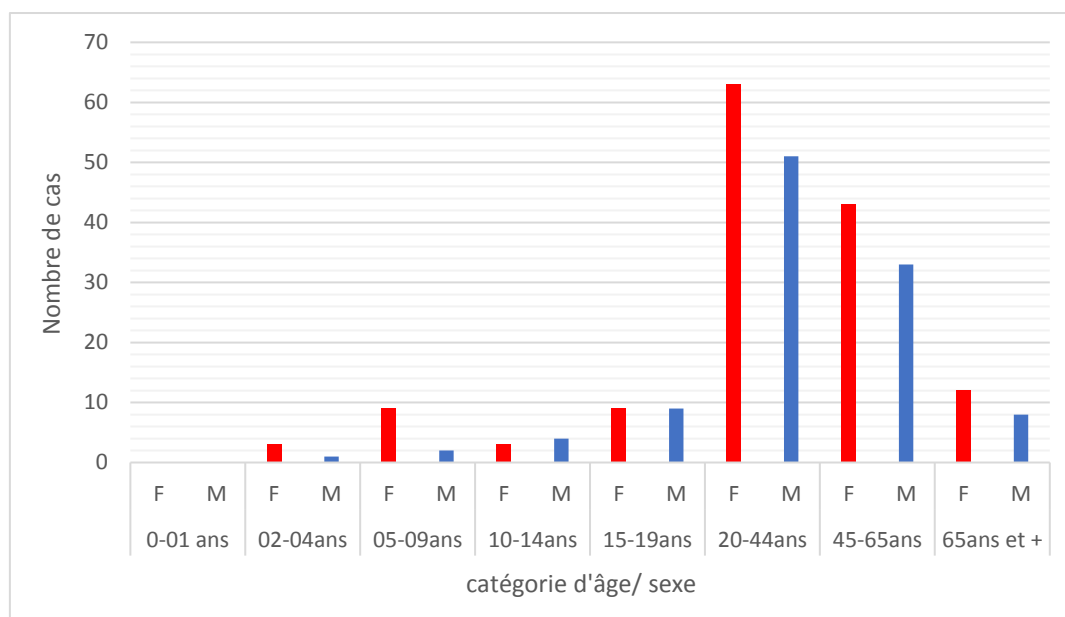


Figure 31 : Variation de nombre de cas selon l'âge et le sexe (2010-2021)

3.2.4 Evolution spatiale de la brucellose humaine

La figure 33 présente la répartition géographique des cas de brucellose humaine dans la wilaya d'EL-Tarf (de 2010 à 2021). On peut remarquer que la maladie a été notifiée dans la quasi-totalité de la wilaya. La commune de Chihani a été la seule commune où aucun cas humain n'a été déclaré pendant la durée d'étude. Les régions les plus touchées sont : Bouhadjer, Hamman Béni Salah, Bougous, Oued Zitoun et Bouteldja. Les communes les moins touchées sont Echatt, Chbaita Moukhtar, El Aioun et Ram Souk.

La représentation de la maladie dans le temps et dans l'espace (Figure 34) montre des pics épidémiologiques dans la région de Bouhadjer en 2016 ; 2019 et 2021 (11 ; 16 et 13 cas respectivement), Hamman Béni Salah 2017 (12 cas) et Bougous en 2019 (14 cas).

Aussi, en fonction des années, le nombre de communes touchées par la maladie a varié entre 1 et 14 communes chaque année. Aucune commune n'a été constamment touchée par la maladie et une alternance absence/présence de la maladie a été rapportée (Figure 34).

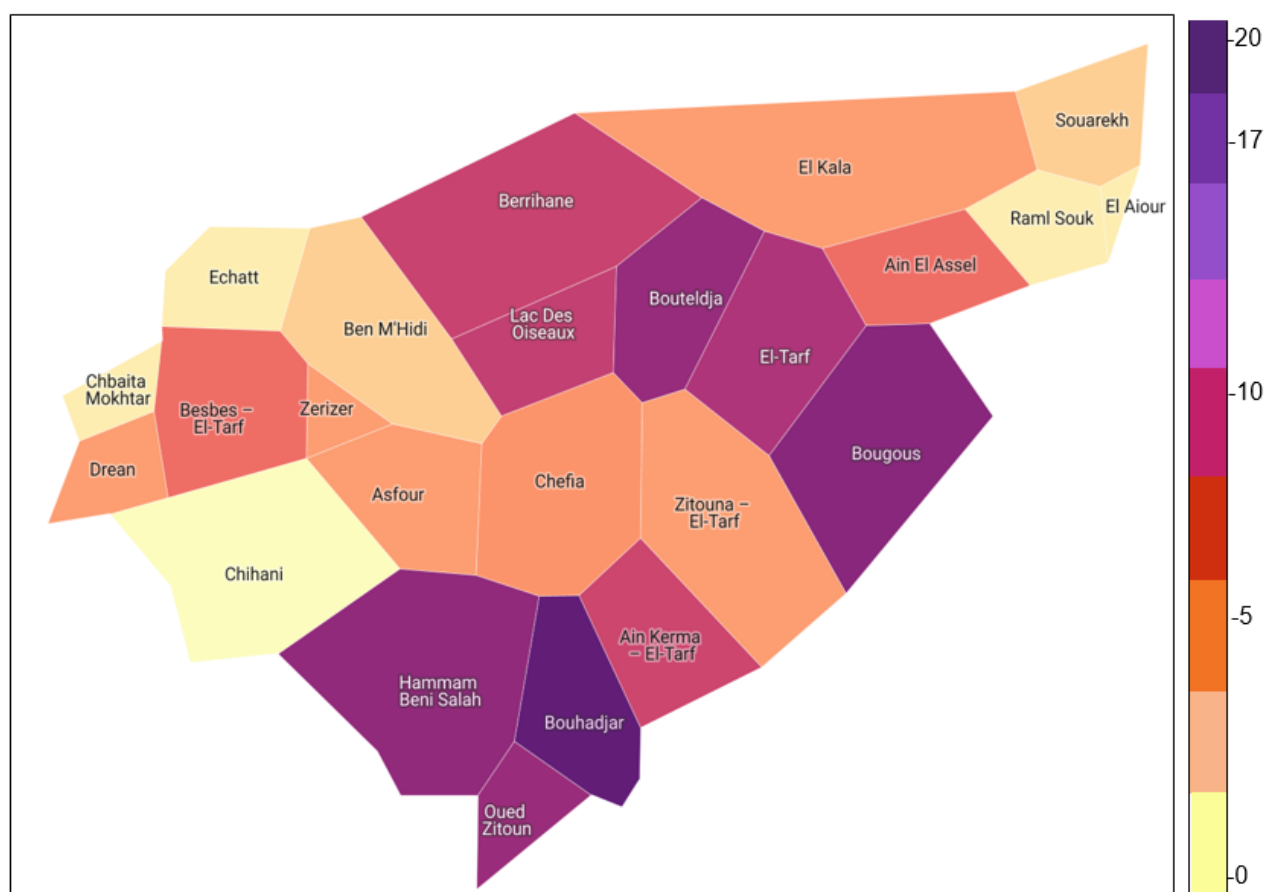


Figure 32 : Répartition géographique de la brucellose humaine dans la wilaya d'El-Tarf
(2010 à 2021)

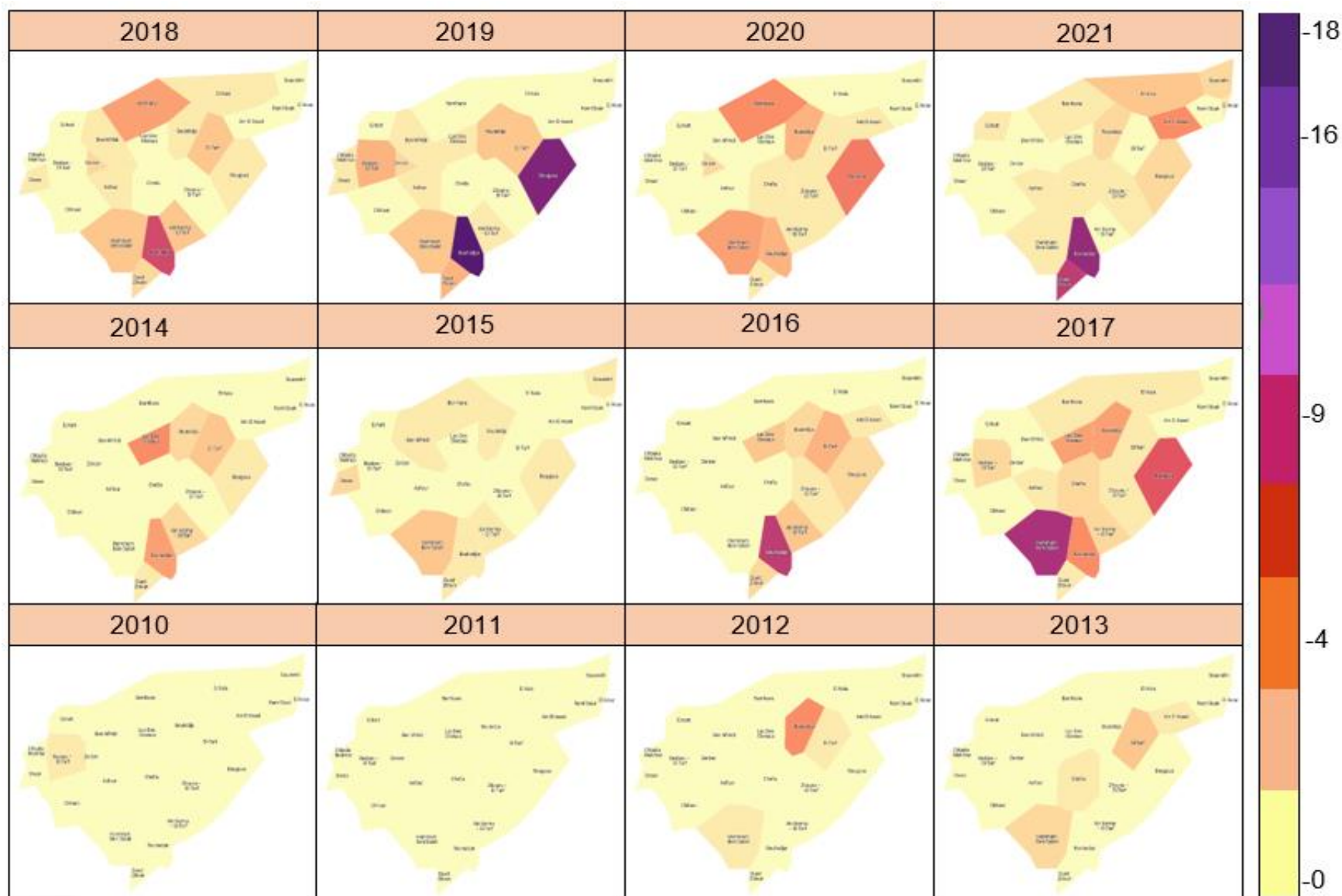


Figure 33 : Répartition géographique des cas de brucellose humaine dans la wilaya d'EL-Tarf (2010-2021)

4. Discussion

L'objectif de cette étude consiste à décrire la situation épidémiologique et évaluer le système de surveillance de la brucellose chez les ruminants et l'homme dans la wilaya d'EL-Tarf, durant une période de 12 ans (2010-2021), en se basant sur les données disponibles de la surveillance de la maladie. L'évaluation d'un système de surveillance vise en général à améliorer son fonctionnement et à y produire du changement.

4.1 La surveillance de la brucellose humaine

En Algérie, la brucellose humaine est une maladie sous surveillance nationale (catégorie 1), soumise à une déclaration obligatoire à l'autorité sanitaire nationale, selon les modalités fixées par la réglementation **(DGPPS, 2014)**. Elle est également une maladie professionnelle indemnisable **(MSP, 1997)**.

4.2 Le Programme National de Lutte contre la brucellose animale

En Algérie, diverses stratégies ont été adoptées, séparément ou conjointement pour le contrôle puis l'éradication des brucelloses animales.

Au début, des mesures de luttes ont été prises contre la brucellose par l'établissement des programmes de luttes entre 1970-1979. Elles portaient sur les élevages autogérés de l'état par le dépistage dans les unités où les avortements étaient constatés, l'abattage des animaux réagissent positivement, désinfection des étables et vaccination des vêles de 4 à 7 mois au vaccin B19, mais la brucellose bovine persistait et propageaient.

Entre 1976 et 1984, application du programme d'assainissement par décision de l'arrêt de la vaccination, puis le programme de lutte de 1995 d'où il déclare la brucellose maladie animale à déclaration obligatoire **(JORA, 1995)**. En 1990, les modalités de déclaration sont modifiées par de nouveaux textes :

- Arrêté n° 179/MS/CAB du 17 novembre 1990 fixant la liste des maladies à déclaration obligatoire et les modalités de notification.
- Circulaire n°1126/MS/SPDG du 17 novembre 1990 relative au système de surveillance des maladies transmissibles.
- A partir de 2006, l'Algérie introduit la vaccination des petits ruminants. Elle a été lancée dans 7 wilayas pilotes. La vaccination des bovins en Algérie est strictement interdite **(JORA, 2005)**.

4.3 La brucellose animale

4.3.1 Le taux de dépistage de la brucellose animale

L'évolution du taux de dépistage de la brucellose animale pour les trois espèces (bovin, ovin et caprin) fluctue d'une année à l'autre. Durant la période d'étude, le taux de dépistage chez les bovins diminue de 2,31% à 0,057%. Alors que le taux maximal de dépistage enregistré chez les ovins et les caprins était de 0,47 % et 0,53 % respectivement.

Selon **Lounes et Bouyoucef (2009)**, l'évolution de la brucellose bovine en 10 ans après le début du programme de lutte (1995-2004), montre que le taux de dépistage n'excède pas une moyenne de 9% de l'effectif bovin avec 172066 bovins dépistés dans la région centre. Le taux d'animaux dépistés augmente graduellement de 6,71 à 10,56% de 1999 à 2001. En 2014, MADR a rapporté que le taux d'identification et de dépistage ne concernait que 6 % du cheptel algérien (**MADR, 2014**). Quant aux travaux de **Hamiroune et al. (2020)** dans la wilaya de Djelfa, les résultats ont montré que sur un total de 287640 bovins, seulement 4,42 % ont été soumis au dépistage.

Ce faible taux de dépistage est dû principalement à l'absence de coopération des éleveurs en vue de la détection des foyers de la maladie. Le manque de motivation de l'éleveur pour participer au dispositif de surveillance de la brucellose vient de son ignorance des dangers de cette zoonose (manque de campagne de sensibilisation), et de la peur des contraintes à la vente du lait et de l'abattage des animaux testés positifs surtout avec un taux d'indemnisation faible (35 % de la valeur de l'animal).

De même, la prédominance des petits cheptels ainsi que les élevages familiaux, l'absence de l'identification et du contrôle du déplacement des animaux constituent des entraves au dépistage des animaux.

De plus, le manque de moyens des services vétérinaires des différentes inspections, particulièrement le transport pour se déplacer vers les élevages, surtout dans les zones rurales constitue une entrave pour les vétérinaires étatiques (**Lounes et Bouyoucef, 2009**).

Chez les petits ruminants, le dépistage sérologique n'est pas effectué systématiquement comme chez l'espèce bovine, ce qui justifie le faible taux de dépistage chez les ovins et les caprins durant la période d'étude. Il s'effectue seulement suite à la demande de l'éleveur qui désire obtenir un agrément sanitaire ou en notification de cas de brucellose humaine.

Alors, le dépistage sérologique de la brucellose animale ne se fait plus qu'en cas de nécessité (agrément pour la vente de lait par exemple) ou suite à l'apparition de cas de brucellose humaine, des investigations sont alors menées pour rechercher l'origine de la maladie dans les exploitations d'élevage.

Le nombre des animaux dépistés dans le cadre du programme national d'assainissement de la brucellose animale reste insuffisant, loin de détecter tous les animaux atteints, encore moins pour éradiquer cette zoonose majeure. L'évolution des brucelloses animale et humaine n'a pas noté d'amélioration réelle à cause de multiples défaillances qui existent dans l'application de ce programme qui sont essentiellement le manque d'hygiène dans les élevages, l'absence d'éducation sanitaire chez les éleveurs, le non-respect des mesures de sécurité chez les professionnelles, ainsi que le manque des moyens employés pour le dépistage et que la vaccination anti brucellique n'est pas obligatoire (l'éleveur refuse de vacciner ses animaux).

4.3.2 Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose chez les ruminants

Chez les bovins, les résultats de l'analyse des données d'épidémiologie-surveillance (2010-2021) montrent que le taux de séroprévalence varie entre 0,19 et 8,33 %, avec un taux d'incidence qui oscille entre 0,44 et 3,42%. Dans la même région, des taux de séroprévalence individuels importants, de 10,4%, ont été enregistrés chez des vaches laitières par **Bouzzid et al. (2010)**.

Cependant, une étude réalisée dans la région de Tiaret, indique un taux de séroprévalence de 2,35 à 3,5% en 2003, avec un taux d'incidence de 2,35% (**Aggad, 2003**). Ainsi, dans le cadre du suivi sanitaire sérologique de la brucellose dans la région Centre de l'Algérie, des prévalences cheptel et individuelle respectivement de 3% et 0,81% (**Lounes et Bouyoucef, 2008**). Une seconde enquête, indique un taux de séroprévalence moyen de 2,6% au niveau animal et de 15,7% au niveau troupeau (**Aggad et Boukraa, 2006**). Selon les résultats de **Derdour et al., 2017**, la brucellose représente 3,06% des maladies infectieuses abortives des bovins.

Dans la région de Sidi Bel Abbès, **Rechidi-Sidhoum (2019)** a enregistré un taux de prévalence de 5,4 %. En 2020, un taux d'incidence élevé a été signalé chez les bovins dans la région d'El-Oued par **Khezzani et al. (2020)** (35,9 pour 100 000 têtes) avec une séroprévalence de 46%. Dans les régions pastorales de Djelfa, **Hamiroune et al. (2020)** révèle un taux de séropositivité de 2,51%.

Cette différence dans les résultats obtenus, pourrait être attribuée à la méthodologie de l'enquête de chaque étude et les techniques de dépistage utilisées (**Elandalousi et al., 2015**). Ces données ne concernent en fait, qu'une partie des régions du pays et par conséquent, ne sont pas représentatives de la réalité du terrain.

À titre de comparaison, une étude récente d'**Al-Griw, Kraim et al. (2017)**, qui a été réalisée dans la région du Nord-Ouest (Libye), a signalé une prévalence de 4,7% les bovins. Une autre étude réalisée par **Al-Sekait. (2000)** dans la région d'Al Medina (Arabie Saoudite) a révélé un taux d'incidence de 8,3% chez les bovins. En Tunisie, une enquête rétrospective nationale

réalisé entre 2005 et 2008 a mis en évidence un taux d'incidence qui varie entre 0,0007 et 0,007 (**Guesmi et al., 2020**). Au Maroc, l'enquête nationale (2010-2011) qui avait dévoilée une séroprévalence animale et troupeau de 2,1% et 4,9% respectivement (**Ducrotoy et al., 2015**).

En définitive, il est difficile de comparer les résultats de ces différentes études, mais toutes sembleraient indiquer que la brucellose sévit de façon enzootique en Algérie et dans les pays avoisinants. Ce qui est confirmé, en temps réel, par les informations zoosanitaires de l'interface-Wahis qui indiquent que la brucellose est toujours présente au Maghreb et dans plusieurs régions de l'Afrique (**OIE, 2017**).

En ce qui concerne le cheptel ovin et caprin, l'analyse des données de la surveillance épidémiologique montre que le taux de l'incidence de la brucellose est très variable d'une année à l'autre chez les deux espèces. En effet, ce taux est lié au taux de dépistage. Il varie entre 0,19 et 5,48 chez les ovins et de 0,22 à 21,97 chez les caprins.

Une enquête réalisée de 1986 à 1989 dans les wilayas de l'ouest algérien avait montré un taux global de séropositivité significativement élevé chez les caprins (12,01%) par rapport aux ovins (2,18%). Les taux de séroprévalence troupeau étaient de 43,5% et 42% respectivement, pour les caprins et les ovins (**Benhabyles et al., 1992**).

Toujours dans le cadre du suivi sanitaire sérologique de la brucellose chez les caprins, dans la région Centre de l'Algérie, les résultats montrent des séroprévalences de 13,4% au niveau animal et de 31% au niveau cheptel (**Lounes et Bouyoucef, 2008**), de 2,6% à Tiaret (**Aggad, 2003**) et de 3% à El-Bayadh avec des taux élevés chez les femelles d'âge égal ou supérieur à 4 ans (**Nehari et al., 2014**). Au niveau troupeau, les valeurs sont de 10,14% à El Bayadh. À la différence des caprins, dans cette dernière région, le taux d'infection chez les ovins est comparativement très faible au niveau animal, soit, de 1,42%. Dans une autre étude réalisée chez les petits ruminants, il a été constaté des séroprévalences troupeaux très hétérogènes, de 5%, 0%, 4,34%, 1,25% et 10%, respectivement dans les régions du nord, ouest, est, centre, dans la steppe et dans le Sahara (**Kardjadj et al., 2011**).

Gabli et al. (2015) a enregistré une séroprévalence de 0,98% chez les caprins dans la région des hauts plateaux. Cependant, un taux de séropositivité plus élevé chez caprin (23,8%) a été révélé par **Kouri et al. 2018** dans région de Béni-Abbès en sud-ouest de l'Algérie. Les travaux de **Rechidi-Sidhoum et al. (2018)** à Sidi-Bel-Abbes rapportent un taux de séroprévalence de 2,22% et 5, 23% chez les ovins et les caprins respectivement.

Ces fortes fluctuations dans les taux d'infections rapportés dans différentes régions du pays, peuvent être dues à la forte densité de certaines régions en troupeaux ovins et caprins, telles

que les zones pastorales de Tiaret et El-Bayad, connues pour la transhumance des animaux. Mais également, à la différenciation dans la méthodologie de l'échantonnage et les techniques de dépistages utilisées.

4.3.3 Evolution spatiale de la brucellose animale

L'analyse spatio-temporelle de la maladie montre qu'elle est toujours présente avec un profil enzootique. Elle est déclarée avec des incidences très variables d'une année à l'autre et d'une région à l'autre.

On a 23 communes qui sont touchées par la brucellose animale. Il semble que cette large extension de la maladie revient à l'absence de contrôle du mouvement des animaux surtout aux points de vente.

Toutefois, les chiffres déclarés ne reflètent pas la réalité si on compare la répartition géographique de la brucellose animale avec la maladie humaine. Il ressort de cette investigation que la maladie est sous déclarée dans plusieurs régions car l'homme est révélateur de l'infection animale. Étant donné que la contamination de l'homme est liée essentiellement au contact direct avec un animal brucellique et/ou à la consommation des produits laitiers crus (**Dorneles et al., 2015 ; Guesmi et al., 2020**). L'absence de déclaration des cas chez les animaux ne constitue pas une preuve de l'absence de la maladie dans une région donnée ; Citons à ce titre l'exemple de la commune de Asfour et Zrizer qui n'ont déclaré aucun cas de brucellose animale.

4.4 La brucellose humaine

Les résultats de l'étude de l'évolution des cas notifiés de brucellose, entre 2010 et 2021, à la direction de la santé et de population de la wilaya d'El Tarf, montrent bien que la brucellose est endémique dans la wilaya. Il faut toutefois rappeler, qu'il a été difficile de collecter les informations de la situation sanitaire auprès des autorités du service d'épidémiologie de la direction de la santé. Et, en raison d'un manque de certaines données sur les patients hospitalisés, les résultats ne sont pas totalement exploités.

Durant la période d'étude, l'incidence de la brucellose humaine a été variable d'une année à l'autre. Il oscille entre 0,24 cas/100000 habitants à 9,38 cas/100000 habitants. A l'échelle nationale, le taux d'incidence de la brucellose reste toujours très élevé. L'incidence de cette maladie durant l'année 2017 atteint 24,41 pour 100.000 habitants (pour 101,198 cas déclarés) (**INSP, 2017**).

Dans la région d'El-Oued (sud-est algérien), **Khezzani et al. (2021)** a enregistré un taux d'incidence moyenne de l'ordre 12,26 cas/ 100000 habitants. Un nombre de cas important a été

enregistré par **Hamiroune et al. (2020)** dans la wilaya de Djelfa durant la période 2010-2018 ou le nombre de cas varie entre 688 et 3241 cas /an.

En effet, les chiffres déclarés ne reflètent pas les vraies valeurs de l'incidence. La sous déclaration pourrait être due à la non accessibilité aux soins médicaux surtout dans les zones rurales, aux formes inapparentes et au polymorphisme clinique de la maladie qui échappent au diagnostic (**Guesmi et al., 2020**).

La consommation des produits laitiers de vache non pasteurisés ayant été signalée comme source principale d'infection chez l'homme. La majorité (89%) des humains atteints de brucellose avait ingéré du lait cru ou des produits laitiers, principalement a été et au printemps (**Aggad et Boukraa, 2006**). **Denhadji (2017)** a constaté que 81,6% des vétérinaires affirment que le lait vendu par les laitiers privés se fait sans certificat prouvant que le lait est indemne de brucellose. Alors que 18,4% affirme le contraire. Aucun vétérinaire praticien ne pratique le ring test. La raison invoquée est qu'il n'est pas disponible sur le marché et son coût élevé. Ceci peut s'expliquer par la consommation de lait cru non pasteurisé provenant d'animaux non dépistés et d'exploitations non agréées qui n'ont pas obligation d'effectuer les tests anti brucelliques (ring test et sérologie) comme l'ont spécifié.

Selon **kardjadj (2016)**, la transmission de l'infection à *Brucella* à l'homme en Algérie dépend largement du réservoir animal et de plusieurs facteurs tels que les habitudes alimentaires, les méthodes de transformation du lait et des produits laitiers, les coutumes sociales, le statut socioéconomique, les pratiques d'élevage et la santé environnementale. La consommation de lait et de produits laitiers crus a été impliquée dans 85 % des infections humaines.

En plus, la viande provenant de bovins abattus, testés positifs pour la brucellose, peut constituer un risque réel de transmission au personnel de la boucherie et aux consommateurs, ce qui exige que la viande des animaux infectés soit analysée avant d'être commercialisée (**Kaaboub et al., 2019**).

Selon les travaux de **Lounes (2009)**, *B. melitensis* biovar 3 est le plus incriminé dans les cas humains.

Dans les pays avoisinants, la maladie sévit toujours sous sa forme endémique. Au Maroc, la moyenne des déclarations de la brucellose est de 16,6 cas par an de 2007 à 2011 (**DELM, 2012**). En Tunisie, **Guesmi et al. (2020)** a rapporté l'incidence de 0,99 cas/100000 habitants en 2018.

4.4.1 Evolution temporelle de la brucellose humaine

Les résultats relatifs à la répartition mensuelle de la brucellose n'ont révélé aucune variation statistiquement significative en fonction des mois, ainsi la maladie sévit durant toute l'année pendant toute la durée de l'étude. Ceci pourrait être expliqué par la persistance de *Brucella* dans l'environnement et au non-respect des mesures de biosécurité dans les élevages en cas d'avortement (**Guesmi et al., 2020**)

Ainsi, les résultats ont permis de constater le caractère printanier de la maladie ce qui concorde avec les travaux de **Tabet- Derraz et al. (2012)**, **Dahmani et al. (2018)** et **Khezzani et al. (2021)**.

Cette forte prévalence de la brucellose remarquée au printemps peut s'expliquer par la synchronisation de cette période avec la saison de mise bas, période des avortements et de lactation chez l'animal, en particulier chez les caprins.

L'enquête menée par **Touaref et al. (2014)** à Guelma sur 51 cas de brucellose humaine, a révélé que la source principale de cette maladie était l'ingestion de lait cru ou ses dérivés non pasteurisés à presque 98 % des cas.

4.4.2 Variation de nombre de cas selon l'âge et le sexe

La répartition des cas brucelliques en fonction de l'âge chez l'espèce humaine, montre que la maladie touche ceux qui ont un âge entre 20 et 44 ans. Cela peut s'expliquer du fait que cette génération (20-44 ans) est plus active (vétérinaires, ou éleveurs) d'où le risque d'une exposition et contamination accrues dans l'exercice de ces métiers ou bien elle consomme plus de lait et sous-produits.

La moyenne d'âge des personnes atteintes était de 45 ans. Cette moyenne est supérieure à celle enregistrée par **Touaref et al. (2014)** dans la wilaya de Guelma (40 ans) **Baraka et al. (2016)** et **Tabet- Derraz et Bestaoui (2017)** dans la région de Sidi Bel Abbès (38 ans et 36 ans respectivement) et **Dahmani et al. (2018)** dans la daïra d'Aziz (31 ans). Aussi dans une étude en Arabie saoudite 27.8 ans. Mais identique à celle décrite en France par **Mailles et Vaillant (44 ans)**.

Notre étude montre que la maladie touche aussi bien les hommes que les femmes. Également, on a révélé que les femmes ont été plus touchées par la maladie dans la wilaya d'El-Tarf (sex-ratio H/F de 0,86). Cette constatation se diffère des résultats de **Tabet- Derraz et Bestaoui (2017)** ; **Dahmani et al. (2018)** et **Rechidi-Sidhoum (2019)** où les hommes étaient les plus touchés par la maladie (sex-ratio H/F 1,1 ; 6,2 et 2,4 respectivement). Cela peut être expliquer par le fait que malgré la prédominance masculine dans les activités professionnelles

de l'élevage (éleveurs, vétérinaires, agriculteurs...etc.), les femmes sont également exposées aux risques de contamination lors de la consommation et la manipulation de lait cru et des produits laitiers. Et également, lors de leurs participations et leurs aides aux travaux de l'élevage telles que l'entretien des animaux, le nettoyage de la ferme ou Zriba (bergerie), l'alimentation et l'abreuvement des animaux, ainsi que la transformation des produits de l'élevage.

4.4.3 Evolution spatiale de la brucellose humaine

On peut remarquer que la maladie a été notifiée dans la quasi-totalité de la wilaya. Ce qui indique la forte contamination des élevages de la région. Cela peut être aussi justifié par la grande consommation de lait cru ou par les sous-produits laitiers non traités (raib, leben ou fromage artisanal) dans la région d'étude.

À l'échelle nationale, parmi les wilayas qui ont connu des épidémies de brucellose, celle de Ghardaïa a enregistré les plus forts taux passant de 100,1 à 344,8 pour 100.000 habitants respectivement, en 2015 et en 2016. En seconde position, c'est la wilaya de Djelfa où il a été noté une légère progression du taux d'incidence, allant de 109,66 à 136,33 cas pour 100.000 habitants en 2015 et en 2016 (**INSP, 2017 ; Rechidi-Sidhoum, 2019**).

La wilaya d'El Bayadh a quant à elle, enregistré une amélioration de la situation épidémiologique de la brucellose mais reste encore très élevée. Le taux a baissé de 184,49 en 2015 à 105,50 cas pour 100.000 habitants en 2016. Des épidémies ont également été observées en 2016 dans les wilayas de Tébessa, Laghouat, Béchar et Naâma avec des taux respectifs de 98,25 ; 95,41 ; 95,06 et 90,03 cas pour 100.000 habitants (**INSP, 2017 ; Rechidi-Sidhoum, 2019**).

D'après ces résultats, on peut constater que cette zoonose continue à se propager dans nos élevages. Cela témoigne la défaillance du système de surveillance.

4.5 Evaluation du réseau d'épidémiosurveillance de la brucellose

L'un des principaux objectifs de la plupart des réseaux de surveillance des maladies animales en Algérie est la détection précoce des phénomènes de santé sous surveillance. A cet effet, un des principaux critères d'efficacité de ces dispositifs de surveillance est leur sensibilité. Celle-ci est définie comme la capacité du système de surveillance à détecter la totalité des cas des maladies à surveiller. Elle dépend de plusieurs facteurs notamment la prévalence de la maladie (**Ouagal et al., 2017**).

En analysant les résultats de déclaration de la brucellose animale et humaine de cette étude, on constate que le système de surveillance actuel de la brucellose en Algérie reste incapable de détecter tous les cas d'avortements brucelliques. Ainsi, malgré l'instauration d'un programme

de lutte contre la maladie en Algérie depuis de nombreuses années, la brucellose reste présente avec un profil endémique.

En effet, cette enquête qui couvre une longue période de suivi de la brucellose animale et humaine dans la région de l'extrême nord-est du pays, a permis de mettre en évidence plusieurs éléments clés à savoir les défaillances des deux systèmes de surveillance de la maladie (animale et humaine), l'inefficacité des mesures de lutte mises en place depuis des décennies, l'absence d'évaluation systématique des systèmes de suivi de la brucellose et l'absence de données fiables pouvant servir à l'adaptation de la stratégie de lutte contre cette pathologie.

L'augmentation progressive de l'incidence de la brucellose humaine mise en évidence à partir de 2017 est une autre preuve que la maladie est sous-déclarée chez les animaux.

La disponibilité de l'information sur les nouveaux cas dépend également de plusieurs autres facteurs : la conscience de l'éleveur du danger de cette zoonose, les moyens logistiques mis à la disposition du vétérinaire étatique et privé pour le dépistage et le contrôle de la maladie, le budget pour les indemnisations... d'où la nécessité d'étudier tous ces facteurs et adapter le programme de lutte à la situation sur terrain (**Guesmi et al., 2020**).

D'autre part, en s'appuyant seulement sur la surveillance passive constitue un point de faiblesse pour ce système. Donc, il est nécessaire d'instaurer une composante de surveillance active. Aussi, il faut évaluer régulièrement ce système pour renforcer la détection des cas à travers l'amélioration de la spécificité et l'acceptabilité du dispositif de surveillance épidémiologique.

En définitive, l'absence de données sur la prévalence réelle de la maladie à l'échelle animale est un grand handicap car les stratégies et les mesures de lutte à mettre en place sont directement liées au niveau d'infection. En effet, en cas de prévalences élevées, la vaccination de masse est le seul moyen efficace qui soit capable de réduire les taux d'infections. Avec de faibles prévalences, l'élimination des animaux infectés serait donc la meilleure solution (**Ouagal et al., 2017 ; Guesmi et al., 2020**)

5. Conclusion

Les résultats préliminaires de notre étude nous ont permis de décrire les caractéristiques épidémiologiques de la brucellose animale et humaine dans la wilaya d'El-Tarf. Malgré les mesures prises par l'État, la maladie sévit toujours sous forme endémique. Elle est déclarée avec des incidences très variables d'une année à l'autre et d'une région à l'autre.

L'absence de l'identification du cheptel est l'une des raisons de l'échec du plan de surveillance épidémiologique. La méconnaissance de l'effectif réel, la traçabilité des animaux et leurs mouvements, ainsi que leurs produits, engendre des problèmes de dépistage et de contrôle des maladies surveillées.

En se référant aux résultats de déclaration, le système de surveillance actuel de la brucellose animale n'est pas capable de détecter tous les cas d'avortements brucelliques, c'est pour cette raison que la surveillance passive à elle seule est insuffisante et l'instauration d'une composante de surveillance active est devenue indispensable ainsi que l'évaluation régulière de ce système pour renforcer la détection des cas à travers l'amélioration de la spécificité et l'acceptabilité du dispositif.

En définitive, d'autres études sont nécessaires pour compléter nos résultats pour permettre de mieux cerner les causes réelles de la persistance de cette maladie malgré les mesures prises par les pouvoirs publics.

ÉTUDE III

**ÉVALUATION DES CONNAISSANCES-ATTITUDES- PRATIQUES
(CAP) DES ÉLEVEURS DES PETITS RUMINANTS SUR LA
BRUCELLOSE DANS LA RÉGION DU NORD-EST ALGÉRIEN**

Étude III

Évaluation des Connaissances- Attitudes- Pratiques (CAP) des éleveurs des petits ruminants sur la brucellose dans région du nord-est algérien.

Objectifs de l'étude :

L'objectif de cette partie de notre travail de thèse est d'évaluer les connaissances, attitudes et pratiques (CAP) des éleveurs des petits ruminants sur les zoonoses abortives, plus spécifiquement la brucellose et d'identifier les facteurs de risque associés à la transmission de cette maladie.

1. Matériel et méthodes

1.1 Description de l'étude

Une enquête transversale a été conduite dans le but de recueillir des informations essentielles sur les connaissances, l'attitude et les pratiques (CAP) des éleveurs sur la brucellose et de son potentiel zoonotique dans la région de l'extrême nord-est algérien.

L'enquête CAP est un outil stratégique d'identification du besoin éducationnel d'une cible spécifique. Elle évalue trois points : le niveau de la connaissance complète, les attitudes motivant les comportements, et les pratiques préventives et de prise en charge des populations cibles. Il s'agit d'une étude mixte (qualitative et quantitative) menée dans une visée analytique **Essi et Njoya (2013)**.

Pour la collecte des données, un questionnaire (annexe 2) a été élaboré en deux étapes :

- D'abord, un examen approfondi de la documentation a été effectué afin de générer des éléments pour l'enquête CAP ;
- Ensuite, pour confirmer la validité des questions de l'enquête, un groupe de quatre experts (deux vétérinaires praticiens, un épidémiologiste et un inspecteur vétérinaire en santé publique (DSA, El-Tarf)) a évalué le questionnaire en matière de formulation, de grammaire, de la validité et la fiabilité (Figure 35)

1.2 Population cible et échantillon

La population cible de notre étude est constituée des éleveurs des petits ruminants. Selon les statistiques DSA (2020), la population est estimée à 2258 éleveurs. L'échantillonnage a été effectuée selon l'échantillonnage aléatoire simple décrite par **Bénet et al. (1993)**. Le tirage a été faite en utilisant la table de nombre au hasard. Le taux de sondage a été fixé à 5 %.

1.3 La pré-enquête

Le questionnaire a été testé auprès de 10 éleveurs, choisis au hasard, afin d'estimer le temps nécessaire pour l'entretien, évaluer la clarté et ajuster en fonction des commentaires des éleveurs. À la suite de cela, des questions ont été supprimées, d'autres ont été modifiées et utilisées pour évaluer les connaissances des enquêtés sur la brucellose et les avortements en élevage des petits ruminants.

1.4 Collecte de données

La durée de l'entretien était en moyenne de 20 à 30 minutes par personne. Le questionnaire a été rédigé en prenant soin de ne poser que des questions simples et claires. L'entretien s'est passé par interview directe en langue arabe dialectale (Darja).

Chaque participant à l'étude a reçu l'information éclairée relative à l'objectif de l'étude et une estimation du temps nécessaire pour remplir le questionnaire. Il était libre de donner son consentement pour participer à l'étude. L'administration des questionnaires a été faite de façon anonyme et confidentielle. Les éleveurs avaient également la possibilité de laisser leurs coordonnées afin de recevoir les résultats de l'enquête.

Les entretiens ont été faites en collaboration avec les vétérinaires privés praticiens de chaque région, qui ont participé largement pour nous mettre en contact avec les éleveurs et nous faciliter l'accès aux élevages.

Le questionnaire comportait quatre parties :

- ✚ La première partie portait sur les caractéristiques sociodémographiques des répondants.
- ✚ La deuxième partie concernait la gestion de l'élevage.
- ✚ La troisième partie visait l'historique abortive dans l'élevage, les conduites et les pratiques tenues par l'éleveur en cas d'avortement.
- ✚ La quatrième partie évaluait les connaissances des éleveurs sur la brucellose animale et humaine.

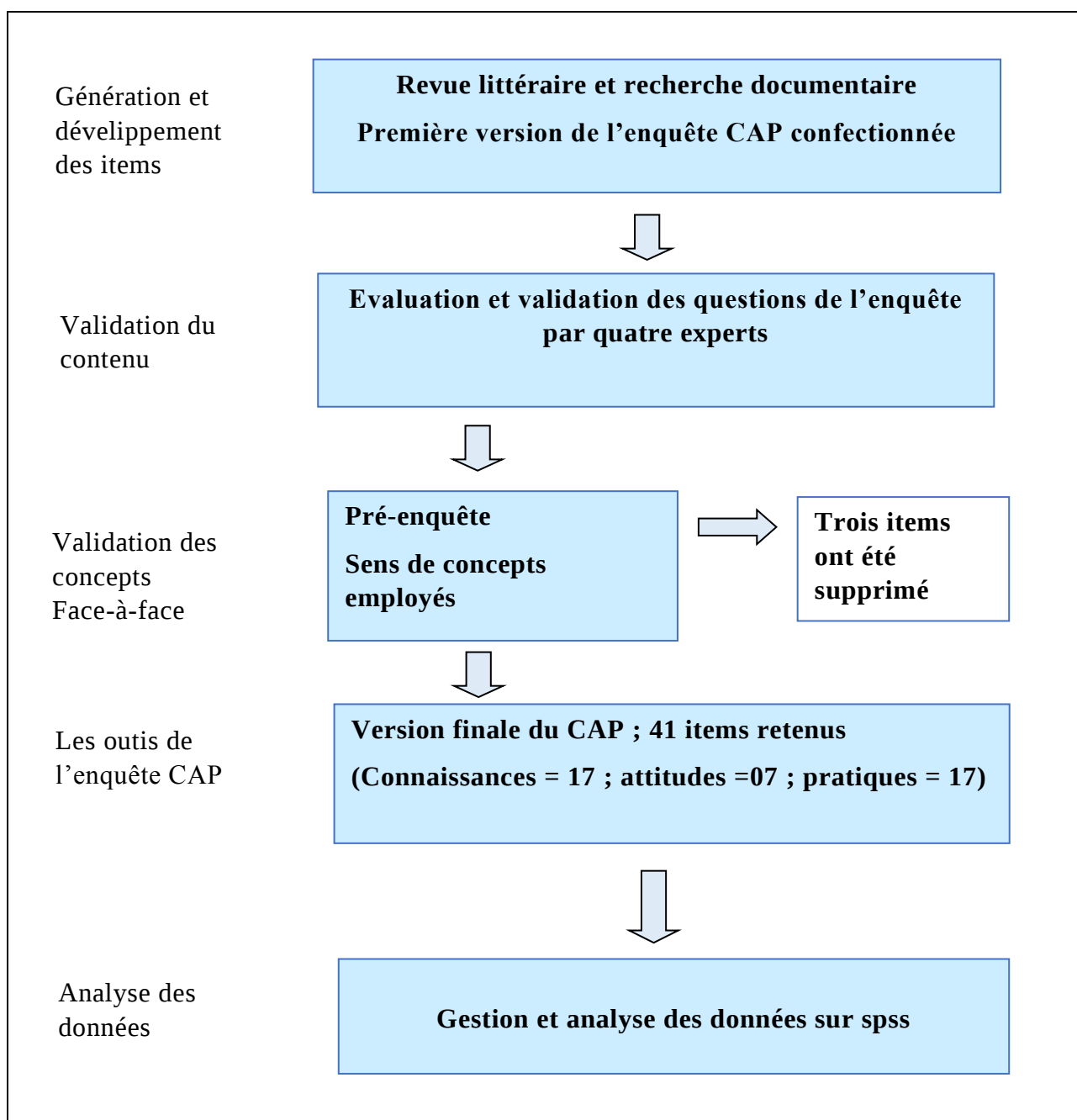


Figure 34 : Flowchart de l'étude

La version finale du questionnaire CAP (Annexe 2) évaluant le niveau de connaissance, les attitudes motivants le comportement, les pratiques préventives de l'éleveur vis-à-vis les avortements et les zoonoses abortives (spécialement la brucellose dans notre étude) comprenait 41 éléments. Trois sous échelles ont été mises en place : 17 éléments mesurant les connaissances sur la brucellose animale et humaine, 07 éléments mesurant l'attitude à l'égard du risque de zoonotiques en cas d'avortements, rétention placentaire ou une mortalité néonatale dans le troupeau et 17 éléments mesurant les pratiques favorisant la transmission et la dissémination des maladies abortives.

Tous les éléments de la sous-échelle des connaissances ont été trichotomiques (« oui », « non » ou « je ne sais pas »). Pour les éléments liés à l'attitude, six questions ont été dichotomiques (« oui », « non ») et une seule question à choix multiples. La sous échelle mesurant les pratiques est composée de questions dichotomiques.

1.5 Calcul des scores d'évaluation des connaissances, attitudes et pratiques

Le niveau de connaissances de l'éleveur a été évalué en utilisant dix-sept éléments (les éléments de la sous-échelle des connaissances sur la brucellose animale et humaine). Pour les réponses correctes (oui), une note de un (01) est attribuée. Lors des réponses incorrectes (non ou je ne sais pas), un zéro a été donné. Le score total varie entre zéro et dix-huit. De même, l'évaluation des attitudes et des pratiques s'est basée sur un score attribuant 1 point pour une bonne réponse (attitude / pratique correcte) et 0 point pour une réponse fausse (mauvaise attitude / pratique). Ce score a été établi sur 07 questions pour les attitudes et 14 questions pour les pratiques. Le niveau d'attitude était considéré comme faible pour un score entre 0 et 4 ; bon pour un score ≥ 5 . Le niveau de pratique était également considéré comme faible pour un score entre 0 et 7 ; puis bon pour un score ≥ 8 .

1.6 Gestion et analyse des données

Les données collectées ont été codifiées à l'aide du logiciel Spss 23 (*Statistical Package for the Social Sciences*) version 23. Les données pour chaque troupeau ont été soigneusement vérifiées par comparaison au questionnaire papier, des erreurs de frappe ont été détectées et corrigées.

Les statistiques descriptives ont été utilisées pour décrire les données démographiques et sociodémographiques des éleveurs et leurs fermes. Les variables catégorielles et continues ont été analysées par test du Chi carré (Chi-square) et test indépendant de t, respectivement.

2. Résultats

2.1 Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

Le tableau 10 présente les caractéristiques socio-démographiques des personnes enquêtées dans la wilaya d'El-Tarf. Au total, 125 éleveurs ont été interviewés dont 10 (08 %) de sexe féminin et 115 (92%) de sexe masculin. Une grosse majorité des répondants se situait dans la tranche d'âge [31-50] ans (67,2%) et 25 (20,0%) $\leq$ 50 ans. En ce qui concerne le niveau d'instruction, 11(08 %) seulement des enquêtés étaient du niveau supérieur contre 30 (24%) du secondaire, 40 (32%) du moyen, 25 (20%) du primaire et 19 (15,2%) non scolarisés.

S'agissant de l'expérience professionnelle, 39,2 % des enquêtés avaient une expérience entre [10-20] ans en élevage ; 28 % avaient une expérience qui dépasse 20 ans ; 20,8% entre [5 à 10 ans] ans et 11,2 % avaient une expérience inférieure à 5 ans.

Seulement 09 (7,2 %) éleveurs visités ont déclaré avoir fait une formation agricole : 05 en gestion d'élevage des ruminants, 02 en élevage des vaches laitières et 02 en apiculture.

2.2 Caractéristiques des élevages enquêtés

L'échantillon enquêté est constitué de 49,6 % élevages ovins, 13,6 % élevages caprins et 36,8 % élevages mixtes (ovin /caprin). La taille ces élevages oscille entre 08 et 289 têtes animales par élevage. Plus que la moitié des éleveurs (55,2 %) avaient entre 11 et 50 têtes et 30,4 % possédaient entre 51 et 100 têtes (Tableau 11).

Les animaux sont majoritairement conduits en mode extensif (72,8%) seulement 04 % des troupeaux visités sont élevés en mode intensif. L'alimentation était principalement basée sur le pâturage (77,6 %) complétée par la distribution d'aliments concentrés. Le complément alimentaire était généralement de l'aliment composé pour vaches laitières ou du pain sec broyé.

La plupart des bâtiments d'élevage étaient du type traditionnel (61,6%), des bergeries ou des chèvreries intégrées dans les habitations des éleveurs, des garages ou de vieilles habitations aménagées. Le bâtiment adéquat et équipé n'était présent que chez trois éleveurs (2,4 %). Les autres types de bâtiments rencontrés étaient en général de vieilles constructions (Zriba) (36 %).

D'autre part, cette étude montre que les propriétaires des petits ruminants en extrême nord-est algérien associent généralement à leurs élevages plusieurs d'autres espèces animales. La présence des bovins a été enregistrée chez 57,6 % des élevages enquêtés. Les chiens et les chats ont été présents respectivement dans 82,4 % et 64 % des élevages. Concernant les volailles, 80,8 % des éleveurs ont déclaré avoir des volailles dans leurs fermes. Les équidés ont été présents avec un pourcentage de 10,4%

Aussi, notre enquête a dévoilé que parmi les troupeaux étudiés 60,80 % ont connu au moins un avortement durant les douze derniers mois.

Tableau 10: Caractéristiques socio-démographiques des éleveurs enquêtés.

Caractère	Nombre	Fréquence
Sexe		
Homme	115	92
Femme	10	08
Âge		
≥30 ans	16	12,8
31 à 50 ans	84	67,2
≤ 50 ans	25	20,0
Le niveau instructif		
Analphabète	19	15,2
Ecole primaire	25	20
Ecole moyenne	40	32
Ecole secondaire	30	24
Etude Universitaire	11	08
Expérience en élevage		
≥5 ans	14	11,2
5 à 10 ans	26	20,8
10 à 20 ans	49	39,2
≤ 20 ans	36	28,8
Formation agricole		
Oui	09	7,2
- En gestion d 'élevage des ruminants	05	55,55
- En pathologie des ruminants	00	---
- Autres :		
-Apiculture	02	22,22
-Elevage des vaches laitières	02	22,22
Non	117	92,8
Région		
Ben M'Hidi	15	12
Besbes	10	08
Boutelgja	30	24
Bouhadjar	22	17,6
El-Tarf	08	6,4
El Kala	10	8,0
Drean	30	24

Tableau 11 : Caractéristiques des élevages enquêtés

Caractères	Nombre	Fréquence
Espèce		
1- Caprin uniquement	17	13,6
2- Ovin uniquement	62	49,6
3- Ovin et caprin	46	36,8
Total	125	100
Taille d'élevage		
1- ≤ 10	7	05,6
2- 11-50	69	55,2
3- 51-100	38	30,4
4- 100-200	10	08,0
5- ≥ 200	01	0,80
Type d'élevage		
1- Familier	120	96,0
2- Industrielle	05	04,0
Mode d'élevage		
1- Intensif	05	4,00
2- Semi- intensif	29	23,2
3- Extensif	91	72,8
L'alimentation		
1- Pâturage exclusif	21	16,8
2- Pâturage et concentrés	97	77,6
3- Fourrages en bergerie/chèvrerie et concentrés	07	05,6
Type d'habitation		
1- Chèvrerie/ bergerie moderne	03	02,4
2- Bâtiment traditionnel	77	61,6
3- Zriba	45	36,0
Vaccination		
1- Oui	119	95,2
2- Non	06	4,80
Présence d'autres espèces animales		
1- Bovins	72	57,6
2- Chiens	103	82,4
3- Chats	80	64,0
4- Volailles	101	80,8
5- Equidés	13	10,4
L'historique abortive (12 derniers mois)		
1- Oui	76	60,80
2- Non	49	39,20

Tableau 12 : Pratiques favorisant la transmission des maladies abortives

Pratique	Oui		Non	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
1. Présence d'un pédiluve	13	10,4	112	89,6
2. Utilisation des vêtements spéciaux pour la ferme	74	59,2	51	40,8
3. Lavage des mains avant et après manipulation des animaux (traire...)	104	83,2	21	16,8
4. Désinfection périodique des locaux.	87	30,4	38	69,6
5. Déparasitage	113	90,4	12	09,06
6. Dépistage de la brucellose	10	8,0	115	92,00
7. Présence d'un local de mise bas	58	46,4	67	53,6
8. Mise en quarantaine des nouveaux animaux	14	11,2	111	88,8
9. En pâture, les animaux sont en contact avec d'autres troupeaux ?	91	72,8	34	27,2
10. En pâture, les animaux sont en contact avec des animaux sauvages ?	82	65,6	34	34,4
11. Circulation d'espèces nuisibles dans les bâtiments (rats, oiseaux...) ?	87	69,6	38	30,4
12. Consultation vétérinaire	110	88	15	12
13. Vaccination	119	95,2	06	4,80

2.3 Les pratiques favorisant la transmission et la dissémination des maladies abortives

Cette enquête a permis aussi de dévoiler que dans les exploitations visitées seulement 10,4 % sont pourvues de pédiluve. Seulement 59,2 % des éleveurs portent des vêtements spéciaux lors de manipulations des animaux et de l'entretien de la ferme. Par contre la majorité d'entre eux (83,2 %) déclare qu'ils lavent les mains après manipulation des animaux, 30,4 % font une désinfection périodique des locaux et 90,4% utilisent des antiparasitaires. Le dépistage périodique de la brucellose n'est pratiqué que chez 8,0 % des élevages échantillonnés.

S'agissant de la mise en quarantaine des nouveaux animaux, uniquement 11,2 % éleveurs enquêtés le font correctement. D'autre part, nous avons noté qu'en pâturage, 72,8 % et 65,6% les animaux des élevages de notre échantillon sont respectivement en contact avec d'autres troupeaux et des animaux sauvages. La majorité des éleveurs (95,2%) participent aux campagnes de vaccination étatiques et consultent des vétérinaires praticiens (88 %) en cas de maladies ou un problème dans le troupeau.

Concernant les pratiques des éleveurs liées à la gestion de la reproduction des troupeau, présenté dans le tableau 13, on peut constater que 124 (99,2%) des éleveurs pratiquent la lutte libre. L'insémination artificielle n'a été pratiquée que chez un seul éleveur dans une seule ferme dans la région de Aïn El Assel. Le statut sérologique du reproducteur vis-à-vis de brucellose était inconnu pour 98,4%.

Tableau 13 : Pratiques liées à la gestion de la reproduction favorisant la transmission des maladies abortives

Pratique	Nombre	Pourcentage
Mode de saillie		
1- Monte naturelle	124	99,2
2- Insémination artificielle	01	0,8
Origine du reproducteur		
1- Exploitation	125	100
2- Hors exploitation	00	00
Statut sérologique du reproducteur		
1- Inconnu	123	98,4
2- Indemne de brucellose	2	1,6

2.4 Les attitudes tenues en cas d'avortements

En analysant le tableau 15, on peut remarquer que 27,2 % des éleveurs ne font aucune réaction vis-à-vis les cas d'avortement chez les petits ruminants. Mais, la plupart (34,4%) attendent un

peu pour voir si d'autres femelles avortaient avant d'appeler le vétérinaire. Seulement 20 % des éleveurs questionnés appellent le vétérinaire au premier cas d'avortement.

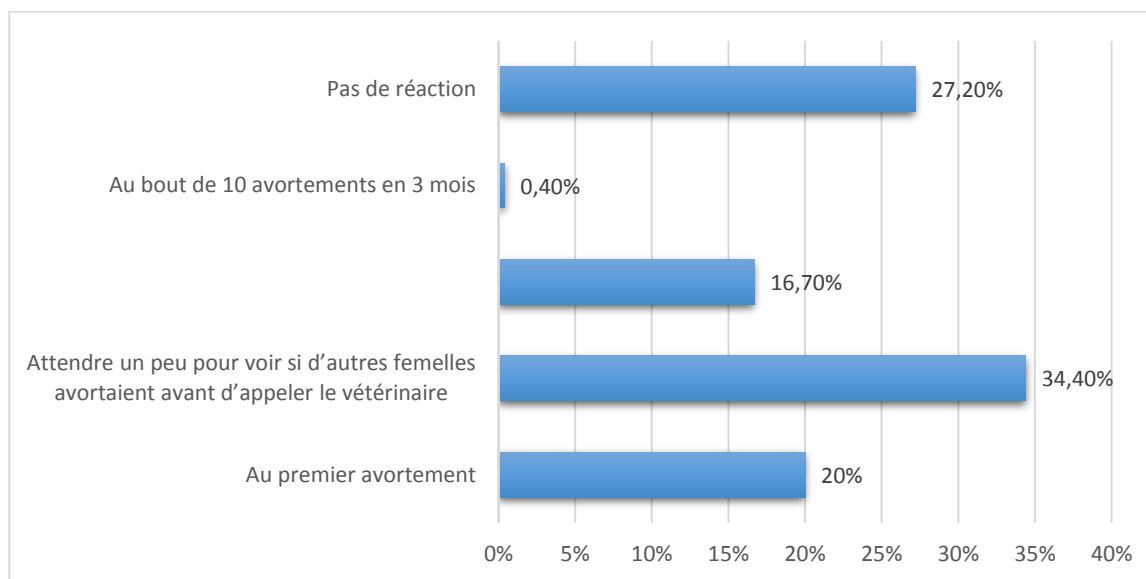


Figure 35 : Réactions des éleveurs en cas d'avortements

Concernant les attitudes tenues en cas d'avortements et de mortinatalités (Présentées dans le tableau 14), 17,6 % des éleveurs enquêtés déclarent qu'ils limitent et sécurisent les mouvements des personnes et des animaux dans leurs exploitations. D'autre part, uniquement 6,4% des interviewés font installer des pédiluves pour toute personne passant dans l'élevage près du lot de femelles ayant avorté.

Aussi, nous avons noté que 37,6 % des personnes enquêtées protègent les mains et l'avant bras au moyen de gants, et 43,2% procèdent à l'isolation de la ou les femelles ayant avorté.

En outre, 21,6% des enquêtés limitent les contacts entre leurs troupeaux et leurs matériels (cas des prêts) avec les cheptels voisins pour éviter de les contaminer.

Concernant les produits de la mise bas (fœtus, placentas, caillots de sang, litière souillée...), dans 64% des cas, ils sont rassemblés et éliminés par incinération ou par enfouissement. Dans les autres cas ils sont laissés jeter donc ingérés par des chiens ou des animaux sauvages.

2.5 Connaissance des enquêtés sur la brucellose

Cette enquête transversale révèle que 88,8% des personnes enquêtées avaient entendu parler des maladies transmissibles de l'animal à l'homme. Mais, seulement 68,8 % des éleveurs enquêtés pensent que les maladies qui peuvent faire avorter les femelles peuvent également être transmises aux humains.

Le tableau 15 détaille les réponses des interviewés concernant leurs connaissances sur la brucellose animale et humaine (Le risque zoonotique, symptômes et modes de transmission). Seulement 44,4% des répondants sont conscients de risque zoonotique de la maladie.

Parmi les 125 personnes enquêtées, 28 personnes savent que la brucellose est une maladie à déclaration obligatoire, 26 personnes savent qu'il s'agit d'un vice rédhibitoire, et 31 personnes connaissent qu'elle entraîne, dès sa suspicion, l'interdiction de commercialiser le lait cru produit dans l'exploitation.

Pour le diagnostic de la maladie, plus que la moitié (64,8 %) a idée que la maladie peut être confirmée par des tests sérologiques.

S'agissant des modes de transmission, 51,2% des réponses étaient correctes pour le critère « peut se transmettre par le lait cru », et 32,8% pour le critère « peut se transmettre par le contact avec les produits de l'avortement (placentas, avorton et les membranes fœtales...) ».

Parmi les enquêtés, seuls deux éleveurs déclarent qu'ils savent que la maladie touche aussi les ruminants sauvages (comme les cervidés).

En outre, cette enquête révèle que l'éleveur des petits ruminants dans la région d'étude ignore les symptômes de la maladie chez l'animal. La majorité (84,0%) n'est pas au courant que le principal symptôme de suspicion de la maladie est les avortements tardifs. 73,6 % ne savent pas qu'elle peut entraîner une diminution en production laitière et 64,8 % méconnaissent qu'elle peut entraîner une rétention placentaire, une métrite et /ou une mammite. 90,4% les éleveurs n'ont pas idée que la brucellose provoque des orchites et des épидидymites chez le mâle.

En ce qui concerne les symptômes de la brucellose humaine, 23,2 % uniquement savent que la maladie se manifeste par une fièvre ondulante, 28,8% connaissent qu'elle peut provoquer l'infertilité chez l'homme et 12,8 % sont au courant que la brucellose peut également engendrer des arthrites, des endocardites ou même des méningo-encéphalites.

Tableau 14 : Attitudes à l'égard des facteurs favorisant la transmission

Attitudes	Oui		Non	
	Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
1- Limitation et sécurisation au maximum l'accès à la ferme/ la bergerie/chèvrerie aux personnes et aux animaux	22	17,6	103	82,4
2- Installation d'un pédiluve pour toute personne passant dans l'élevage près du lot de femelles ayant avorté	08	6,4	117	93,6
3- Protection des mains et avants bras au moyen de gants	47	37,6	78	62,4
4- Isolation de la ou les femelles ayant avorté	54	43,2	71	56,8
5- Limitation des contacts entre le troupeau / le matériel (cas des prêts) avec les cheptels voisins pour éviter de les contaminer	27	21,6	98	78,4
6- Concernant les produits de la mise bas (fœtus, placentas, caillots de sang, litière souillée...) sont rassemblés et éliminés par incinération ou enfouissement)	80	64,0	45	36

Tableau 15 : Connaissances des éleveurs sur la brucellose animale et humaine dans la région d'El-Tarf

Critères d'évaluation	Oui		Non		Je ne sais pas	
	N	%	N	%	N	%
Animale						
1- Est une zoonose grave (transmissible à l'homme)	55	44,0	02	01,6	68	54,4
2- Est une maladie à déclaration obligatoire	28	22,4	3,0	2,4	94	75,2
3- Est un vice rédhibitoire	26	20,8	09	7,2	90	72,0
4- On peut la confirmer par des tests sérologiques	39	31,2	05	04	81	64 ,8
5- Entraîne, dès sa suspicion, l'interdiction de commercialiser le lait cru produit dans l'exploitation	31	24,8	03	2,4	91	72,8
6- Peut se transmettre par le lait cru	64	51,2	02	1,6	59	47,2
7- Peut se transmettre par le contact avec les produits de l'avortement (placentas, avorton et les membranes fœtales...)	41	32,8	03	2,4	71	64,8
8- Provoque des avortements tardifs	12	9,6	08	6,4	105	84,0
9- Touche aussi les ruminants sauvages (cervidés, ...)	02	1,6	07	5,6	116	92,8
10-Provoque des orchites et des épididymites Chez le mâle	07	5,6	05	04	113	90,4
11-Peut entraîner une diminution en production laitière	29	23,2	04	3,2	92	73,6
12-Peut entraîner une rétention placentaire, une métrite et/ou une mammite	41	32,8	03	2,4	81	64 ,8
Humaine						
13-Fièvre ondulante	29	23,2	01	0,8	95	76,0
14-Infertilité	36	28,8	03	2,4	86	68,8
15-Des arthrites, endocardites, méningo-encéphalites....	16	12,8	03	2,4	106	84,8

2.6 Scores d'évaluation des connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs

Un niveau de connaissances basique chez les éleveurs des petits ruminants dans la région de l'extrême nord-est de l'Algérie a été enregistré chez 60 % des éleveurs interviewés. Les scores enregistrés chez ces personnes oscillent entre 0 / 17 et 16/17. Seulement 13,60 % des enquêtés ont obtenu des scores supérieurs à 11 (Tableau 17). D'autre part, nous avons constaté que la plupart des enquêtés avaient des mauvaises attitudes et pratiques associées aux avortements chez les petits ruminants (77,6% et 72,8% respectivement pour les attitudes et les pratiques) (Tableau 17, Figure36).

Tableau 16 : Scores des connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs enquêtés

	Nombre	Pourcentage
Connaissances		
Basique		
(Score 0-5)	75	60,0
Moyen		
(Score 6-10)	33	26,4
Elevé		
(Score 11-17)	17	13,60
Attitudes		
Bon		
(Score 0-4)	28	22,4
Faible		
(Score 5-8)	97	77,6
Pratiques		
Bon		
(Score 5-8)	34	27,2
Faible		
(Score 5-8)	91	72,8

En comparant les scores globaux des connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs (Figure 36), on constate que les scores des pratiques étaient les plus élevés, suivis des scores de connaissances et des scores des attitudes.



Figure 36 : Box-plot présentant les scores des connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs

2.7 L'analyse de la corrélation entre les connaissances, les attitudes et les pratiques

L'analyse du coefficient de la corrélation de Pearson nous montre qu'il y a une forte relation positive entre les connaissances, les attitudes et les pratiques des éleveurs ($p < 0,01$).

Tableau 17 : Corrélations entre le niveau de connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs.

		Connaissances	Attitudes	Pratiques
Connaissances	Corrélation de Pearson	1	,347**	,209*
	Sig. (Bilatérale)		,000	,019
	N	125	125	125
Attitudes	Corrélation de Pearson	,347**	1	,458**
	Sig. (Bilatérale)	,000		,000
	N	125	125	125
Pratiques	Corrélation de Pearson	,209*	,458**	1
	Sig. (Bilatérale)	,019	,000	
	N	125	125	125

**. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

*. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

2.8 Identification des facteurs associées aux connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs

En utilisant des analyses univariées (Chi²) entre les connaissances des éleveurs enquêtés sur la brucellose et les différents facteurs possibles qui peuvent y être associés, aucun facteur n'a montré une relation significative ($p < 0,01$) (Tableau 18,19).

Par contre, le même test statistique révèle que deux facteurs ont des relations significatives ($p < 0,01$) avec les pratiques associées à la brucellose (la région de l'élevage et le mode d'élevage). De même pour les attitudes où les deux facteurs : le niveau instructif de l'éleveur et le type d'élevage ont montré une association significative ($p < 0,01$).

Tableau 18 : Caractéristiques socio-démographiques des éleveurs associées aux connaissances, attitudes et pratiques

Variables	Score des connaissances			P value	Score des attitudes			P value	Score des pratiques		
	Basique	Moyen	Elevé		Bon	Mauvais	Bon		Mauvais		
	N (%)	N (%)	N (%)		N (%)	N (%)	N (%)		N (%)		
Sexe											
Homme	67(58,3)	32(27,8)	16(13,9)	0,380	25 (21,7)	90(78,3)	0,548	31 (27)	84 (73)	0,836	
Femme	8 (80)	1(10)	1(10)		03 (30)	07(70)		03 (30)	07 (70)		
Âge											
≥30 ans	10 (62,5)	04 (25)	02 (12,5)	0,904	03 (12,5)	14 (87,5)	0,596	04 (25)	12 (75)	0,615	
31à 50 ans	48 (57,1)	24 (28,6)	12(14,3)		20 (23,8)	64(76,2)		25(29,8)	59(70,2)		
≤ 50 ans	17 (68)	05(20)	03(12)		06(24)	19 (76)		05 (20)	20(80)		
Le niveau instructif											
Analphabète	15 (78,8)	02 (10,5)	02 (10,5)	0,131	03 (15,8)	16(84,2)	0,028*	02 (10,5)	17 (89,5)	0,145	
Ecole primaire	20 (80)	04 (16)	01 (04)		03 (8)	23(92)		10 (25)	30(75)		
Ecole moyenne	20 (50)	14 (35)	06 (15)		07(17,5)	33 (82,5)		13(43,3)	17(56,7)		
Ecole secondaire	15 (50)	10 (33,3)	05 (16,7)		11(36,7)	19(63,3)		13 (43,3)	17 (56,7)		
Etude Universitaire	05 (45,5)	03 (27,3)	03 (27,3)		05(45,5)	06(54,5)		03 (18,3)	08(72,7)		
Expérience en élevage											
≥5 ans	12 (85,7)	2 (14,3)	00 (00)	0,180	04 (28,6)	10 (71,4)	0,495	05 (35,7)	09(64,3)	0,464	
5 à 10 ans	12 (46,2)	11 (42,3)	3 (11,5)		08(30,8)	18 (69,2)		06(23,1)	20(76,9)		
10 à 20 ans	30 (61,2)	12 (24,5)	07 (14,3)		08(16,3)	41(83,7)		16(32,7)	33(67,3)		
≤ 20 ans	21 (58,3)	08 (22,2)	07 (19,4)		08(22,2)	28(77,8)		07(19,4)	29(80,6)		
Formation agricole											
Oui	03 (33,3)	03 (33,3)	03 (33,3)	0,129	03(33,33)	06(6,66)	0,170	03(25)	06(75)	0,121	
Non	72 (62,1)	30 (25,9)	14 (12,1)		25(21,6)	91 (78,4)		29(25)	87(75)		
Région											
Ben M’Hidi	09 (60)	03 (20)	03 (20)	0,118	05 (33,3)	10(66 ,7)	0,505	05 (33,3)	10 (66,7)	0,024*	
Besbes	09 (90)	0 (00)	01 (10)		01 (10)	09 (90)		04 (40)	06 (60)		
Bouteldja	11 (50)	07 (31,8)	04 (18,2)		04(13,6)	19 (86,4)		02(9,1)	20 (90,9)		
Bouhadjar	18 (60)	08 (26,7)	4(13,3)		03 (17,7)	25(83,3)		03 (17,7)	25(83,3)		
Drean	1 (12,5)	06 (75)	1 (12,5)		03(37,5)	05(62,5)		03 (37,5)	05 (62,5)		
El-Tarf	17 (56,7)	09 (30)	04 (13,3)		07 (23,3)	23(76,6)		08 (26,7)	22(73,3)		
El Kala	09 (90)	0 (00)	01 (10)		04(40)	06 (60)		07(77,77)	02(22,22)		

Tableau 19 : Caractéristiques des élevages associées aux connaissances, attitudes et pratiques

Variables	Score des connaissances			P value	Score des attitudes		P value	Score des pratiques		P value
	Basique N (%)	Moyen N (%)	Elevé N (%)		Bon N (%)	Mauvais N (%)		Mauvais N (%)	Bon N (%)	
Espèce										
- Caprin uniquement	07 (41,2)	4(23,5)	6 (35,3)		02 (17,8)	15 (88,2)		02(17,8)	15 (88,2)	
- Ovin uniquement	42(64,5)	16 (25,8)	6 (9,7)		14(22,6)	48(77,4)		20(32,3)	42 (72,8)	
- Ovin et caprin	28 (60,9)	13(28,3)	5 (10,9)	0,085	12 (26,1)	34(73,9)	0,480	12(26,1)	34 (73,9)	0,237
Taille d'élevage										
- ≤ 10	05 (71,4)	01 (14,3)	01 (14,3)		03 (42,85)	04		02 28,57)	05(71,43)	
- 11-50	44 (63,8)	18 (26,1)	07 (10,1)		12 (17,4)	(57,14)		14 (20,3)	55 (79,7)	
- 51-100	22 (57,9)	11 (28,9)	05 (13,2)		10 (26,3)	57(82,6)		15(39,5)	23(60,5)	
- 100-200	3 (30)	03 (30)	4 (40)		04(40)	28 (73,7)		02 (25)	08(75)	
- ≥ 200	01 (100)	00 (00)	00 (00)	0,361	01 (100)	06(60)	0,470	01 (100)	--	0,112
						--				
Type d'élevage										
- Familier	73 (60)	33 (27,5)	15 (12,5)		24(20)	96 (80)		31 (25,8)	89 (74,2)	
- Industrielle	3 (60)	00 (00)	02 (40)	0,132	02 (40)	03 (60)	0,002*	2 (40)	03 (60)	0,093
Mode d'élevage										
- Intensif	03 (60)	02 (40)	00 (00)		02 (40)	03 (60)		02(40)	03 (60)	
- Semi- intensif	18 (62,1)	06 (20,7)	05 (17,2)		07(24,1)	22 (75,9)		14(48,8)	15 (51,7)	
- Extensif	54 (59,3)	25 (27,5)	12 (13,2)	0,782	19 (20,9)	72 (79,1)	0,588	17(18,7)	74 (81,3)	0,002*
L'historique abortive										
- Oui	46 (60,5)	19 (25)	11 (14,5)		13 17,1)	15 (30,6)		16 (21,1)	60(78,9)	
- Non	29 (59,2)	14 (28,6)	06 12,2)	0,877	63(82,9)	34 (69,4)	0,077	18(36,7)	31 (63,3)	0,054
Consultation vétérinaire										
- Oui	63 (57,3)	31 (28,2)	16 (14,5)		26 (23,6)	84 (76,4)		32 (29 ,1)	78 (70,9)	
- Non	12 (80)	02 (13,3)	01 (6,7)	0,242	02 (13,33)	13 (86,7)	0,369	02 15,38)	13 (84,62)	0,198

3. Discussion

À notre connaissance, ce travail constitue la première enquête CAP qui tente de décrire les connaissances des éleveurs sur la brucellose animale et humaine, et leurs attitudes et pratiques de associés aux avortements chez les petits ruminants dans la région nord-est de l'Algérie.

Les résultats de cette étude montrent une prédominance masculine dans la population étudiée avec un sex-ratio de 11,5. Ces résultats corroborent ceux rapportés par **Matallah et al. (2015)** dans la région d'El-Kala en extrême nord-est du pays ; **Laoubi et al. (2011)** et **Laouadi et al. (2018)** dans la région de Laghouat (98.11%, 94.3% respectivement) ; **kadi et al. (2014)** dans une région montagneuse de Kabylie (86.2%) et **Ouchene-Khelif et al. (2021)** (99.29%) dans une étude réalisée dans différentes régions de l'Algérie. Au Liban, selon **Srouf (2006)** 97,6 % des éleveurs sont des hommes.

Cela peut être justifié par le fait que la femme rurale joue un rôle beaucoup plus dans la conduite des élevages : nettoyage, distribution d'aliment, la traite, etc. Aussi les coutumes de la région l'imposent l'élevage des volailles et lapins (élevage de basse cours) en réservant celui des petits ruminants aux hommes.

Dans cette étude le sexe de l'éleveur n'a pas une influence significative sur les connaissances, les attitudes et les pratiques associées à la brucellose. Une étude menée au Tadjikistan n'a pas non plus trouvé de lien significatif entre les connaissances sur la brucellose et le sexe (**Lindahl et al., 2015**).

L'âge de l'éleveur est un paramètre important dans la gestion de l'élevage. La vieillesse peut réduire l'activité alors que les travaux réalisés seraient limités, en raison de la faible capacité du travail. La tranche d'âge entre [31 à 50 ans] était la plus représentée avec une proportion de 67,2 %. Des résultats similaires ont été rapportés par **kadi et al. (2014)** ; **Yabrir et al. (2015)** ; **Matallah et al. (2015)** et **Ouchene-Khelif et al. (2021)**.

Nous n'avons trouvé aucun lien significatif entre l'âge des éleveurs et les connaissances, les attitudes et les pratiques liées à la brucellose. Nos résultats sont en accord avec les conclusions de **Diez et Coelho. (2013)** et **Deka et al. (2020)**, qui ont signalé que l'âge et le sexe n'ont aucun lien avec les connaissances. Par contre, ces résultats contrastent avec les conclusions de **Njuguna et al. (2017)** qui ont trouvé des liens significatifs entre l'âge de l'éleveur et ses connaissances sur la brucellose.

D'autre part, notre enquête a permis de mettre en évidence une corrélation positive entre le niveau instructif de l'éleveur et les bonnes attitudes associées aux avortements et à la

brucellose. Plusieurs études dans la littérature ont rapporté la même constatation. À titre d'exemple, des études menées au Tadjikistan, au Sénégal, au Népal ; en Inde et Turquie ont révélé que les éleveurs ayant un faible niveau d'éducation avaient un faible niveau de connaissances, d'attitude et de pratiques à l'égard de la protection contre les maladies zoonotiques (**Lindahl et al., 2015, Tebug et al., 2015, Kelly et al., 2018 ; Prasad et al., 2019 ; Özlü et al., 2020**).

Ceci est également confirmé par une étude menée au Yémen qui a montré que les personnes diagnostiquées atteintes de la brucellose étaient plus susceptibles d'avoir un niveau d'éducation inférieur (**Al-Shamahy et al., 2000**).

En effet, la jeunesse et le niveau d'éducation supérieur ont été décrit comme des effets protecteurs de la brucellose (**Mainar-Jaime et al., 1999**).

Quant à l'expérience des enquêtés en élevage, 39,2 % pratique l'élevage depuis 10-20 ans. Au Liban, **Srour (2006)** rapporte une ancienneté moyenne de 39 ans.

Cet état de fait peut se justifier également par les raisons les plus importantes de l'élevage qui sont la passion et la tradition. Par conséquent, pour l'éleveur, l'élevage est plus une activité traditionnellement familiale qu'une activité économique (**Vias et al., 2003 ; Belli et al., 2008**), sans aucune définition d'un objectif de production (**Siddo, 2017**). **Bin Jahaluddin et al. (2020)** ont rapporté que 85,71 % ont une expérience de travail qui dépasse 5 ans.

Selon ces derniers auteurs, l'expérience de travail est le facteur le plus corrélé au niveau de connaissances sur la brucellose où les éleveurs ayant une expérience de plus de 5 ans dans ce domaine ont 18 fois plus de connaissances que ceux qui avaient moins de 5 ans.

À travers cette étude, il a été remarqué une prédominance de l'élevage des ovins (49,6%). Cette situation reflète la réalité du pays où les ovins sont numériquement plus importants que les caprins et les bovins (**madrp, 2022**). Les caprins sont généralement élevés en association avec les ovins (36,8 % des troupeaux enquêtés). Aussi, nous avons constaté que 57,6 % des éleveurs enquêtés associent l'élevage des bovins aux élevages des petits ruminants.

Cette association gros ruminants-petits ruminants permet une bonne gestion de l'alimentation d'une part, et d'autre part, l'élevage des petits ruminants est moins pénible et moins exigeant que celui des gros ruminants. Les petits ruminants occupent moins d'espace et ils ont une multiplication et une croissance plus rapide. Ils peuvent être écoulés très facilement du fait de leurs prix relativement bas. En association, l'élevage des petits ruminants est destiné à assurer les dépenses courantes ou saisonnières et celui des gros ruminants à la sécurisation financière et alimentaire des ménages (**Madani et al., 2001 ; Corniaux et al., 2009 ; Alexis et al., 2014**).

Concernant la taille des troupeaux, la majorité des éleveurs enquêtés (55,2 %) conduits des troupeaux moyens (entre 11 et 50 têtes). Selon **Coelho et al. (2007)** la prévalence de la brucellose a été plus élevée chez les grands troupeaux, principalement ceux qui dépassent 150 animales.

L'analyse statistique de nos résultats a révélé aussi une association significative entre le mode de l'élevage (intensif, semi-intensif ou extensif) et les pratiques liées à la prévention contre la brucellose, et entre le type d'élevage (familier ou industriel), et attitudes des éleveurs vis-à-vis les avortements et la prévention contre la brucellose.

De même, le niveau des pratiques des éleveurs varie significativement d'une daïra à l'autre. **Bat-Erdene et al. (2018)**, dans une étude en Mongolie, ont indiqué que les pratiques préventives de la brucellose étaient fortement associées au sexe de l'éleveur, à la localisation de la ferme, à l'utilisation des services vétérinaires, à l'exposition aux émissions de télévision et à la connaissance de la brucellose.

La présence de chiens a été notée chez 82,4% des troupeaux enquêtés. En effet, cette pratique a été décrite comme un facteur de risque de contamination par la brucellose chez les animaux d'élevage (**Aguiar et al., 2007**). Les chiens représentent une menace épidémiologique potentielle dans les zones où la brucellose est endémique car ils peuvent agir le rôle de vecteur mécanique en ingérant l'avorton et ses annexes, en les traînant et en propageant la bactérie.

Brucella peut également infecter les chiens par l'ingestion de tissus infectés. Dans ce cas, les chiens peuvent disséminer la maladie dans l'environnement (par les urines, les sécrétions vaginales, les avortons ...) d'où l'intérêt d'intégrer les chiens dans les programmes de dépistage de la maladie (les prélèvements sanguins) (**Coelho et al., 2019**).

La majorité des éleveurs (62,4 %) n'utilisaient pas de gants de protection lorsqu'il s'agissait de femelles ayant subi un avortement ou de matériel avorté. Cela pourrait s'expliquer par une mauvaise connaissance du risque associé à cette pratique, mais aussi par le manque d'accès à des vêtements de protection comme des gants. Des résultats similaires ont été rapportés dans une étude menée en Égypte (**Holt et al., 2011**) et une au Tadjikistan (**Lindahl et al., 2015**). Cette pratique a été décrite comme un facteur de risque pour l'homme de contamination par la brucellose (**Kozukeev et al., 2006 ; Earhart et al., 2009**).

D'autre part, notre investigation montre que la plupart des éleveurs (88%) consultent leurs vétérinaires en cas de maladie ou pour demander des conseils ou des orientations. Selon **Deka et al., (2020)**, en Inde, les connaissances des éleveurs sur la brucellose étaient étroitement liées à la formation fournie pour les éleveurs et à l'interaction avec les vétérinaires. Cette constatation confirme les travaux **Tempia et al. (2019)** réalisés en Afrique du Sud où la

principale source de connaissances des éleveurs sur la brucellose était la consultation vétérinaire.

Plus que la moitié (56 %) des personnes interrogées n'avaient jamais entendu parler de la brucellose. Des résultats similaires ont été montrés dans une étude du Kenya (**Kang'Ethe et al., 2007**). Contrairement à cette constatation, une étude menée en Ouganda a montré une forte sensibilisation à la brucellose parmi les participants (**Kansiime et al., 2014**). Des résultats similaires ont été obtenus en Égypte, où la majorité des éleveurs étaient au courant de la brucellose, ce que les auteurs ont expliqué par une situation endémique de brucellose dans la zone d'étude (**Holt et al., 2011**).

Le niveau de connaissance des éleveurs varie considérablement d'un pays à l'autre. Par exemple, au Sénégal, aucun des éleveurs ne connaissait la brucellose (**Kothalawala et al., 2018**). Au contraire, au Tadjikistan, 15,0 % des éleveurs (**Tebug et al., 2015**) ; en Équateur, 30,0 % des éleveurs (**Ruano et Aguayo, 2017**) et en Éthiopie, 48,0 % des éleveurs (**Tschopp et al., 2013**) connaissaient la brucellose.

Cette enquête transversale révèle que 88,8% des personnes enquêtées avaient entendu parler des maladies transmissibles de l'animal à l'homme. Et, seulement 68,8 % des éleveurs enquêtés pensent que les maladies qui peuvent faire avorter les femelles peuvent également être transmises aux humains. Contrairement à une étude menée dans la région de Puducherry en Inde, où seulement 16,4 % des répondants savaient que les maladies pouvaient être transmises des animaux aux humains (**Rajkumar et al., 2016**).

S'agissant des modes de transmission, nous avons noté que 51,2% des réponses étaient correctes pour le critère « peut se transmettre par le lait cru », et 32,8% pour le critère « peut se transmettre par le contact avec les produits de l'avortement (placentas, avorton et les membranes fœtales...) ».

En comparaison avec d'autres études, Au Pakistan, 97 % de la population n'était pas au courant de la transmission de la brucellose, et 66 % des familles consommaient du lait cru et ses produits dérivés (**Arif et al., 2017 ; 2019**). Dans le même pays, **Hussain et al. (2021)** ont rapporté que seulement 37,3 % des répondants ont convenu que la consommation de lait cru pourrait être une source de transmission de brucellose.

En Kirghizistan, une investigation a montré qu'une bonne connaissance des voies de transmission de la brucellose avait un effet protecteur contre la contamination par la brucellose humaine (**Kozukeev et al., 2006**).

De même, une étude menée en Iran a démontré que la sensibilisation aux modes de transmission de la brucellose, c.-à-d. la consommation de fromage au lait cru, était associée à un risque réduit d'infection à la brucellose chez l'homme (**Sofian et al., 2008**).

Cela donne à penser que l'amélioration des connaissances des éleveurs sur la maladie et son mode de transmission peut réduire le risque de transmission de la brucellose par les animaux. Aussi, l'identification des pratiques à haut risque associées à la brucellose est cruciale pour la mise en œuvre de stratégies efficaces de contrôle et de prévention (**Kumar et al., 2017**).

En effet, le faible niveau de connaissance et de conscience des éleveurs sur la brucellose constitue une barrière pour le bon fonctionnement de stratégie de lutte et d'éradication de cette zoonose (**Lithg-Pereira et al., 2001**)

En ce sens, le vétérinaire joue un rôle primordial dans la sensibilisation et la formation des éleveurs afin d'améliorer leurs consciences non seulement vis-à-vis les risques zoonotiques de certaines maladies mais aussi concernant les bonnes pratiques de gestion d'élevage, et le respect de législation vétérinaire et de santé publique (**Cripps, 2000**). Pour de meilleurs résultats, la collaboration avec les services de la santé publique humaine est primordiale (**Díez et Coelho, 2013**).

Donc, la lutte contre la brucellose est une question politique : les éleveurs, l'industrie laitière, les acteurs de la santé animale et les autorités sanitaires de la santé publique doivent travailler ensemble pour réussir (**Sriranganathan et al., 2009**), comme le propose le concept « *One health* » (**Zinsstag et al., 2005**)

4. Conclusion

La présente étude réalisée sur les connaissances, attitudes et pratiques des éleveurs dans la région de l'extrême nord-est algérien vis-à-vis les avortements chez les petits ruminants et le risque zoonotique de la brucellose, nous a permis d'avoir un aperçu global sur le niveau de connaissance et de conscience des éleveurs dans la région d'El-Tarf au sujet de la thématique abordée.

Il ressort de cette étude que la majorité des enquêtés n'ont pas de connaissances sur la brucellose, ni sur sa risque zoonotique, et les ne maîtrise pas correctement les attitudes et pratiques à adopter dans la prévention de cette zoonose.

Ainsi, il paraît opportun de sensibiliser les populations à la bonne attitude et pratique à adopter en matière de lutte contre cette enzootie.

Des études CAP similaires pourraient être envisagées dans d'autres wilayas afin de déterminer les CAP de référence pour les différentes régions du pays avant de lancer des campagnes de sensibilisation et d'éducation, afin d'adapter l'approche et le contenu de celles-ci et optimiser le transfert d'information efficace.

Les études sur les connaissances, les attitudes et les pratiques pourraient ensuite être répétées comme outil d'évaluation pour évaluer l'efficacité des campagnes de sensibilisation et d'éducation menées.

ÉTUDE IV

**PERCEPTION ET ATTITUDES DES ÉLEVEURS ET DES
VÉTÉRINAIRES VIS-A-VIS DE LA DÉCLARATION DES
AVORTEMENTS CHEZ LES PETITS RUMINANTS**

Étude IV

Perception et attitudes des éleveurs et des vétérinaires vis-à-vis de la déclaration des avortements chez les petits ruminants.

Objectifs de l'étude :

La surveillance épidémiologique est une méthode d'observation, continue dans le temps, permettant de suivre l'état d'une maladie ou de contaminants dans une population définie et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte (**Toma *et al.*, 1991**).

La surveillance événementielle (ou clinique, ou passive) est une activité de surveillance fondée sur la détection de signes cliniques et/ou de situations anormales par les éleveurs et/ou les vétérinaires qui sont en contact avec les animaux.

La surveillance programmée (ou active) est une activité de surveillance fondée sur un plan d'échantillonnage établi à l'avance (**Dufour et Hendriks, 2011**).

En Algérie, la déclaration des avortements constitue l'outil principal de surveillance de la brucellose chez les ruminants.

Toutefois, les résultats de surveillance épidémiologique de la brucellose animale et humaine en Algérie, laissent craindre une sous-déclaration importante des avortements. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette partie de notre travail de thèse. Et qui a pour objectifs spécifiques de :

- ✓ Connaitre la conduite tenue par l'éleveur devant des cas d'avortements ;
- ✓ Analyser les freins et les motivations conduisant les éleveurs à participer ou non au dispositif de déclaration des avortements ;
- ✓ Mettre en évidence les perceptions et les attentes des vétérinaires praticiens par rapport au dispositif actuel de déclaration des avortements.

1. Matériel et méthodes

1.1 Rédaction du questionnaire

Pour répondre à l'objectif de cette partie de notre travail de thèse, un questionnaire a été conçu et proposé aux vétérinaires praticiens. Avant le questionnaire, une introduction leur expliquant le cadre et l'objectif de l'étude était disponible. Cette introduction leur présentait également une estimation du temps nécessaire pour remplir le questionnaire (entre 20 et 30 min). Enfin, elle rappelait que les réponses étaient toutes anonymes mais que les enquêtés avaient la possibilité de laisser une adresse mail afin de recevoir les résultats de l'enquête.

Le questionnaire portait sur les pratiques des éleveurs en matière de déclaration des avortements, la conduite tenue en cas d'avortements ainsi que les motivations et les freins à la déclaration des avortements. Il était divisé en quatre parties avec 17 questions au total.

- ✚ La première partie, intitulée « données sociodémographiques », était composée de quatre questions. Cette partie vise à décrire les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés ;
- ✚ La deuxième partie concernait la « fréquence des pathologies abortives » et était composée d'une seule question. Elle avait pour objectif d'estimer la fréquence des principaux problèmes liés à la reproduction rencontrés sur le terrain chez les petits ruminants ;
- ✚ La troisième partie, composée de huit questions, analyse les freins et les motivations des éleveurs et des vétérinaires à participer ou non au dispositif de déclaration des avortements ;
- ✚ La dernière partie, composée de quatre questions, apprécie les perceptions et attentes des vétérinaires praticiens vis-à-vis le programme de surveillance de la brucellose en Algérie.

Ce travail a été inspiré des travaux de **Calvinhac (2014)** et **Bronner et al. (2014)**. Le questionnaire tel qu'il a été proposé aux vétérinaires praticiens est disponible en annexe 3.

1.2 Choix de l'échantillon

Cette étude a été menée avec la collaboration des vétérinaires praticiens. Les coordonnées des différents interlocuteurs sont issues d'un groupe Facebook (pratique vétérinaire) regroupant les praticiens algériens de différentes régions du pays. Les vétérinaires contactés étaient sélectionnés en raison de leur activité rurale. Cette participation était purement volontaire.

1.3 Diffusion du questionnaire

Initialement, une enquête terrain avec des entretiens en face-à-face était prévue, mais les restrictions liées à la COVID-19 ont empêché leur réalisation. Le questionnaire en ligne a donc été choisi pour les remplacer.

Le questionnaire a été rédigé sur Google Forms, une plateforme internet permettant de diffuser facilement ce type d'enquête. Un lien permettant d'accéder au questionnaire a été envoyé par e-mail à tous les contacts. Le premier envoi a eu lieu en février 2021 et la dernière relance a été effectuée en Décembre 2021.

1.4 Méthode d'analyse des résultats

Les données ont été récoltées sur Google Forms puis transposées sur Microsoft Excel. Avant leur analyse (analyse descriptive), certaines questions et réponses ont été recodées. Ce jeu de données a été analysé à l'aide du logiciel Spss 23 (*Statistical Package for the Social Sciences*) version 23.

2. Résultats

178 vétérinaires praticiens dans différentes régions du pays ont été sollicité pour participer à cette enquête. 77 réponses ont pu être récoltées pendant la période d'enquête, soit un taux de retour de 43,27 %.

2.1 Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

Le tableau 18 résume les caractéristiques sociodémographiques des vétérinaires participants à notre étude. Nous constatons que la majorité des répondants était de sexe masculin (77, 9%). S'agissant des tranches d'âge, près de quatre-vingt-treize pourcent (93%) des personnes participantes avaient un âge inférieur à 50 ans : dont 49,35% (≥ 30 ans) 44,20 % (31-50 ans). En ce qui concerne l'expérience sur terrain, 44,15 % des vétérinaires participants ont moins de 5 ans d'expérience, 28,57 % entre 5 et 10 ans, 16,60 % entre 10 et 20 ans, seulement 11,68 % ont une expérience qui dépasse 20 ans.

Les vétérinaires répondants à notre questionnaire exercent dans 25 différentes wilayas. Les participants de la wilaya d'EL-Tarf ont été les plus nombreux (20,77%).

2.2 Fréquence des pathologies de reproduction

Questions 1 ?

Quelles sont les principales maladies / problèmes de reproduction que vous rencontrez sur terrain chez les petits ruminants ?

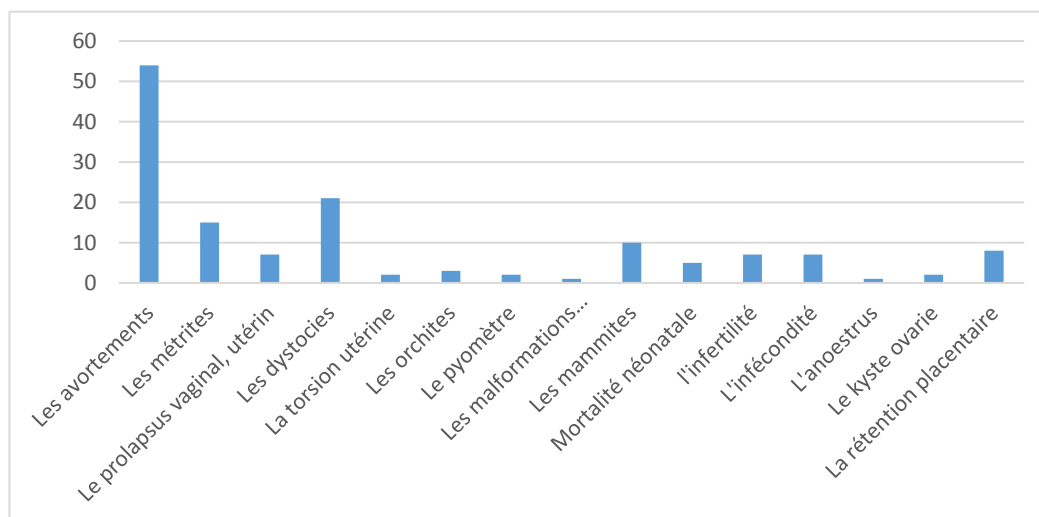


Figure 37 : Fréquences des principales pathologies de reproduction rencontrées sur le terrain. Au vu de ces résultats, il semble que les avortements constituent le premier problème de reproduction rencontré chez les petits ruminants. Les dystocias et les métrites viennent respectivement dans la deuxième et la troisième position.

Tableau 20 : Caractéristiques socio-démographiques des participants

Caractère	Nombre	Fréquence
Sexe		
Homme	60	77,9
Femme	17	22,1
Âge		
≥ 30 ans	38	49,35
31 à 50 ans	34	44,20
≤ 50 ans	05	06,45
Expérience sur terrain		
≥ 5 ans	34	44,15
5 à 10 ans	22	28,57
10 à 20 ans	12	15,60
≤ 20 ans	09	11,68
Région d'exercice		
Alger	03	3,9
Annaba	05	6,5
Batna	01	1,3
Bejaïa	02	2,6
Biskra	01	1,3
Blida	01	1,3
Bouira	02	2,6
Djelfa	05	6,5
El oued	01	1,3
El Tarf	16	20,8
Guelma	03	3,9
Jijel	03	3,9
Laghouat	01	1,3
Médéa	03	3,9
Mila	03	3,9
Msila	01	1,3
Ouargla	02	2,6
Oum El Bouaghi	02	2,6
Relizane	01	1,3
Sétif	08	10,4
Skikda	03	3,9
Souk ahras	02	2,6
Tébessa	04	5,19
Tiaret	02	2,6

2.3 Déclaration des avortements

Questions 1 ?

Dans quelle proportion estimez-vous que les éleveurs déclarent un avortement ou une série d'avortements ponctuels ?

En analysant la figure 36, on peut constater que 24,6 % des éleveurs de petits ruminants ne déclarent pas les avortements. 49,40 % des vétérinaires répondants au questionnaire estiment que les éleveurs déclarent les avortements dans au moins 50 % des cas.

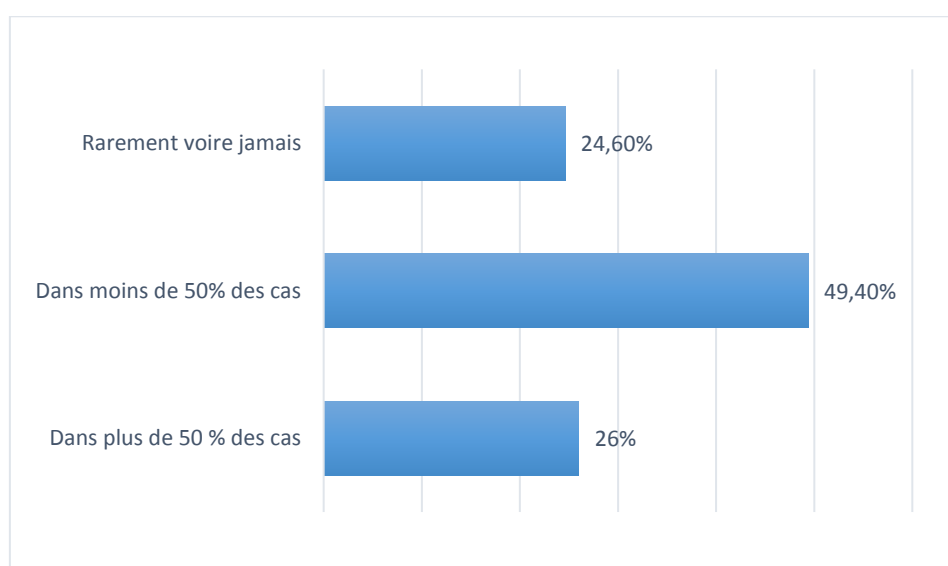


Figure 38 : Proportion des éleveurs déclarant un avortement ou une série d'avortements ponctuels

Questions 2 ?

Au bout de combien d'avortements et sur quelle période réagissent généralement les éleveurs ?

Les vétérinaires participants à cette étude estiment que seulement 13 % des éleveurs consultent leurs vétérinaires au premier cas d'avortements (Figure 39). Alors que 51,94 % des éleveurs sollicitent un vétérinaire s'ils subissent plusieurs avortements en une semaine. 9,10 % ne déclare jamais les avortements dans leurs troupeaux (voire rarement). Tandis que 9,10 % des éleveurs n'appellent le vétérinaire qu'en cas de rétention placentaire.

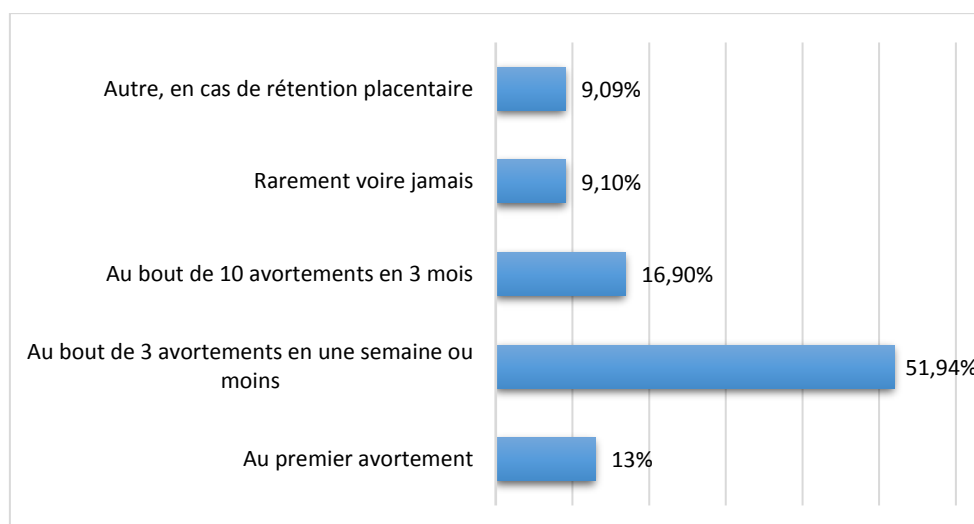


Figure 39 : Délai d'appel du vétérinaire en cas d'avortement

Questions 3 ?

Vous étiez sollicité pour faire un prélèvement sur au moins une femelle ayant avorté, au cours des 2 années précédentes ?

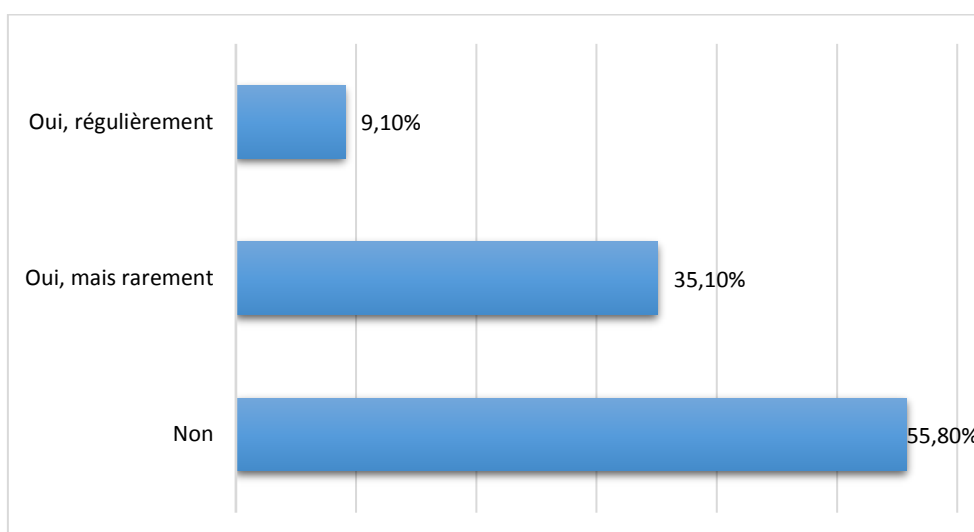


Figure 40 : Proportion de vétérinaires sollicités pour faire des prélèvements sanguins

Plus que la moitié des interrogés (55, 80%) déclarent qu'ils n'ont pas été sollicités pour faire des prélèvements sanguins afin de diagnostiquer les avortements. 35,10 % ont répondu qu'ils ont rarement été sollicité pour faire des prélèvements sanguins. Seulement, 9,10 % seulement déclare qu'ils ont reçu régulièrement des demandes d'analyse.

Questions 4 ?**Quelles causes peuvent freiner l'éleveur de vous demander de faire un diagnostic ?**

Selon les résultats de notre enquête (Figure 41), le premier motif pour la non-déclaration des avortements chez les petits ruminants par les éleveurs est la peur des contraintes qui peuvent engendrer la confirmation d'un cas de brucellose dans son troupeau (quarantaine, arrêt de la commercialisation des produits...). La seconde raison pour laquelle l'éleveur ne déclare pas les cas d'avortements est les coûts des analyses de diagnostic. 19,77% des vétérinaires justifient la sous-déclaration des avortements par leur nombre restreint. Le manque de laboratoires spécialisés et l'ignorance de l'éleveur de l'intérêt de déclaration des avortements chez les petits ruminants étaient des justifications de faibles pourcentages.

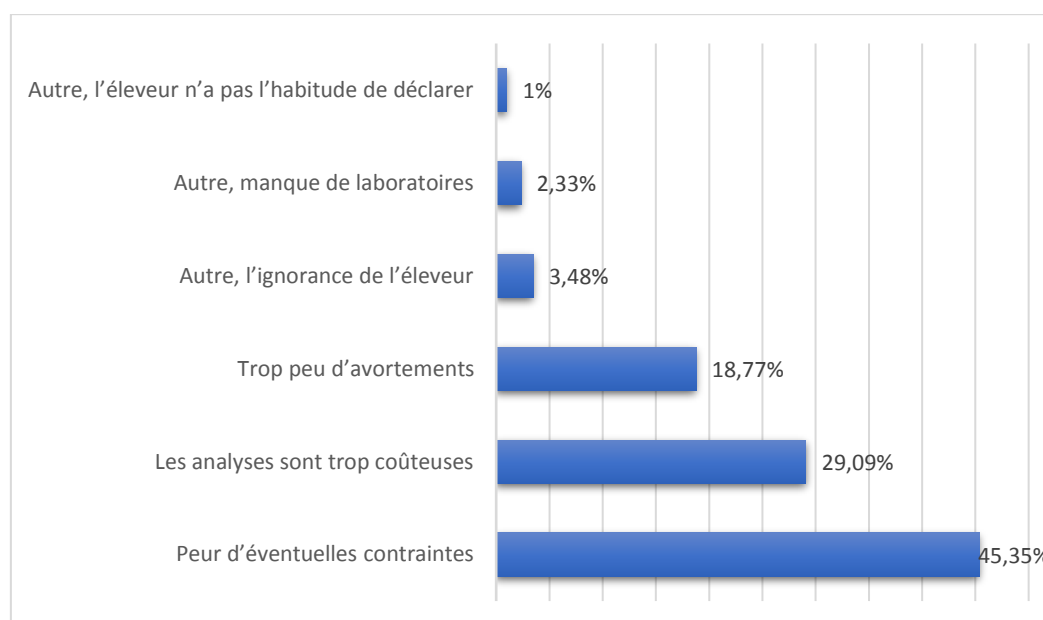


Figure 41 : Motifs de non déclaration des avortements chez les petits ruminants

Questions 4 ?**Pour quelle(s) raison (s) l'éleveur vous a appelé ?**

Selon les vétérinaires praticiens enquêtés, la première raison pour laquelle l'éleveur appelle son vétérinaire traitant est d'éviter de subir d'autres avortements dans son troupeau (33%). Vient ensuite le traitement de la femelle ou les femelles ayant avorté (Figure 42). Le pourcentage des éleveurs qui cherche à respecter la réglementation est négligeable (02%).

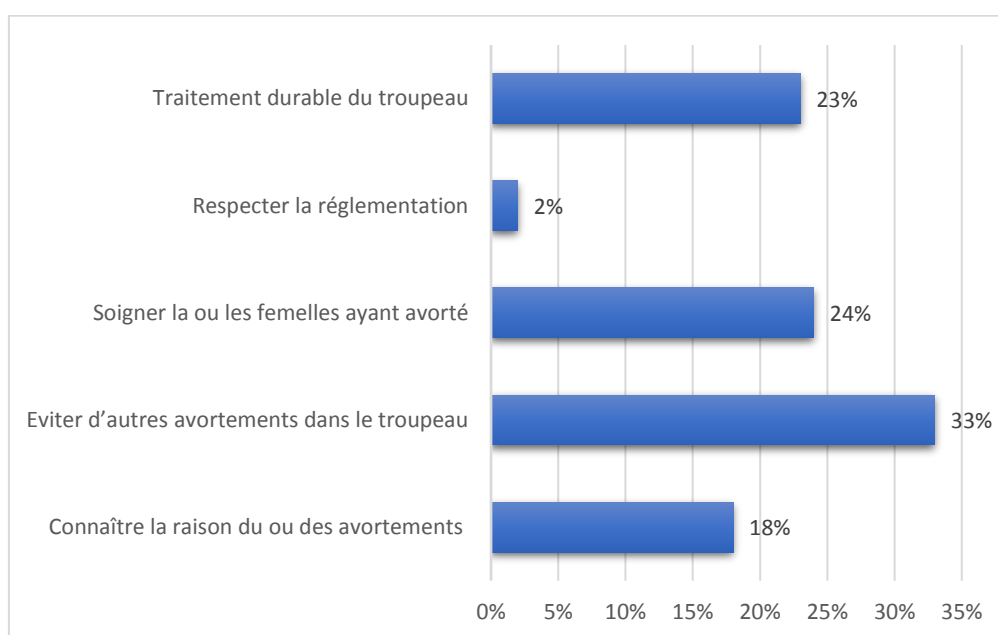


Figure 42 : Motifs de non-déclaration des avortements chez les petits ruminants

Questions 5 ?

Pour quelle(s) raison(s) participez-vous au dispositif de déclaration obligatoire des avortements chez les bovins/ les petits ruminants ?

En observant la figure 43, on trouve que la première raison motivant les vétérinaires à déclarer les cas d'avortements rencontrés sur le terrain est de contribuer au programme de lutte et d'éradication de la brucellose par la détection précoce des animaux infectés. La deuxième motivation était de pouvoir développer en parallèle une démarche diagnostique afin d'essayer d'identifier la cause de l'avortement.

Aussi, la plupart des vétérinaires déclarent qu'ils respectent la réglementation en déclarant les cas d'avortements suspect de brucellose. Cependant, la dernière motivation proposée « pour éviter les contrôles ou sanctions par les services vétérinaires » a été noté « pas du tout » par la plupart des vétérinaires participants au questionnaire.

Dans ce cadre plusieurs d'autres raisons ont été rajoutées. Deux vétérinaires estiment l'intérêt de ce dispositif de déclaration des avortements dans la lutte contre les zoonoses professionnelles et la protection de la santé publique. Trois d'autres ont discuté les conséquences engendrées par les avortements en cadre de perte économique par l'éleveur et le développement de productions de nos ressources animales.

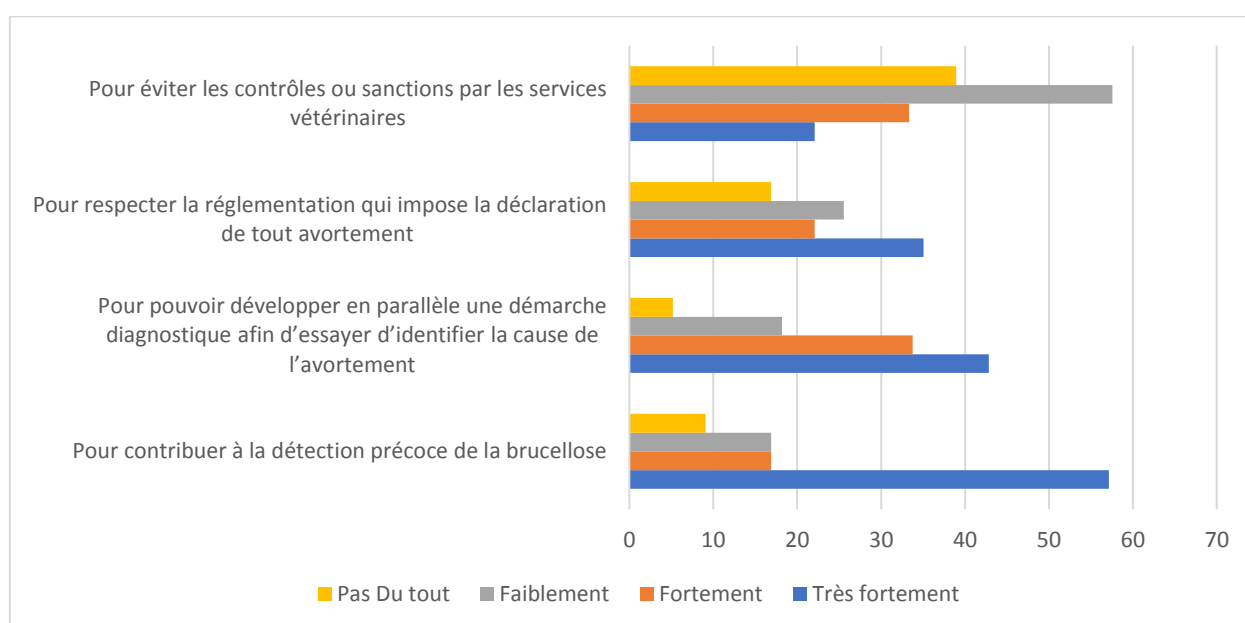


Figure 43 : Motifs de participation des vétérinaires au dispositif de déclaration des avortements.

Questions 6 ?

Quels facteurs limitent votre motivation à sensibiliser les éleveurs au dispositif obligatoire des avortements chez les ruminants (de manière générale ou dans certains cas) ?

Tout d'abord, pour la plupart des vétérinaires, le frein majeur à la déclaration d'avortement est que certains points du protocole de surveillance de la brucellose manquent de précision et de pertinence. La seconde proposition « Il n'y a pas de réel intérêt à dépister tout avortement » a été noté fortement par la plupart des enquêtés (Figure 44).

Nous avons remarqué aussi que les vétérinaires évitent, très fortement, de déclarer les avortements car en cas de résultat positif vis-à-vis de la brucellose ou d'une autre maladie abortive l'éleveur peut être empêché de vendre tout ou partie de ses animaux.

En plus, onze vétérinaires ont cité d'autres freins pour la sous-déclaration des avortements. Quatre parmi eux réclament l'absence des laboratoires spécialisés dans le diagnostic animal. Deux autres mettent l'accent sur les coûts de diagnostic. Les autres (en nombre de cinq) soulignent la complexité des procédures de diagnostic et de déclaration des avortements.

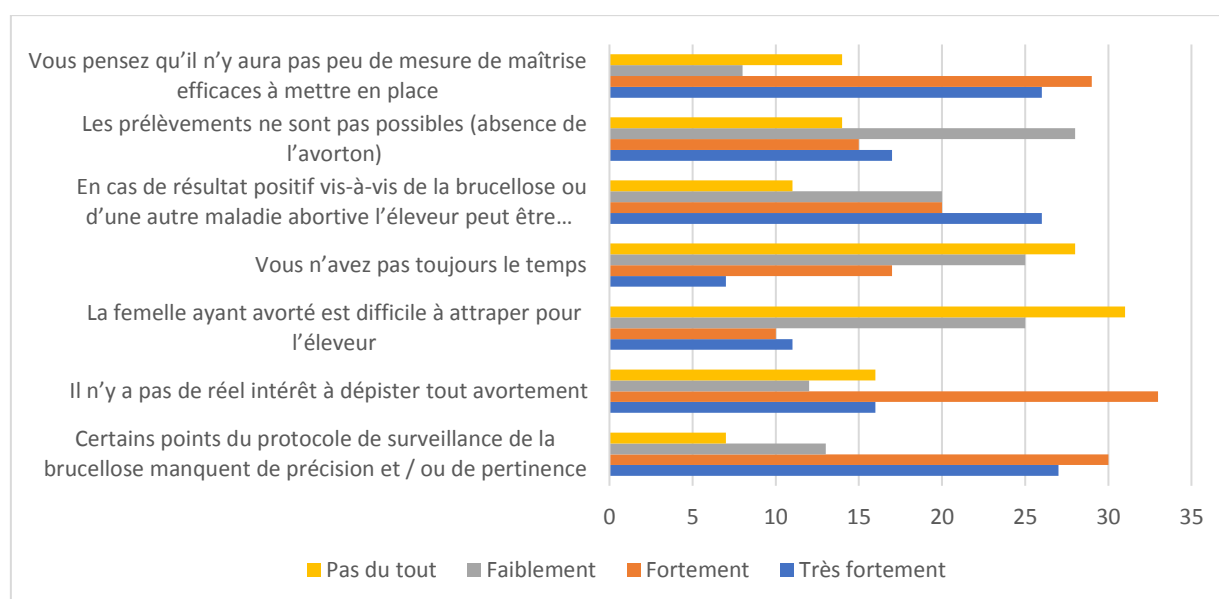


Figure 44 : Freins de participation des vétérinaires au dispositif de déclaration des avortements.

Questions 7 ?

Sur combien d'animaux effectuez-vous vos prélèvements (prise de sang) lors d'un protocole d'avortement ?

Vingt vétérinaires n'ont pas répondu à cette question. La plupart des enquêtés (52,36 %) déclarent qu'ils font des prélèvements sanguins sur l'animal avorté, des mères présentant des problèmes de reproduction. Alors que 36,84 % des interrogés se contentaient de prélever du sang seulement sur l'animal avorté. Deux vétérinaires ont noté qu'ils font les prélèvements sur tout le troupeau. Le reste (7,02 %) font des prélèvements sur des animaux tout venants.

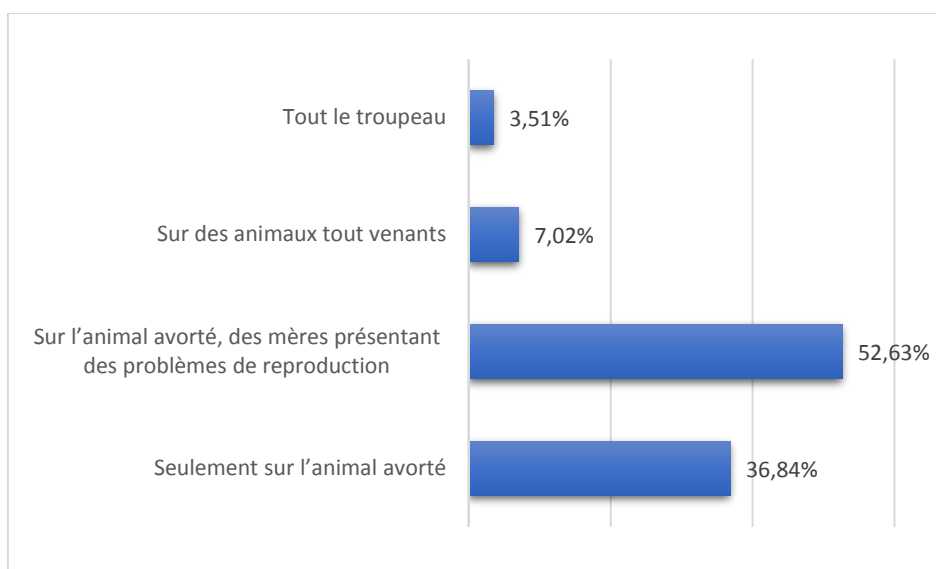


Figure 45 : Animaux prélevés lors de la mise en place d'un protocole avortement

2.4 Les perceptions et attentes des vétérinaires praticiens vis -à -vis le programme de surveillance de la brucellose

Questions 1 ?

Pensez-vous qu'il sera utile de mettre en place un protocole de diagnostic différentiel ? et pourquoi ?

En analysant la présentation graphique au-dessus (Figure 46), on constate que 88 % des vétérinaires trouvent que la mise en place d'un protocole de diagnostic différentiel chez les ruminants a un grand intérêt.

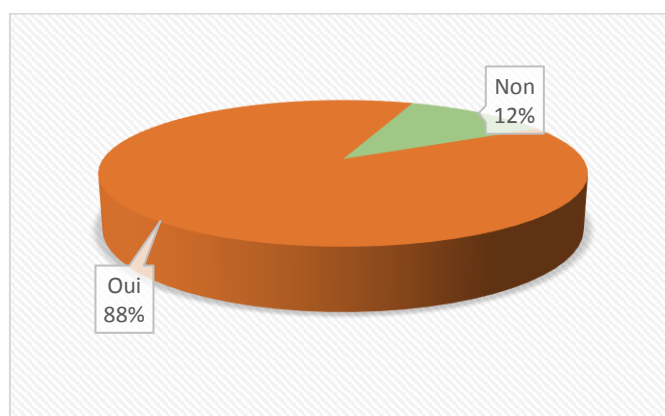


Figure 46 : Proportion des vétérinaires souhaitant la mise en place d'un protocole de diagnostic différentiel

Cinquante-huit vétérinaires ont répondu à cette question et parmi eux, 94,82 % attendent des protocoles de diagnostic différentiel d'avortements chez les petits ruminants de les guider dans

leurs diagnostics afin de gagner le temps et mettre en place la bonne conduite à tenir. Les autres trouvent que le protocole de diagnostic différentiels permet aussi de détecter les autres zoonoses professionnelles tel que la toxoplasmose, chlamydiose et la fièvre Q...

Questions 2 ?

Si vous pensez que certains points du protocole de surveillance de la brucellose mériteraient d'être améliorés, préciser lesquels ?

En demandant aux vétérinaires quels points du protocole de surveillance de la brucellose mériteraient d'être améliorés, plusieurs recommandations et réflexions (34 réponses) ont été proposés afin d'améliorer la sensibilité et l'efficacité du plan national de surveillance de la brucellose :

- Il faut revoir le programme de surveillance et de dépistage programmée et ne se satisfaire pas seulement de la surveillance événementielle ;
- Faciliter les procédures de déclarations pour le vétérinaire et l'éleveur ;
- Revoir les taux d'indemnisation et le délai entre l'assainissement du cheptel atteint et le remboursement de l'éleveur ;
- Motiver l'éleveur à participer au dispositif de déclaration en lui sensibilisant sur son intérêt ;
- Améliorer le programme de collecte et de commercialisation du lait et les produits laitiers.

Questions 3 ?

Quels sont les solutions et les mesures qu'on doit prendre à votre avis pour la réduction de la brucellose ?

Concernant les solutions proposées par les vétérinaires praticiens, huit (08) propositions étaient suggérer par 24 répondants :

1. Organiser des campagnes de sensibilisation et de vulgarisation pour les éleveurs à l'échelle national ;
2. Faciliter les procédures de déclaration, l'assainissement et l'indemnisation ;
3. Revoir la politique nationale de vaccination ;
4. Mettre aux dispositions des vétérinaires praticiens des tests de diagnostic sérologique rapide ;

5. Mettre un programme national de surveillance active (test-abattage) des maladies zoonotiques ;
6. Sensibiliser les consommateurs du lait cru et ces produits ;
7. Contrôler la collecte et la commercialisation des produits laitiers
8. Collaboration entre les épidémiologistes, vétérinaires praticiens et les services de santé publique.

Questions 4 ?

Avez-vous d'autres commentaires sur des points du dispositif de déclaration des avortements qui n'ont pas été abordés dans ce questionnaire ?

Dix-huit vétérinaires ont laissé des commentaires relatifs au dispositif de déclaration des avortements. Trois permis eux insistent sur l'intérêt de procéder à l'identification du cheptel national afin de contrôler les mouvements des animaux et leurs traçabilités.

Six autres vétérinaires soulignent l'intérêt de formation et de sensibilisation des éleveurs sur les maladies à déclaration obligatoire, le danger zoonotique de certaines maladies et les bonnes attitudes et pratiques à adopter en gestion d'élevage afin de limiter voire arrêter la propagation et la dissémination des maladies infectieuses et parasitaires intra et inter-exploitations.

Un vétérinaire a mis l'accent sur la nécessité d'instaurer un circuit national plus performant de contrôle, de collecte et de commercialisation de lait de chèvre et ses produits.

Deux vétérinaires aussi ont abordé le point de certains vaccins qui ne sont introduit que par l'état afin d'autoriser leurs importation et commercialisation.

Selon deux autres praticiens, le manque de laboratoire vétérinaire spécialisé constitue une entrave

Alors que les deux derniers autres vétérinaires incitent à établir une bonne collaboration entre les différents acteurs de la santé animales et santé publique : vétérinaire, éleveur, direction de service vétérinaire (DSA) et la direction de santé publique (DSP).

3. Discussion

Cette partie de notre travail de thèse soulignent les motivations et les freins conduisant le vétérinaire et l'éleveur à déclarer ou non les avortements chez les petits ruminants dans leurs exploitations en Algérie.

Les résultats de cette étude qualitative a permis de mettre en évidence la grande souffrance du dispositif de surveillance épidémiologique de la brucellose de sous-déclaration des avortements.

En effet, la déclaration des avortements par les vétérinaires et les éleveurs est loin d'être systématique. Les raisons en sont multiples, par exemple : la crainte des contraintes suivant la confirmation de la contamination par la brucellose (réforme du cheptel, indemnisation trop modeste ne permettant pas l'achat des animaux de remplacement) ; le long délai entre l'envoi d'un prélèvement au laboratoire et la réception des résultats des examens de diagnostic ; la complexité dans les procédures des prélèvements et de déclaration ; l'inconscience de l'éleveur de l'intérêt de déclaration des avortements ; et manque des laboratoires vétérinaires spécialisés. La maladie a été pratiquement éliminée dans plusieurs pays développés, dont l'Australie, la Nouvelle-Zélande le Japon, le Canada et certains pays membres de l'Union européenne (Belgique, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Irlande, Luxembourg, Pays-Bas, Suède, Royaume-Uni) (**Davidson, 2002 ; Abernethy et al., 2011 ; Bronner et al., 2014**).

En Algérie, malgré les mesures et les stratégies de contrôle et d'éradications adoptés par l'état la maladie sévit toujours sous sa forme endémique. En réalité, l'insuffisance de campagnes de dépistage et de vaccination des animaux ainsi que la dépendance seulement de la surveillance passive de cette zoonose majeure constituent une vraie défiance et faiblesse pour ce système.

Selon **Zhang et al. (2018)** la stratégie fondée sur la vaccination et celle basée sur test-abattage pouvaient réduire de façon efficace l'incidence de la brucellose animale et le taux de transmission de la maladie. Toutefois, la vaccination est efficace pour réduire le taux d'avortement, mais moins efficace dans la prévention des infections (**Banai, 2002**).

En Irlande, la réussite du plan d'éradication de la brucellose animale montre que l'éradication de la brucellose pouvait se reposer seulement sur la stratégie test-abattage (**Abernethy et al., 2011**). De même, le succès des programmes de lutte contre la brucellose animale en Australie et en Nouvelle-Zélande a montré qu'un programme de vaccination bien conçu avec une couverture élevée combiné à la méthode dépistage-abattage pourrait permettre d'éradiquer la brucellose (**Adlam, 2011 ; Tukana et al., 2015**).

Donc, il est temps pour instaurer une composante de surveillance active (des vastes campagnes de dépistage-abattage programmées) et de vaccination en parallèle de la surveillance événementielle. Cette dernière doit être évaluée régulièrement pour renforcer la détection des cas brucelliques à travers l'amélioration de la sensibilité, la spécificité et l'acceptabilité du dispositif de surveillance épidémiologique.

D'un point de vue économique, il existe un lien direct entre les ressources financières des pays et leur état de brucellose (**Zhang et al., 2018**). Les campagnes de vaccination des animaux suivies de programmes de dépistage et d'abattage ont contribué à l'élimination de la brucellose dans certains pays développés, mais toutes les campagnes fructueuses ont été longues, coûteuses et difficiles à mettre en œuvre (**Godfroid et al., 2013**). Par conséquent, la pauvreté dans les zones rurales constitue un obstacle important à la lutte contre la maladie (**OIE, 2011**).

Le manque de fonds alloués aux programmes de lutte contre la brucellose dans les pays en développement ne permet pas l'exécution de mesures strictes et efficaces (**Cárdenas et al. 2019**). Il est nécessaire donc de comprendre les différentes conditions socio-économiques dans les systèmes d'élevage et de production, de concevoir des mesures et des politiques abordables et adéquates selon la situation du pays.

D'autre part, l'un des principaux points abordés par les vétérinaires participants, la nécessité de mettre en place un plan national pour l'identification et la traçabilité des animaux. En se référant aux travaux réalisés par **Cárdenas et al. (2019)**, les mouvements illégaux et incontrôlés des animaux jouent un grand rôle dans le maintien de la brucellose car ces animaux ne répondent pas aux exigences sanitaires, ce qui représente une menace constante d'introduction de la maladie. Par conséquent, une surveillance accrue de ces activités est nécessaire, ainsi que la mise en œuvre des sanctions légales imposées à ceux qui participent au commerce illégal d'animaux dans le pays (**Zhang et al., 2018**). En outre, il est nécessaire d'appliquer les restrictions du déplacement et du commerce des animaux ; mais plus pertinent, d'éduquer les éleveurs sur les bonnes pratiques de gestion d'élevage pour éviter les facteurs de risque de la contamination et de la dissémination de la maladie, comme l'introduction de nouveaux animaux avec un statut sanitaire inconnu, sans mise en quarantaine, l'échange de mâle reproducteur entre les fermes voisines (**Dalrymple, 1993**).

En outre, cette investigation qualitative montre que 88% des vétérinaires enquêtés souhaitent la mise en place d'un protocole de diagnostic différentiel des avortements chez les ruminants. Ce dispositif de diagnostic différentiel peut permettre aux vétérinaires et aux éleveurs

d'identifier la cause de l'avortement, ce qui pourrait améliorer leur volonté à contribuer au système de surveillance et de participer à la prévention du risque zoonotique de la brucellose.

La participation des éleveurs à l'élaboration et à la mise en œuvre de stratégies de surveillance de la brucellose a été identifiée comme un facteur essentiel dans les pays où la maladie a été maîtrisée avec succès (**Ragan, 2002**). Les campagnes de sensibilisation et de formation doivent être axées sur tous les niveaux socio-économiques et les systèmes d'élevage, y compris les groupes vulnérables, comme les petits exploitants traditionnels et les régions à faible productivité, où les activités de surveillance sont limitées

Les campagnes de sensibilisation du public devraient être aussi adaptées de façon à sensibiliser les consommateurs et les éleveurs aux risques associés à la consommation de lait cru ou de ses produits laitiers, ainsi qu'aux avantages de réduire la prévalence dans cette zoonose.

Par conséquent, ces visites sanitaires et campagnes de sensibilisation vont permettre de renforcer le réseau des vétérinaires sanitaires et le lien éleveur / vétérinaire, elles permettent à l'éleveur d'avoir un temps privilégié avec son vétérinaire sur un sujet donné d'importance collective mais également d'intérêt individuel, et enfin elles permettent de recueillir des données épidémiologiques et sociologiques afin d'orienter les plans d'actions collectives à mener.

Cependant, pour arriver à une uniformisation des pratiques au niveau national, tous les intervenants doivent faire preuve d'un réel investissement. Les éleveurs devront déclarer les avortements plus systématiquement et le plus tôt possible, les prélèvements des vétérinaires devront être de qualité et correspondre aux analyses demandées et attendues pour la recherche des pathogènes et les laboratoires devront harmoniser leurs méthodes et le rendu des résultats (**Bronner et al., 2014**).

Finalement, les déficiences susmentionnées ont démontré l'importance de mesures complémentaires qui pourraient combler ces lacunes dans les plans et les stratégies de prévention, contrôle et l'éradication de la brucellose animale et humaine.

Les principales mesures complémentaires qui peut être envisagé pour contrôler ou éradiquer la brucellose sont résumées selon **Zhang et al. (2018)**, comme suit :

- 1) Un système d'identification permanente, d'enregistrement et de traçabilité des animaux ainsi qu'un service vétérinaire de surveillance bien organisé doivent être mise en place pour assurer une bonne estimation et une détection exacte du nombre d'animaux à tester ;

- 2) La surveillance des abattoirs, l'analyse des marchés aux bestiaux ; la surveillance des troupeaux laitiers pour améliorer des niveaux de surveillance des animaux et veiller à ce que les animaux positifs soient détectés et retirés à temps, et surveiller le pourcentage exact d'animaux positifs retirés ;
- 3) Un contrôle strict et cohérent des mouvements au niveau des troupeaux et des frontières afin d'éviter l'introduction d'animaux infectés.

4. Conclusion

Malgré le programme national de lutte contre la brucellose, la prévalence de la maladie n'a pas diminué au fil des ans, révélant la nécessité de reformuler la stratégie actuellement en place. Bien que les entités gouvernementales jouent un rôle important, une participation active des éleveurs et de l'industrie agroalimentaire est importante.

La brucellose humaine ne disparaîtra pas tant qu'elle n'est pas éradiquée chez les réservoirs animaux. Comme toute contamination humaine implique l'existence d'un foyer de l'infection, il est indispensable de coordonner les actions entre organismes officiels de contrôle vétérinaires et de santé publique (concept d'une seule santé prôné par l'OIE – *One Health*).

En définitive, l'éradication complète de la brucellose exige du temps et de la persistance. D'autres études devraient être menées sur les programmes de lutte contre la brucellose animale et d'éradication dans les régions en développement, et d'autres études économiques devraient être menées pour améliorer l'échange d'informations sur la lutte contre la brucellose animale entre les pays.

ÉTUDE V

**PRÉVALENCE DES AVORTEMENTS CHEZ LES OVINS
ET LES CAPRINS DANS LA WILAYA D'EL TARF, EN
EXTRÊME NORD-EST ALGÉRIEN**

Étude V

Prévalence des avortements chez les ovins et les caprins dans la wilaya d'El Tarf, en extrême nord-est algérien

Objectifs de l'étude :

La démographie est un déterminant essentiel de la production des cheptels de ruminants domestiques élevés en conditions extensives. Disposer de méthodes d'estimation et d'indicateurs standardisés pour évaluer l'impact d'interventions zootechniques, sanitaires, économiques ou politiques sur la dynamique et la production des cheptels permet de cibler les stratégies d'amélioration de la situation économique des pays et du bien-être des ménages (**Lesnoff, 2013**).

La démographie des cheptels dépend de nombreux facteurs à savoir le potentiel génétique des animaux, les pratiques d'élevage et les conditions environnementales. Ces facteurs peuvent interagir de manière plus ou moins complexe. L'utilité des modèles démographiques consiste à l'intégration de ces interactions et l'étude des effets sur la production effective des cheptels et des troupeaux et sur la variation du stock animal (**Lesnoff, 2013**).

Différentes approches de modélisation démographique, mathématiques et informatiques ont été décrites dans la littérature pour diverses zones climatiques, aussi bien pour l'élevage extensif qu'intensif. Cependant, l'estimation est particulièrement difficile et contraignante. Les taux démographiques sont estimés à partir de données collectées sur le terrain. Dans les pays en développement, cette collecte constitue la part la plus difficile du travail, en raison de la dispersion et de la mobilité des troupeaux, et de l'absence d'enregistrement des données démographiques animales par les éleveurs.

Les statistiques sur les paramètres démographiques et zootechniques des élevages petits ruminants sont essentielles pour l'élaboration des stratégies de développement appropriées et l'intensification durable de la production laitière et de la viande en Algérie.

Deux objectifs de travail ont été fixé pour cette partie :

-  Déterminer les performances démographiques et les caractéristiques structurelles du troupeau ovin / caprin dans la région de l'extrême nord-est algérien ;
-  Estimer la prévalence des avortements chez la brebis et la chèvre dans la région de l'étude.

1. Matériel et méthodes

1.1 Période et zone d'étude

L'étude a été menée dans la région de l'extrême nord est algérien durant la période octobre – novembre 2021

1.2 Méthodologie d'étude

La méthodologie d'étude utilisée dans cette partie de notre travail de thèse a été décrite par **Lesnoff et al. (2007)**. Il s'agit d'une enquête rétrospective transversale basée sur la méthode des douze derniers mois "12 MO".

La méthode 12MO a été développée par le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et l'International Livestock Research Institute" (ILRI). Cette méthode permet reconstituer la démographie du troupeau durant les 12 derniers mois ayant précédé l'enquête par une estimation systématique des événements démographiques comme la composition du troupeau par sexe, la classe d'âge, les taux de fécondité et de mortalité et les flux d'entrées et de sorties sur une année donnée (**Lesnoff, 2011, 2014**).

1.3 Matériel d'étude

Le matériel de collecte de données est composé de deux (2) sous-questionnaires (Annexe 4,5). La première est relative à l'inventaire du troupeau et à la carrière des femelles, la seconde a permis d'enregistrer les mouvements (entrées et sorties) d'animaux dans les troupeaux.

1.4 Méthodologie d'échantillonnage

Les troupeaux enquêtés ont été choisis de manière aléatoire à partir d'une liste exhaustive d'éleveurs des petits ruminants de la wilaya (Troupeaux vaccinés contre PPR 2020) en utilisant la table de nombre de hasard. Le taux de sondage a été fixé à 5 % de chacune de sept daïras de la wilaya (**Bénet et al., 1993**).

Dans chaque troupeau sélectionné, un sous-échantillon des femelles présentes (en général quatre ou cinq femelles si la taille du troupeau le permet) a été pris aléatoirement pour reconstituer la carrière reproductrice complète des femelles (Figure 47 ; tableau 21 ; 22).

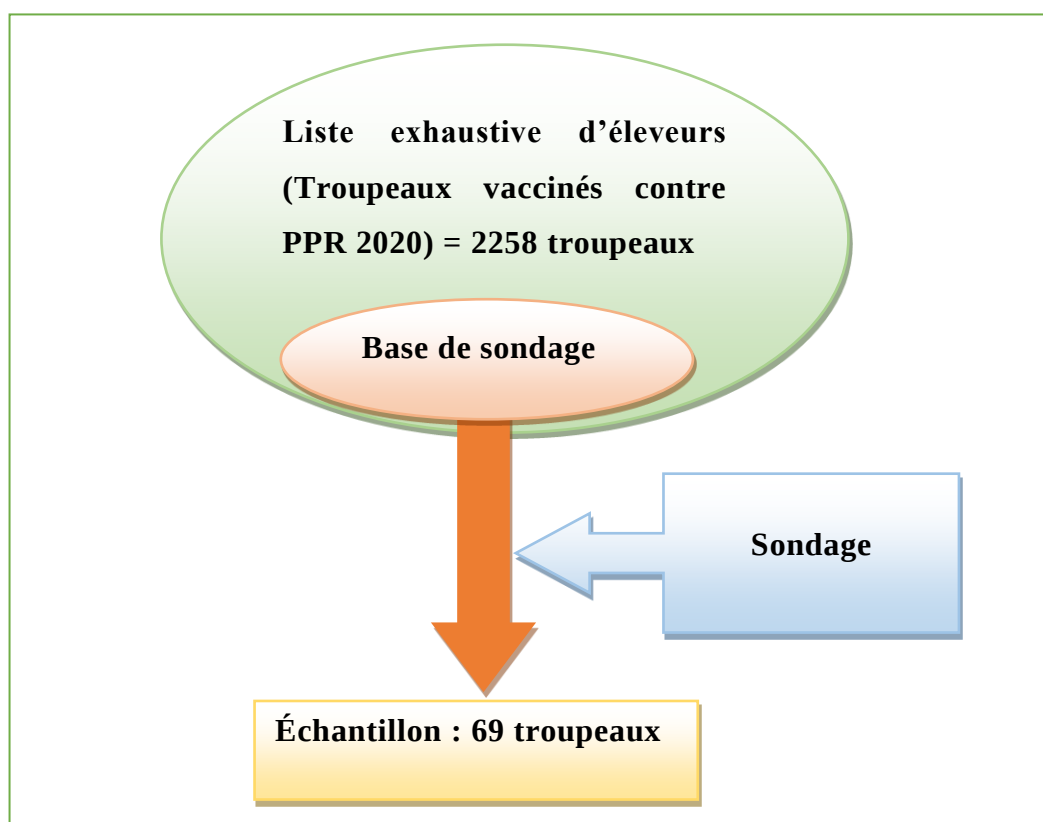


Figure 47: Méthodologie d'échantillonnage

1.5 Paramètres démographiques étudiés

Les paramètres démographiques estimés sont :

1.5.1 Variables d'état

- 1- Les « **variables d'état** », qui décrivent l'état du troupeau à un moment donné :
 - La taille du troupeau (nombre d'animaux dans le troupeau au moment de l'enquête) ;
 - La structure sexe-âge du troupeau (%d'animaux par sexe et classe d'âge dans le troupeau) ;

Les classes d'âges définies sont les Juvéniles et Subadultes (0 à 1 an révolu relatif aux juvéniles, agneaux, chevreaux, agnelles, chevrettes) et les Adultes (supérieur à 1 an relatif aux adultes, brebis, béliers âgés de plus d'un an). L'âge des animaux a été déterminé sur la base des déclarations des éleveurs.

1.5.2 Taux démographiques annuels

- 1- Les « **taux démographiques annuels** », qui décrivent les événements démographiques survenus dans l'année au sein des troupeaux et renseignent sur les prises de décision de l'éleveur (Figure 48, Tableau 23)
 - Les « **taux naturels** », qui se réfèrent aux performances zootechniques du troupeau

(Reproduction et mortalité naturelle) ;

a. **Taux de mise bas :**

Ce taux est calculé à partir du rapport entre le nombre de femelles qui ont mis-bas sur les femelle mises à la reproduction durant toute une année (**Tibary et Anouassi, 1997**).

Nombre de mise bas par rapport au nombre de femelle reproductrice

$$\textbf{Taux de mise bas} = \frac{\text{Nombre de mise bas}}{\text{Total de femelles reproductrices}} \times 100$$

b. **Taux d'avortement :**

Comme aucun diagnostic de gestation n'est réalisé sur les petits ruminants dans la région d'étude, et que les éleveurs n'exercent pas de contrôle de la reproduction, le taux d'avortements est calculé à partir du nombre d'avortements observés par l'éleveur et du nombre de femelles reproductrices présentes dans le cheptel.

$$\textbf{Taux d'avortement} = \frac{\text{Nombre d'avortement}}{\text{Total de femelles reproductrices}} \times 100$$

c. **Taux de prolificité :**

Ce taux est calculé à partir du rapport entre le nombre de jeunes nés sur les femelles mettant bas.

$$\textbf{Taux de prolificité} = \frac{\text{Nb. moyen de produits (nés vivants + mort - nés)}}{\text{Nombre de mise bas}} \times 100$$

d. **Taux de fécondité :**

Nombre moyen de produits (nés vivants + mort-nés) par femelle reproductrice a et par an, calculé directement ou par :

Taux de mise bas $\times$ Taux de prolificité

$$\textbf{Taux de fécondité} = \frac{\text{Nb. moyen de produits (nés vivants + mort - nés)}}{\text{Total de femelles reproductrices}} \times 100$$

e. **Taux de mortinatalité :**

La mortinatalité est définie comme la perte d'un produit déjà mort à sa naissance.

$$\textbf{Taux de mortinatalité} = \frac{\text{Nombre de produits mort - nés}}{\text{Nombre de mise bas}} \times 100$$

f. **Taux de femelles à la naissance**

$$\textit{Taux de femelles à la naissance} = \frac{\text{Nombre de produit né vivant femelle}}{\text{Total de produit né vivant}} \times 100$$

g. **Taux de mort naturelle**

$$\textit{Taux de mort naturelle} = \frac{\text{Nombre total de morts}}{\text{Effectif du troupeau}} \times 100$$

2– Les « **taux de gestion** », qui se réfèrent aux décisions prises par l'éleveur (exploitation et importation) ;

a. **Taux d'exploitation**

Les sorties d'animaux représentent tout mouvement d'animaux venant diminuer l'effectif du cheptel. Le décompte des sorties d'animaux a été fait par espèce et par catégorie d'âge en distinguant mortalité, perte, don de l'éleveur (zakât), vente ou abattage pour l'autoconsommation., fête religieuse (Fête de l'Aïd el Kébir), cérémonies (funérailles, fiançailles, mariage, naissances.....). (Lesnoff, 2011).

$$\textit{Taux d'exploitation} = \frac{\text{Nombre d'animaux d'exploités}}{\text{Effectif du troupeau}} \times 100$$

b. **Taux d'importation**

Les entrées d'animaux représentent tout mouvement d'animaux venant grossir les rangs du cheptel. On distingue les naissances, l'achat, le don et le « confiage » (en faveur de l'éleveur) (Lesnoff, 2011).

$$\textit{Taux d'importation} = \frac{\text{Nombre d'animaux importés}}{\text{Effectif du troupeau}} \times 100$$

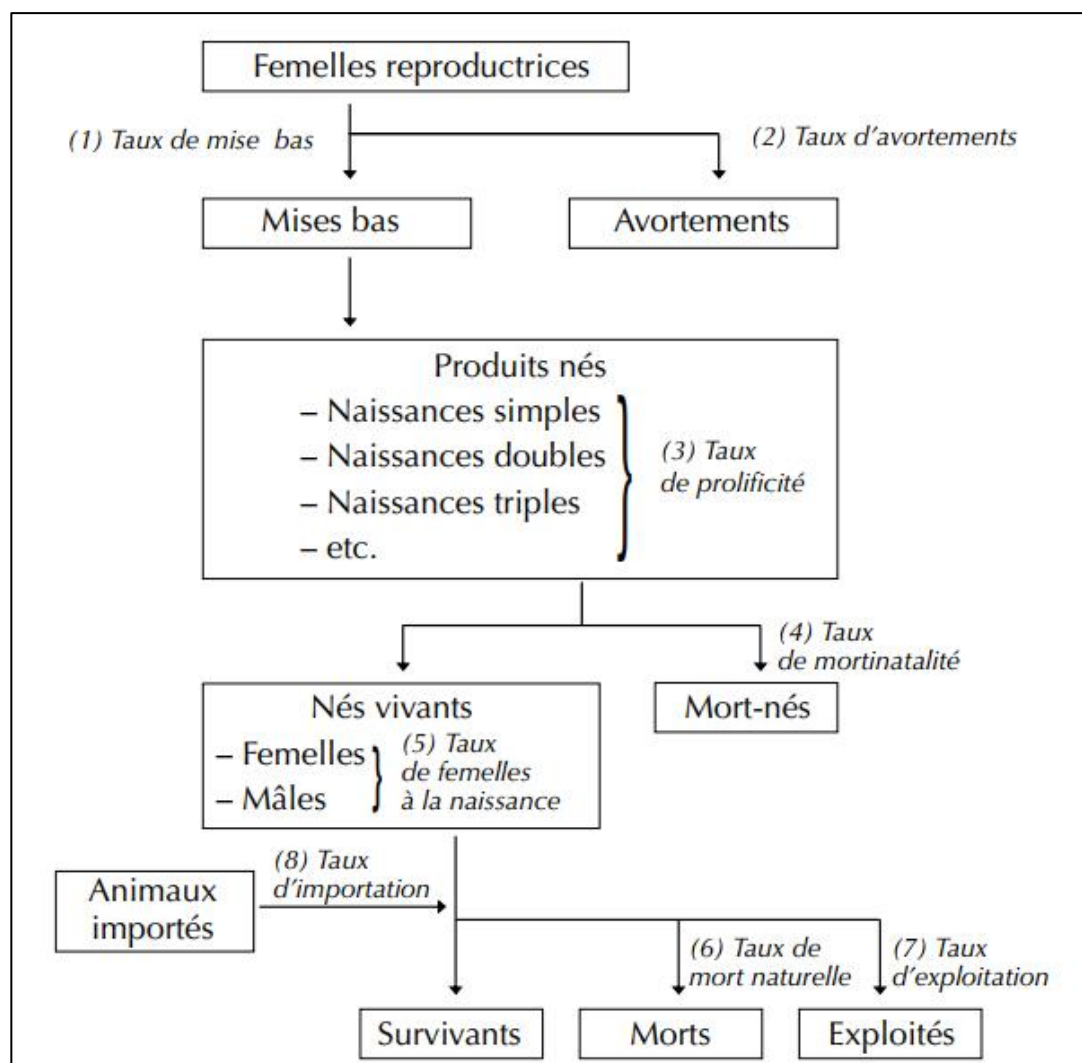


Figure 48 : Schéma des événements démographiques dans les troupeaux utilisés pour définir la liste des paramètres démographiques présentés dans le tableau 23.

(Lesnoff et coll., 2007, Quae, 2011, Quae)

Tableau 21 : Taux démographiques utilisés comme paramètres d'entrées dans les modèles démographiques simulant la dynamique d'un cheptel par sexe et classe d'âge. Les taux sont définis par période de temps et catégorie d'animaux

Taux naturel	Définition
(1) Taux de mise bas	Probabilité ou taux instantané ^a qu'une femelle ait une mise bas
(2) Taux d'avortement ^b	Probabilité ou taux instantané qu'une femelle ait un avortement
(3) Taux de prolificité	Nb. moyen de produits (nés vivants + mort-nés) par mise bas
(4) Taux de mortinatalité ^c	Probabilité qu'un produit soit mort-né
(5) Taux de femelles à la naissance	Probabilité qu'un produit né vivant soit une femelle
(6) Taux de mort naturelle ^d	Probabilité ou taux instantané qu'un animal meure de mort naturelle durant une période de temps donnée
Taux de gestion	Définition
(7) Taux d'exploitation	Probabilité ou taux instantané qu'un animal soit exploité (abattage ^e , vente, prêt, don, etc.)
(8) Taux d'importation	Probabilité ou taux instantané qu'un animal soit importé dans le troupeau (achat, prêt, don, etc.)

(Lesnoff et coll., 2007, Quae, 2011, Quae)

^a Un taux instantané correspond à ce qui est appelé *hazard rate* en anglais. Les différences conceptuelles entre taux instantanés et probabilités

^b Un avortement est une gestation qui n'a pas été à son terme et qui a engendré un produit non viable.

^c Les mort-nés ne sont pas inclus dans la mortalité. La mortalité ne concerne que les produits nés vivants.

^d La mortalité naturelle correspond à toutes les causes de mort excepté les abattages. Les abattages d'urgence en raison d'accidents ou de maladies sont considérés comme des exploitations et non des mortalités.

^e A l'intérieur de la ferme

1.6 Analyse statistique des données de l'enquête

Les données collectées ont été vérifiées et saisies dans le tableur EXCEL version 2016 pour calculer les différents paramètres démographiques des élevages visités. Une analyse comparée par type d'élevage effectuée grâce au logiciel SPSS version 23. Les taux démographiques et les variables qualitatives ont été exprimés en pourcentage et les variables quantitatives sous forme de moyenne avec écart-type.

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis et le test de Fisher ont été utilisés pour ces différentes analyses comparées au seuil de 5%.

2. Résultats

2.1 Aperçu globale de l'élevage des petits ruminants dans la wilaya d'El-Tarf

Le tableau 23 montre la répartition du nombre des élevages des petits ruminants dans la wilaya d'El-Tarf selon les statistiques fournies par la direction du service agricole de la wilaya El-Tarf (DSA, 2020). Le nombre d'élevages de petits ruminants dans la région d'étude a été estimé à 2258 élevages dont 51 % des élevages ovins, 47 % des élevages mixtes (ovin / caprin) et seulement 2 % des élevages de caprins exclusivement (figure 49). Aussi, l'analyse statistique montre que l'élevage ovin (54,22 %) est le plus dominant suivi par l'élevage mixte (43,55 %) et en dernier l'élevage caprin (2,22 %).

S'agissant de la répartition par région, on peut remarquer une forte concentration des élevages dans la daïra de Bouhadjar (27,51%), suivie par la daïra de Ben M'hidi (17,27%).

Tableau 22 : Répartitions des élevages dans les différentes daïras de la wilaya d'El-Tarf

Daïra	Nbre d'élevage	Elevage ovin	Elevage caprin	% trpx c/o	Mixte ov/ cp
El Kala	207	143	10	6,54	54
El Tarf	341	153	12	7,72	176
Bouteldja	283	192	01	0,52	90
Bouhadjar	573	241	09	3,6	323
Besbes	313	117	11	8,59	185
Drean	151	70	01	1,40	80
Ben M'hidi	390	222	07	3,05	161
Total	2258	1138	51	4, 2	1069

(DSA El Tarf, 2020)

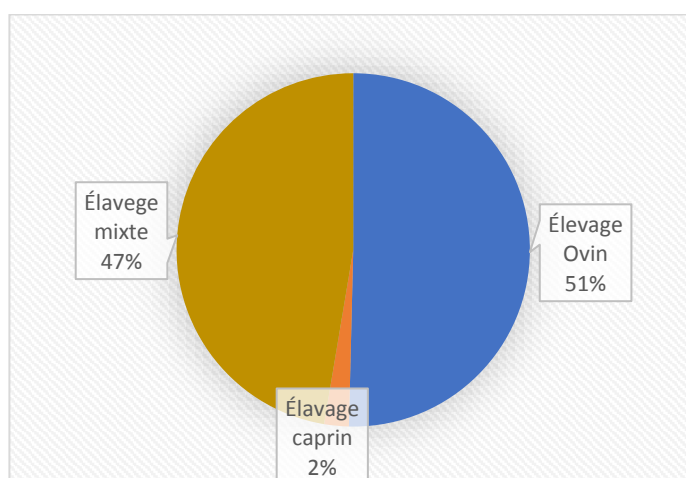


Figure 49 : Proportion de différents types d'élevages enquêtés

CONCERNANT LES EFFECTIFS DES ANIMAUX, L'EFFECTIF TOTAL A ÉTÉ ESTIMÉ À 99319 TÊTES (TABLEAU 23 ILLUSTRÉ PAR LA FIGURE 50) DONT 51 % ESPÈCE OVINE ET 49 % ESPÈCE CAPRINE.

Tableau 23 : Répartitions des élevages dans les différentes daïras de la wilaya

Daïra	Effectif ov	Effectif cp	Total	Caprin %
El Kala	5077	1251	6328	19,77
El Tarf	11765	5083	16848	30,17
Bouteldja	15103	1867	16970	11,00
Bouhadjar	24573	7614	32187	23,65
Besbes	12521	2646	15167	17,45
Drean	11131	1366	12497	10,96
Ben M'hidi	19149	2846	21995	12,94
Total	99319	22673	121992	18,58%

(DSA El Tarf, 2020)

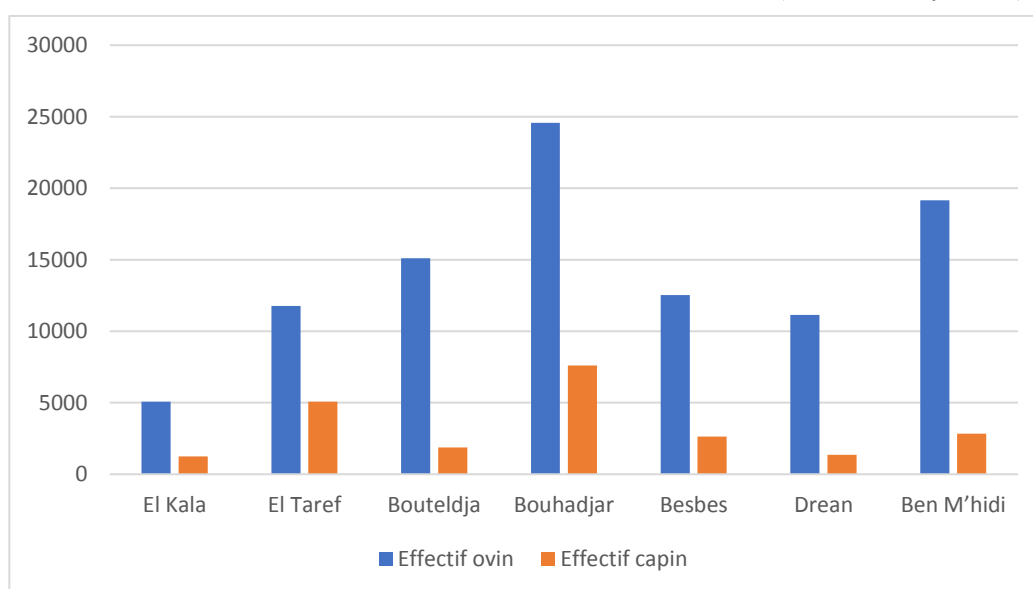
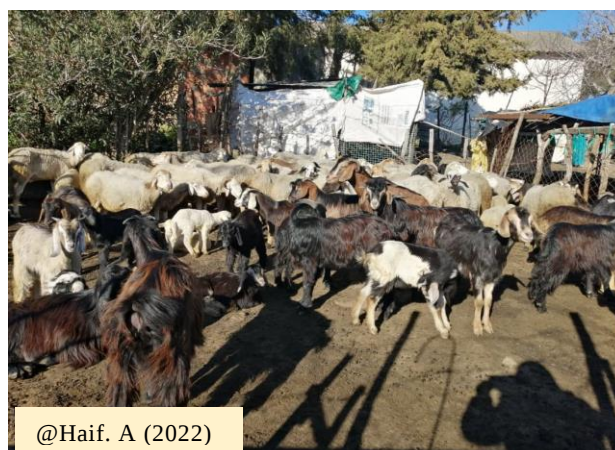


Figure 50 : Répartition des effectifs des ovins et des caprins dans les différentes daïras de la wilaya.



@Haif. A (2022)

Figure 51 : Élevage mixte ovin/caprin



@Haif. A (2022)

Figure 52 : Élevage mixte ovin/caprin



Figure 53 : Pâturage libre des ovins



Figure 54 : Troupeaux caprins

2.2 Les variables d'état

2.2.1 La taille moyenne des troupeaux

Un effectif total de 3516 individus est dénombré à partir de 69 troupeaux repartis sur l'ensemble des sept daïras. Le nombre de troupeaux enquêté est de 35, 10 et 24 respectivement pour les troupeaux d'ovins, les troupeaux de caprins et les troupeaux mixtes.

La taille moyenne (nombre moyen d'animaux) des troupeaux de la zone d'étude a été de $50,96 \pm 32,06$ têtes. Sur l'ensemble des 69 troupeaux visités, les effectifs ont varié entre 14 et 163 têtes.

En analysant le tableau 24, on remarque que la taille des troupeaux mixtes (ovin/ caprin) est plus grande aux autres types d'élevages (ovins ou caprins exclusivement).

La taille moyenne du troupeau selon le type d'élevage ovin, caprin et mixte sont respectivement $39,51 \pm 27,38$; $58,80 \pm 41,26$ et $64,38 \pm 29,15$ têtes par troupeau.

Une différence significative entre les types d'élevages ($P < 0,05$) a été révélé par le test de Kruskal-Wallis.

Tableau 24 : Taille moyenne des troupeaux de petits ruminants enquêtés (nombre de têtes d'animal)

	Nombre de Troupeaux	Proportion de Troupeaux	Moyenne $\pm$ Et	Effectif total
Élevage ovin	35	50,72	$39,51 \pm 27,38$	1383
Élevage caprin	10	14,49	$58,80 \pm 41,26$	588
Élevage mixte	24	34,78	$64,38 \pm 29,15$	1545
Échantillon total	69	100	$50,96 \pm 32,06$	3516

2.2.2 Structure des troupeaux

2.2.2.1 Structure par sexe des troupeaux

La structure par sexe des troupeaux des petits ruminants de la zone d'étude a indiqué une très forte proportion de femelles de l'ordre de 76,36% femelles dont 23,83% mâles.

La figure 55 présente la structure par sexe des différents types de troupeaux visités. La proportion des femelles a été similaire dans les différents types d'élevages ($P < 0,05$) avec le test de Fisher.

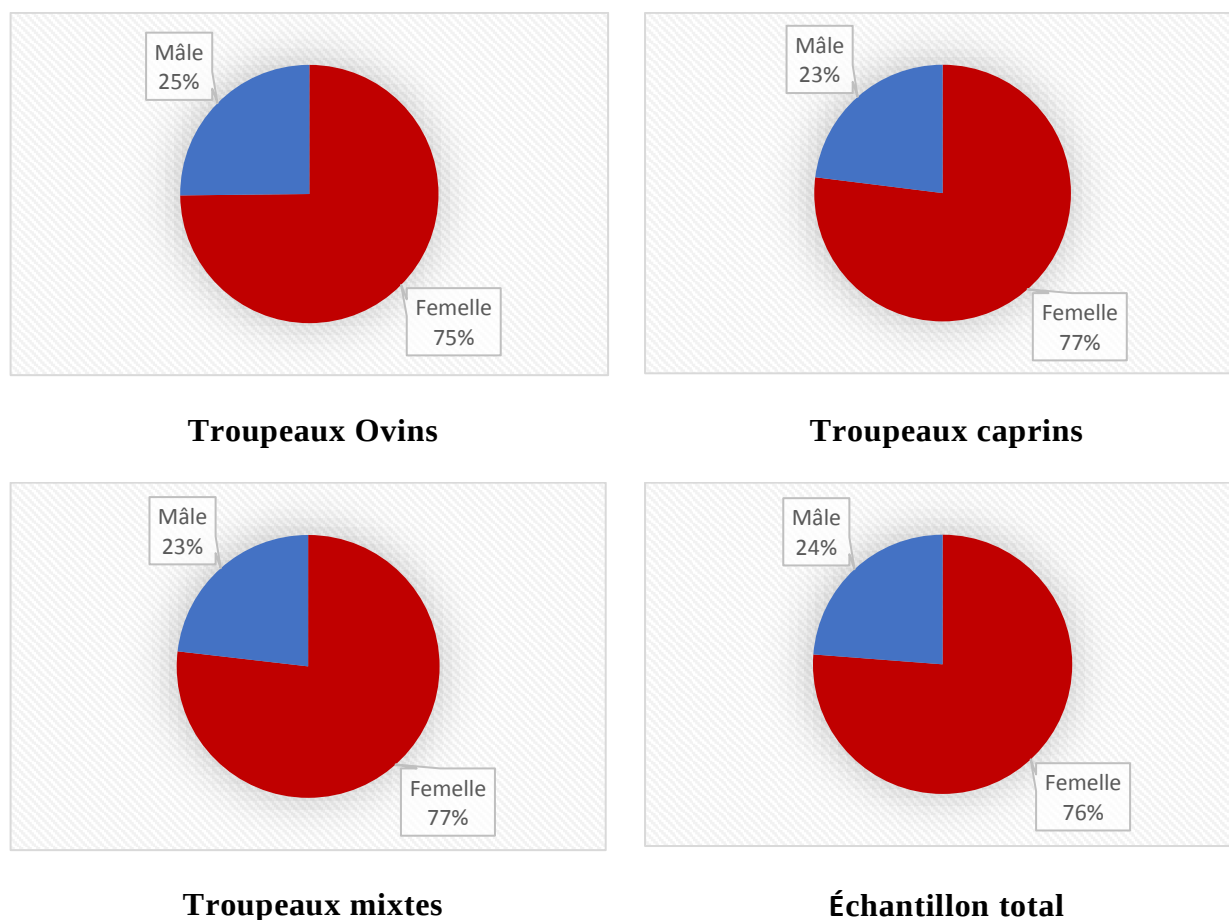


Figure 55 : Structure par sexe des troupeaux

2.2.2.2 Structure par classe d'âge des troupeaux

Dans la zone d'étude, la classe d'âge des juvéniles (0 - 1 an) représentent 34% pendant que les adultes (≥ 1 ans) représentent 66%. Les résultats de la répartition par classe d'âge des différents types de troupeaux étudiés sont donnés dans la figure 56. On a dénombré une grande proportion des adultes dans les différents types d'élevages (Tableau 25). Le test de Fisher au seuil de 5% n'a montré aucune différence significative ($P < 0,05$) entre les différents types d'élevages.

Tableau 25 : Structure sexe-âge des troupeaux enquêtés

	Mâles adultes (>1an)	Femelles adultes (>1an)	Jeunes mâles (≤1 an)	Jeunes femelles (≤1an)	Total
	(M±ET)	(M±ET)	(M±ET)	(M±ET)	(M±ET)
Élevage ovin	3,66±3,71	21,40±15,25	5,89±6,60	08,17±05	39,51±27,38
Élevage caprin	05±2,98	34,6±26,00	09±9,39	12,20±6,44	58,80±41,26
Élevage mixte	6,29±4,10	37,92±16,80	8,63±5,01	11,64±6,20	64,38±29,15
Échantillon total	4,77±3,90	29,06±19,07	7,29±6,15	9 ,93±6,73	50,96±32,06

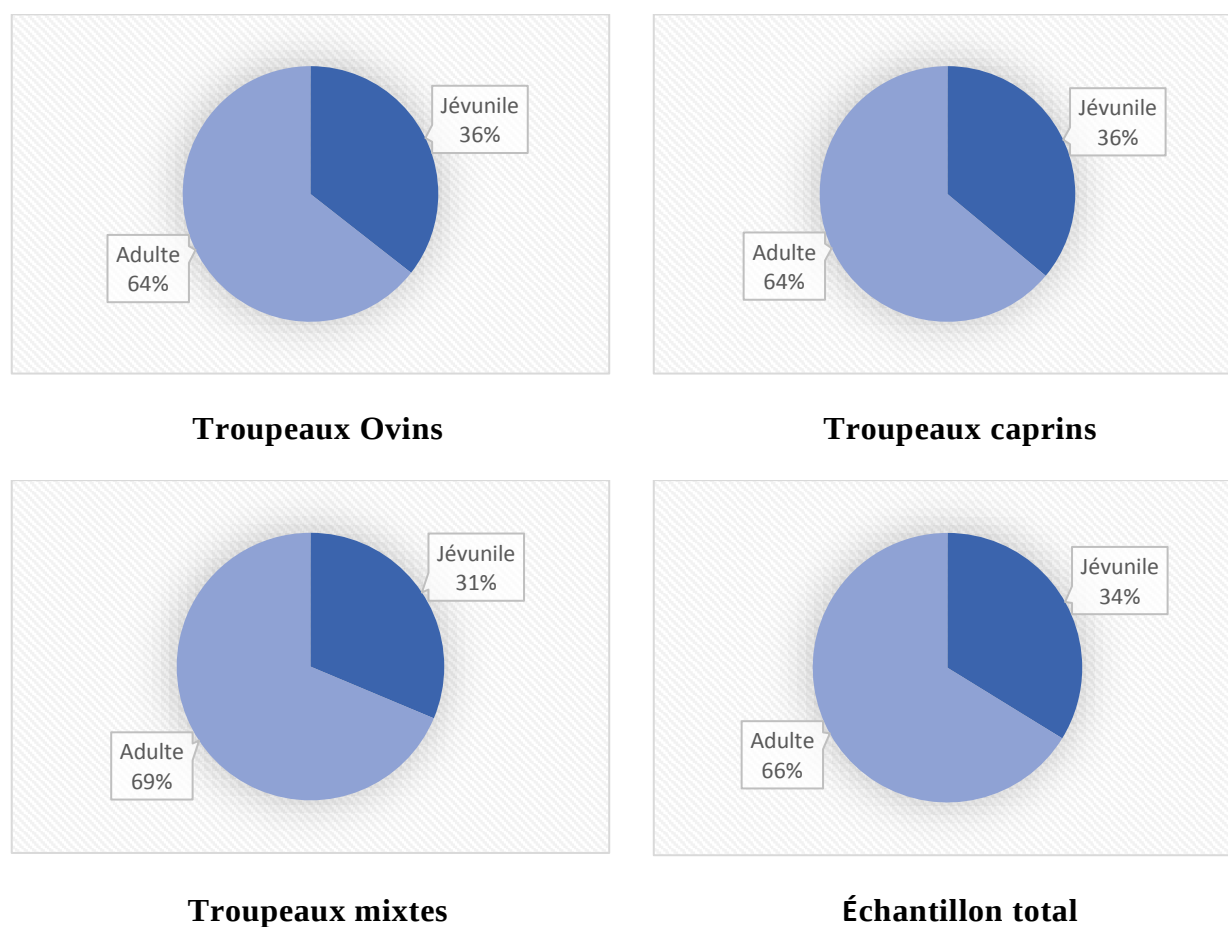


Figure 56 : Structure par catégorie d'âge des animaux

2.3 Les taux démographiques annuels

2.3.1 Taux de mise bas

Les taux de mise bas dans les troupeaux des petits ruminants enquêtés sont présentés dans le tableau 26. Les taux de mise bas moyens enregistrés pour les troupeaux de l'échantillon sont : $67,76 \pm 22,24$; $62,16 \pm 13,34$; $56,78 \pm 15,05$ et $63,13 \pm 19,31$ respectivement pour les troupeaux ovins, caprins, mixte et l'échantillon total étudié (Tableau 26). Le test de Fisher n'a pas relevé de différence significative entre les types d'élevages ($P < 0,05$).

2.3.2 Taux de prolificité

Les taux de prolificité de différents types d'élevages visités sont respectivement de $113,39 \pm 26,12$; $126,3 \pm 9,80$; $113,32 \pm 13,44$ et $129,59 \pm 12,36$ pour les troupeaux ovins, caprins, mixte et l'échantillon total étudié. Le test de Fisher n'a pas relevé de différence significative entre les types d'élevages ($P < 0,05$).

2.3.3 Taux de fécondité

Les taux de fécondité de différents types d'élevages visités sont respectivement de $74,85 \pm 22,37$; $73,04 \pm 18,72$; $63,74 \pm 16,60$ et $80,14 \pm 74,94$ pour les troupeaux ovins, caprins, mixte et l'échantillon total étudié. Le test de Fisher n'a pas relevé de différence significative entre les types d'élevages ($P < 0,05$).

2.3.4 Taux d'avortement

Les taux d'avortement moyens enregistrés sont : $7,31 \pm 8,65$; $6,76 \pm 8,55$; $3,86 \pm 5,31$ et $6,03 \pm 7,69$ respectivement pour les troupeaux ovins, caprins, mixte et l'échantillon total. Le test de Fisher n'a pas relevé de différence significative entre les types d'élevages ($P < 0,05$).

2.3.5 Taux de mortinatalité

De manière globale, les taux de mortinatalité enregistrés dans cette enquête pour les différents types d'élevages sont respectivement : $6,68 \pm 10,92$; $5,77 \pm 6,99$; $5,61 \pm 9,66$ et $6,18 \pm 9,89$ pour les ovins, caprins, les troupeaux mixtes et l'échantillon total (tableau 25). Le test de Fisher n'a pas relevé de différence significative entre les types d'élevages ($P < 0,05$).

2.3.6 Taux de femelles à la naissance

Concernant le taux de femelle à la naissance, les moyens enregistrés pour les troupeaux ovins, caprins, les troupeaux mixtes et l'échantillon total sont respectivement ; $54,13 \pm 17,94$; $50,42 \pm 14,89$; $57,39 \pm 13,34$ et $54,87 \pm 15,59$. Le test de Fisher n'a pas relevé de différence significative entre les types d'élevages ($P < 0,05$).

2.3.7 Taux de mort naturelle

Pour l'ensemble des troupeaux, le taux de mortalité dans les troupeaux des petits ruminants dans la zone d'étude est de $5,93 \pm 15,11$; $2,06 \pm 2,93$; $2,76 \pm 4,14$ et $4,27 \pm 11,14$ respectivement pour les ovins, caprins, les troupeaux mixtes et l'échantillon total (tableau 25). Le test de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$) n'a pas relevé de différence significative entre les types d'élevage.

2.4 Les taux de gestion

2.4.1 Taux d'exploitation

Le tableau 27 présente les taux d'exploitation, pour tous les âges et sexes confondus, dans les différents types d'élevages étudiés. Les taux moyens enregistrés pour les troupeaux ovins, caprins, mixtes pour le total des troupeaux échantillonnés sont respectivement $15,16 \pm 14,42$; $12,55 \pm 10,43$; $12,14 \pm 09,05$ et $13,73 \pm 12,18$. Le test statistique de Kruskal-Wallis n'a relevé aucune différence significative entre les types d'élevages ($P > 0,05$).

Les fréquences des différentes modalités de sorties d'animaux du troupeau pendant les 12 derniers mois sont illustrées sur la figure 57. Ces événements de sortie sont constitués par les morts naturelles, les abattages ordinaires ou d'urgences, les ventes d'animaux les dons.

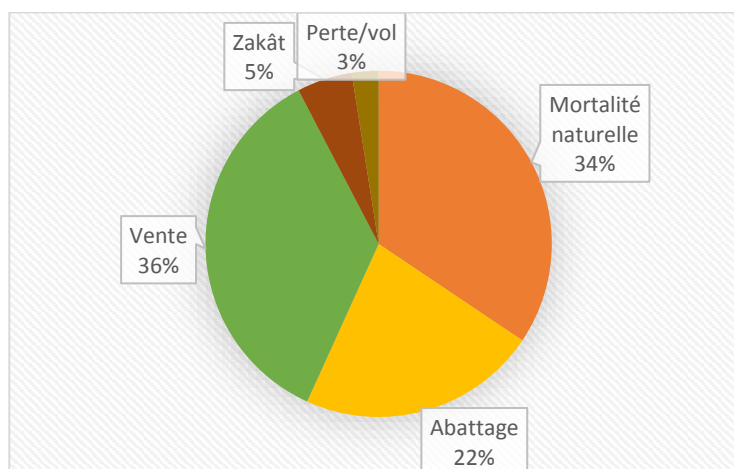


Figure 57 : Les modes de sorties des animaux du troupeau

2.4.2 Taux d'importation

Pour le taux d'entrée, pour tous les âges et sexes confondus, les taux d'importation globales enregistrés sont respectivement $44,43 \pm 22,24$; $45,48 \pm 13,48$; $36,25 \pm 6,83$ et $41,74 \pm 17,43$ pour les troupeaux ovins, caprins, mixtes pour le total des troupeaux échantillonnés (Tableau 27). Le test statistique de Kruskal-Wallis n'a relevé aucune différence significative entre les types d'élevages ($P > 0,05$).

Les fréquences des différentes modalités d'entrées d'animaux dans les troupeaux pendant les 12 derniers mois sont illustrées sur la figure 58. Les entrées d'animaux dans le troupeau étaient constituées des achats, les naissances et des héritages ou dons.

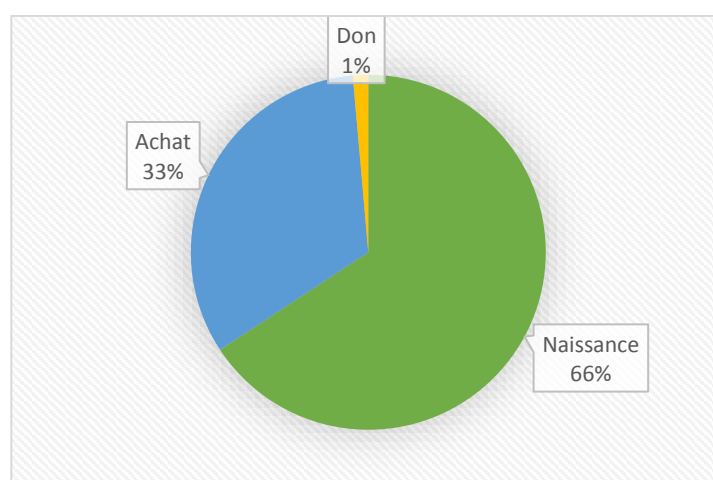


Figure 58 : Les modes d'entrées des animaux dans le troupeau

Tableau 26 : Paramètres de reproduction des petits ruminants dans les troupeaux enquêtés

	Élevage ovin	Élevage caprin	Élevage mixte	Echantillon total
Taux de mise bas	67,76±22,24	62,16±13,34	56,78±15,05	63,13±19,31
Taux de prolificité	113,39±26,12	126,3±9,80	113,32±13,44	129,59±12,36
Taux de fécondité	74,85±22,37	73,04±18,72	63,74±16,60	80,14±74,94
Taux de ♀ à la naissance	54,13±17,94	50,42±14,89	57,39±13,34	54,87±15,59
Taux d'avortement	7,31±8,65	6,76±8,55	3,86±5,31	6,03±7,69
Taux de mortinatalité	6,68±10,92	5,77±6,99	5,61±9,66	6,18±9,89
Taux de mort naturel	5,93±15,11	2,06±2,93	2,76±4,14	4,27±11,14

Tableau 27 : Taux d'exploitation et taux d'importation dans les élevages enquêtés

	Élevage ovin	Élevage caprin	Élevage mixte	Echantillon total
Taux d'exploitation	15,16±14,42	12,55±10,43	12,14±09,05	13,73±12,18
Taux d'importation	44,43±22,24	45,48±13,48	36,25±6,83	41,74±17,43

3. Discussion

La présente étude a porté sur les paramètres démographiques des troupeaux des petits ruminants dans la région d'extrême nord-est algérien. Elle nous a permis, dans un premier temps, d'apprécier les caractéristiques des troupeaux ovin /caprin des élevages traditionnels (taille moyenne des troupeaux, structure par sexe et par classe d'âge). Dans un second temps, nous avons estimé les paramètres démographiques de base (taux de reproduction et de mortalité) et de gestion (taux d'exploitation et d'importation).

En réalité, le choix de l'espèce à élever est principalement lié au type de conduite du troupeau (selon la préférence de l'éleveur), aux difficultés du terrain et aux exigences des animaux. L'élevage caprin accompagne souvent l'espèce ovine (**Madani et al., 2003 ; Kadi et al., 2013**). Cette mixture est à raison peut être de la ressemblance des régimes alimentaires des deux espèces. Aussi, les caprins jouent un rôle de guide pour l'ensemble du troupeau (**Khelifi, 1997**), et ils sont considérés comme plus rustiques et dotés d'une meilleure adaptation.

Selon **Corniaux et al. (2012)**, la structure des troupeaux est un indicateur pertinent pour étudier leur dynamique. Elle dévoile le potentiel de l'outil de production. Un pourcentage élevé de jeunes femelles reproductrices est par exemple un gage de vitalité d'un troupeau.

Dans cette étude, la taille moyenne des troupeaux (50,69 têtes) est comparable à celle observée par **Kadi et al. (2017)** à Bechar et **Saidani et al. (2019)** en Kabylie mais largement supérieure à celle observée par **Boubekeur et Benyoucef. (2013)**, dans l'oasis de Tillouline, sud-ouest algérien où les élevages de petits ruminants sont de petits troupeaux familiaux mixtes (3 à 10 têtes d'ovin et caprin).

D'autres part, Les troupeaux enquêtés sont caractérisés par un nombre élevé de femelles (76% du troupeau). Les femelles sont conservées pour la reproduction tandis que les mâles sont exploités très tôt. Le maintien d'un nombre élevé de femelles dans les troupeaux est nourri par le souci des éleveurs de conserver les reproductrices afin d'assurer une reproductibilité continue du troupeau (**Bamba et al., 2020**). Ces résultats corroborent ceux rapportés par **Kadi et al. (2013) ; Saidani et al. (2019)** et **Lakhdar et al. (2020)**. Aussi, la surexploitation des jeunes mâles explique la faible présence des mâles adultes qui ne sont maintenus au sein du troupeau qu'à des fins de reproduction.

Concernant la reproduction, les élevages enquêtés sont également caractérisés par un faible taux de mise bas, prolificité et fécondité.

En termes de prolificité et de fécondité chez les brebis, les taux rapportés dans cette étude (113,39 et 74,85% respectivement) sont inférieurs aux résultats de **Dekhili et Aggoun (2007)** qui ont enregistré un taux de prolificité et fécondité de 109% et 123% pour la brebis de race Ouled-Djellal dans les régions Nord et Sud de Sétif. De même, le taux de prolificité obtenus dans notre étude est inférieur à la moyenne la race D'man qui est caractérisée par des aptitudes reproductives exceptionnelles telles que la prolificité élevée (200%) (**Djaout et al., 2017**). Selon **Niar (2001)**, la race Rembi se caractérise par une fécondité de 90% et une prolificité de 110%.

Les troupeaux ovins étudiés présentent prolificité (113%) proche de celle annoncée par **Kerbaa (1978)** soit 126% ; **Chellig (1992)** soit 110% ; **Dekhili (2004)** soit 110 à 130 %. Mais largement inférieur de celle annoncée par **Korteby et al. (2017)** soit (143%). La fécondité trouvée (74,85%) est inférieure à l'intervalle de variation de 93% et 128%, annoncé par **Kerbaa 1978 ; Chellig, 1992 ; Dekhili, 2004 et Korteby et al., 2017**.

Chez les caprins, les taux de prolificité, d'avortement et de mortalité enregistrés dans notre étude étaient respectivement de : 126,3% ; 6,76% et 2,06%. Ces valeurs sont inférieures par rapport aux performances de reproduction de la chèvre dans la région de Biskra et Ouargla annoncés par **Djouza et Chehma (2018)** où le taux de prolificité, d'avortement et de mortalité étaient respectivement : 12,38%, 136,09%, 11.29% et 18.69%. Par contre, le taux de fécondité enregistré dans notre enquête est supérieur à celui décrit par ces derniers auteurs.

Les taux de mise bas observés (56 % et 68 % chez les différents types d'élevage) dans notre étude sont inférieurs aux 83% obtenus par **Diawara et al. (2017)** au Mali et **Corniaux et al. (2012)** au Niger. Aussi, ils sont inférieurs aux taux obtenus au Sénégal (115%) chez le mouton Djallonké élevé en Station (**Ndiaye, 2020**), au Nigeria (144% et 210%) respectivement chez le mouton Djallonké en milieu traditionnel et les caprins (**Abdou et al., 2021**).

Ces faibles performances de reproduction sont généralement la conséquence d'un grand écart entre les mises bas souvent dû à une alimentation déficitaire et des problèmes de santé. Également, le suivi sanitaire des animaux, leur alimentation, la conduite du troupeau, ainsi que la méthode de collecte de données (suivi de troupeaux) sont des facteurs de variation possible des différents taux obtenus.

En outre, cette investigation a mis en évidence un taux de mortalité élevé (4,27%) surtout chez les juvéniles. Ce taux pourrait être lié au mode de gestion de l'élevage et aux conditions difficiles auxquelles sont soumis les animaux (une alimentation et un abreuvement insuffisants, les fortes chaleurs et les maladies. En effet, la mortalité surtout des jeunes de moins d'un an et les avortements constituent d'importantes contraintes de l'élevage la conduite d'élevage des petits ruminants dans la région d'étude.

D'autre part, l'étude a mis en exergue l'importance de la vente et l'achat d'animaux sur pied dans l'économie des exploitations rurales. Si la vente génère des revenus immédiats, l'achat de femelles peut être considéré comme un investissement et une épargne. Les élevages suivis étant de type naisseur, les mâles sont vendus très tôt alors que les femelles sont gardées pour la reproduction.

En effet, les éleveurs vendent les animaux adultes, surtout les mâles et certaines femelles moins désirées (âge avancé, couleur de robe non désirée) pour subvenir aux besoins alimentaires, sanitaires, sociaux (mariage, ...) de la famille et l'entretien du reste du troupeau, tel que cela a été reporté avant chez les petits ruminants dans les oasis de la région d'Adrar (**Boubekeur et Benyoucef, 2013**).

Les entrées sont principalement constituées par ordre d'importance des achats d'animaux, des héritages et/ou des dons. Les fortes proportions des achats d'animaux par rapport aux autres modes d'entrée d'animaux dans le troupeau en dehors des naissances témoignent de la place importante de l'élevage des petits ruminants qui se pratique par tradition et pour une garantie financière pour ces éleveurs (**Aabdou et al., 2021**). Elles permettent aussi de maintenir la taille du troupeau relativement constante.

Cette étude transversale rétrospective donne un aperçu des performances et de la gestion des petits ruminants dans les élevages traditionnels dans la région d'étude. Un suivi longitudinal des troupeaux dans la zone apporterait de la précision dans les informations en prenant en compte la temporalité. Ainsi, il serait possible par exemple de situer la période de vulnérabilité des animaux où les mortalités prédominent.

4. Conclusion

La présente étude a porté sur les paramètres démographiques des troupeaux petits ruminants des élevages de l'extrême nord est algérien.

Elle nous a permis, dans un premier temps, de caractériser les troupeaux ovins et caprins des élevages traditionnels (taille moyenne des troupeaux, structure par sexe et par classe d'âge). Dans un second temps, nous avons estimé les paramètres démographiques de base (taux de reproduction et de mortalité) et de gestion (taux d'exploitation et taux d'importation). Il ressort que les performances de reproduction des systèmes traditionnels sont faibles.

En guise de recommandations, à la suite de cette étude, la même enquête devrait être reconduite sur deux ou trois ans successifs auprès des mêmes éleveurs. Ceci permettrait de disposer de meilleures statistiques vues la variabilité interannuelle des paramètres mesurés.

En définitive, des investigations sur les préférences des éleveurs des différentes espèces utilisées ainsi que leurs connaissances en matière de gestion des ressources génétiques pourraient être utiles aux programmes d'amélioration et de valorisation des ressources génétiques animales de la zone d'étude.

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion et recommandations

L'objectif assigné à cette thèse est de contribuer à une meilleure connaissance et compréhension de l'épidémiologie des maladies abortives chez les petits ruminants dans la wilaya d'El-Tarf afin de mettre une stratégie pertinente de conservation et d'amélioration de ces animaux en Algérie.

De manière spécifique, il s'agit d'abord de procurer un état des lieux sur les prévalences des différentes étiologies des avortements chez les petits ruminants, puis de décrire la situation épidémiologique de la brucellose animale et humaine dans la région d'étude, ensuite d'évaluer les connaissances des éleveurs sur la brucellose animale et humaine, et leurs attitudes et pratiques de associés aux avortements chez les petits ruminants. En plus, de mettre en évidence les freins et les motivations de déclaration ou non des avortements par les éleveurs et les vétérinaires. Et en dernier, de décrire les caractéristiques démographiques des troupeaux ovins / caprins dans la zone d'étude.

La détection précoce des agents infectieux abortifs est indispensable pour éliminer les animaux infectés, mettre en place très vite les mesures prophylactiques efficaces afin d'éviter une flambée d'avortements susceptible d'engendrer de lourdes pertes économiques dans l'élevage.

En effet, l'absence de l'identification du cheptel est l'une des raisons de l'échec du plan de surveillance épidémiologique. La méconnaissance de l'effectif réel, la traçabilité des animaux et leurs mouvements, ainsi que leurs produits, engendre des problèmes de dépistage et de contrôle des maladies surveillées.

En outre, Le système de surveillance actuel de la brucellose en Algérie reste incapable de détecter tous les cas d'avortements brucelliques. Ainsi, malgré l'instauration d'un programme de lutte contre la maladie en Algérie depuis de nombreuses années, la brucellose reste présente avec un profil endémique.

En plus, Le faible niveau de connaissance et de conscience des éleveurs sur la brucellose constitue une barrière pour le bon fonctionnement de stratégie de lutte et d'éradication de la brucellose et la lutte contre les zoonoses abortives. Ainsi qu'une meilleure gestion et exploitation des ressources animales.

Toutefois, il convient de noter que ces travaux ne constituent qu'une modeste contribution à la connaissance sur l'épidémiologie des maladies abortives en Algérie. Il n'aurait certainement pas été possible d'atteindre les résultats souhaités sans la mise en œuvre d'une méthodologie de travail basée sur la collaboration volontaire de plusieurs acteurs impliqués dans la gestion de la santé humaine et vétérinaire et une coordination rigoureuse des activités au niveau du terrain. Nos recommandations visent à donner suite aux résultats obtenus. Ces recommandations s'adressent principalement aux décideurs politiques au niveau national et local, aux chercheurs et à leurs institutions, aux partenaires techniques et financiers ainsi qu'à toutes les personnes ou institutions impliquées dans la gestion de la santé humaine et animale.

Ces recommandations visent à améliorer davantage les connaissances et les moyens de contrôle concernant les maladies abortives chez les petits ruminants. Il s'agit de :

- ✓ Mettre en place un plan national d'identification et de traçabilité des petits ruminants et de leurs produits, ainsi qu'un système d'identification et d'enregistrement des exploitations en Algérie ;
- ✓ Stimuler la prise de conscience à tous les niveaux (Etats, institutions internationales et nationales, chercheurs, populations et autres parties prenantes) sur l'urgence et la nécessité de la prise en compte des maladies zoonotiques dans les programmes de recherches et d'en allouer les moyens ;
- ✓ Évaluer la prévalence réelle et l'impact économique et social des différentes maladies abortives chez les petits ruminants dans les différentes zones géographiques et les différents systèmes d'élevage, en particulier dans les zones de forte suspicion de leur présence ;
- ✓ Fournir des connaissances supplémentaires sur les souches circulantes de différents agents pathogènes, sur la distribution des maladies et sur les facteurs de risque associés pour la prise de mesures de prévention et de contrôle appropriés ;
- ✓ Orienter les recherches vers la connaissance et une meilleure maîtrise des facteurs de risque au sein des différents systèmes de production animale et au niveau des zones d'interface entre la faune sauvage et les animaux domestiques, les facteurs de risque

identifiés permettant de proposer des options de prévention ou de gestion visant à réduire la prévalence des zoonoses majeures ;

- ✓ Initier des enquêtes pour étudier les perceptions des éleveurs et acteurs concernés sur les facteurs d'amélioration possible des performances de reproduction et de production des petits ruminants et sur les aspects économiques du recours à l'insémination artificielle et la synchronisation de chaleurs ;
- ✓ Développer un réseau d'épidémiosurveillance efficace et coordonné des maladies zoonotiques dont les principaux acteurs seront les services vétérinaires et services de la santé publique, les agents de l'élevage et hospitaliers, les médecins et vétérinaires, les éleveurs et les représentants de la population, les laboratoires et l'Autorité compétente, ainsi que toutes autres parties prenantes ;
- ✓ Mettre en place des mécanismes de prévention (information, campagne de communication et de sensibilisation, visite sanitaire) et de contrôle efficient incluant des programmes de vaccination dans les zones fortement infectées et des mesures de dépistage et d'abattage sanitaire des animaux testés positifs (*test and slaughter*) ;
- ✓ Former et équiper les agents de la santé publique (médecins, infirmiers, laborantins, pharmaciens) au diagnostic et à la prise en charge des patients atteints de brucellose et / ou les autres zoonoses ;
- ✓ Favoriser la mise en place d'un cadre de concertation, d'échange d'informations et de transfert de compétences entre chercheurs et institutions en médecine humaine et en sciences animales dans le cadre d'une approche « *One Health* » ;
- ✓ À l'avenir, il est important d'envisager le développement de nouvelles procédures informatisées pour faciliter la collecte et l'entretien des performances et des informations sur les ressources génétiques animales en général et des petits ruminants en particulier.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

- [1]. Abd-Allah, S., Mohamed, M. I., Shoukry, M. M., Salman, F. M., & Rahman, A. E. (2019). Assessment of the traditional goat production systems in rural areas of the Nile Delta in Egypt. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0153-3>
- [2]. Abdelkadir, K., Khatima, A. O., & Djamel, K. (2017). Seroprevalence of chlamydial abortion and Q fever in ewes aborted in the North-West of Algeria. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 9(9), 246-249. <https://doi.org/10.5897/JVMAH2016.0474>
- [3]. Abdou, H. Y., Guiguigbaza-Kossigan, D. A. Y. O., Moumouni, I. S. S. A., & MARICHATOU, H. (2021). Paramètres démographiques des troupeaux ovins Peulhs du Niger. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(4), 694-704. Disponible sur : https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/1065
- [4]. Abernethy, D. A., Moscard-Costello, J., Dickson, E., Harwood, R., Burns, K., McKillop, E., ... & Pfeiffer, D. U. (2011). Epidemiology and management of a bovine brucellosis cluster in Northern Ireland. *Preventive veterinary medicine*, 98(4), 223-229. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.11.002>
- [5]. Acha, P. and Szyfres, B. (2005). Zoonoses et maladies transmissibles à l'homme et aux animaux. 3ème édition. OIE, 2005, 693 p.
- [6]. Addebbous, A., Adarmouch, L., Tali, A., Laboudi, M., Amine, M., Aajly, L., ... & Zougaghi, L. (2012). IgG anti-Toxoplasma antibodies among asymptomatic HIV-infected patients in Marrakesh-Morocco. *Acta tropica*, 123(1), 49-52. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.02.070>
- [7]. Adlam, G. H. (2011). The eradication of bovine brucellosis in New Zealand: History and objectives. *New Zealand Veterinary Journal*, 26(3), 42-43. <https://doi.org/10.1080/00480169.1978.34492>
- [8]. Adugna, S. (2017). A Review of Bovine Leptospirosis. *European Journal of Applied Sciences*, 8 (6), pp. 347-355. <https://doi.org/10.5829/idosi.ejas.2016.347.355>
- [9]. Aggad, H. (2003). Serological studies of animal brucellosis in Algeria. *Assiut Vet. Med. J*, 49(98), 121-130.
- [10]. Aggad, H., & Boukraa, L. (2006). Prevalence of bovine and human brucellosis in western Algeria: comparison of screening tests. *EMHJ-Eastern Mediterranean Health Journal*, 12 (1-2), 119-128, 2006.

- [11].Aguiar, D. M. D., Cavalcante, G. T., Labruna, M. B., Vasconcellos, S. A., Rodrigues, A. A. R., Morais, Z. M. D., ... & Gennari, S. M. (2022). Risk factors and seroprevalence of *Brucella* spp. in cattle from western Amazon, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 74, 301-305. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v74p3012007>
- [12].Ahmed, H., Malik, A., Arshad, M., Mustafa, I., Khan, M. R., Afzal, M. S., ... &Simsek, S. (2016). Seroprevalence and spatial distribution of toxoplasmosis in sheep and goats in North-Eastern Region of Pakistan. *The Korean journal of parasitology*, 54(4), 439. <https://doi.org/10.3347/kjp.2016.54.4.439>
- [13].Aiello, S. E., Moses, M. A., & Allen, D. G. (Eds.). (2016). *The Merck veterinary manual* (p. 3325). White Station, NJ, USA: Merck & Company, Incorporated.
- [14].AitIssad, A., Abdelouahed, K., Bekhouche, S., Boubeuker, R., Adjmi, H. H., Ouchene-Khelifi, N. A., &Khelef, D. (2020). Molecular detection of the B1 gene of *Toxoplasma gondii* in blood samples of female sheep and goats in Tebessa, northeastern Algeria. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 72, 101530.<https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020.101530>
- [15].Aitken, I. D., & Longbottom, D. (2007). Chlamydial abortion. *Diseases of sheep*, 4(16), 105-112. <https://doi.org/10.1002/9780470753316.ch16>
- [16].Akakpo, A. J., Têko-Agbo, A., & Koné, P. (2009, February). L’impact de la brucellose sur l’économie et la santé publique en Afrique. In *Conf. OIE* (Vol. 2009, pp. 71-84).
- [17].Alary, V., & Boutonnet, J. P. (2006). L’élevage ovin dans l’économie des pays du Maghreb: un secteur en pleine évolution. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 17(1), 40-46.
- [18].Al-Dabagh, I. I., Jasim, B. M., & Jarjees, M. T. (2014). Seroprevalence of antibodies to toxoplasmosis, brucellosis and chlamydiosis in abortive sheep in Nineveh governorate, Iraq. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 28(1), 21-25.<https://doi.org/10.33899/ijvs.2014.89467>
- [19].Alexis, S., Periacarpin, F., Jackson, F., & Boval, M. (2014). Mixed grazing systems of goats with cattle in tropical conditions: an alternative to improving animal production in the pasture. *Animal*, 8(8), 1282-1289. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001542>
- [20].Al-Griw, H. H., Krim, E. S., Farhat, M. E., Perrett, L. L., & Whatmore, A. M. (2017). Evidence of ongoing brucellosis in livestock animals in North West Libya. *Journal of epidemiology and global health*, 7(4), 285-288.

- [21].Al-Qudah, K. M., Sharif, L. A., Raouf, R. Y., Hailat, N. Q., & Al-Domy, F. M. (2004). Seroprevalence of antibodies to Chlamydia abortus shown in Awassi sheep and local goats in Jordan. *VeterinarniMedicina*, 49(12), 460.<https://doi.org/10.17221/5740-VETMED>
- [22].Al-Sekait, M. A. (2000). Epidemiology of brucellosis in Al medina region, Saudi Arabia. *Journal of family & community medicine*, 7(1), 47. Accessible En ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3439737/>
- [23].Al-Shamahy, H. A., Whitty, C. J. M., & Wright, S. G. (2000). Risk factors for human brucellosis in Yemen: a case control study. *Epidemiology & Infection*, 125(2), 309-313. <https://doi.org/10.1017/S0950268899004458>
- [24].Alton, G. G., Jones, L. M., Angus, R. D., & Verger, J. M. (1988). *Techniques for the brucellosis laboratory*. Institut National de la recherche Agronomique (INRA). <http://hdl.handle.net/102.100.100/263389?index=1>
- [25].Amiar, S. (2016). Etude de la synthèse des précurseurs majeurs à la synthèse des lipides membranaires: l'acide lysophosphatidique et l'acide phosphatidique chez Toxoplasma gondii (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).Disponible sur:<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01458347>
- [26].Ammam A., Belmamoun A.R., Grele K. (2018). Prevalence of Human Brucellosis in the Southern Zone of Sidi-Bel-Abbès, Algeria. *Archives of Clinical and Medical Case Reports*, 2(2):56-64. <https://doi.org/10.26502/acmcr.96550025>
- [27].Andersen, A.A. (2004). Chlamydiosis. In: Coetzer JAW, Tustin RC (eds) *Infectious Diseases of Livestock*. Oxford, Oxford University Press, pp. 550-564.
- [28].Anses. (2020 avril). Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : Listeria monocytogenes. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2016SA0081Fi.pdf>
- [29].Apiwatnakorn, B., Bura, P., & Pasavorakul, O. Serological Study for Bluetongue in Thailand. *Bluetongue Disease in Southeast Asia and the Pacific*, 20.
- [30].Araj, G. F. (2010). Update on laboratory diagnosis of human brucellosis. *International journal of antimicrobial agents*, 36, S12-S17. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2010.06.014>
- [31].Arif, E. D., Saeed, N. M., & Rachid, S. K. (2020). Isolation and identification of Chlamydia abortus from aborted ewes in Sulaimani province, Northern Iraq. *Polish journal of microbiology*, 69(1), 65.<https://doi.org/10.33073/pjm-2020-009>

- [32].Arif, S., Thomson P.C., Hernandez-Jover M, McGill D.M., Warriach, H.M., Heller, J. (2017). Knowledge, attitudes and practices (KAP) relating to brucellosis in smallholder dairy farmers in two provinces in Pakistan. PLoS ONE 12(3): e0173365. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173365>
- [33].Arif, S., Thomson, P. C., Hernandez-Jover, M., McGill, D. M., Warriach, H. M., Hayat, K., & Heller, J. (2019). Bovine brucellosis in Pakistan; an analysis of engagement with risk factors in smallholder farmer settings. *Veterinary Medicine and Science*, 5(3), 390-401. <https://doi.org/10.1002/vms3.165>
- [34].Arquié, M. (2006). Investigation des causes abortives dans trois élevages ovins laitiers du bassin de Roquefort. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 121 p.
- [35].Arricau-Bouvery, N., & Rodolakis, A. (2005). Is Q fever an emerging or re-emerging zoonosis?. *Veterinary research*, 36(3), 327-349. <https://doi.org/10.1051/vetres:2005010>
- [36].Arricau-Bouvery, N., Souriau, A., Bodier, C., Dufour, P., Rousset, E., & Rodolakis, A. (2005). Effect of vaccination with phase I and phase II *Coxiella burnetii* vaccines in pregnant goats. *Vaccine*, 23(35), 4392-4402. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2005.04.010>
- [37].Arsevska, E., Lancelot, R., Mamy, E., Bezeid, A., & Cetre-Sossah, C. (2016). Situation épidémiologique de la fièvre de la Vallée du Rift en Afrique de l'Ouest et du Nord. Disponible sur : <https://agritrop.cirad.fr/580830/1/BEP-mg-BE74-art6.pdf>
- [38].Astobiza, I., Tilburg, J. J., Piñero, A., Hurtado, A., García-Pérez, A. L., Nabuurs-Franssen, M. H., & Klaassen, C. H. (2012). Genotyping of *Coxiella burnetii* from domestic ruminants in northern Spain. *BMC veterinary research*, 8(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-241>

B

- [39].Baazizi, R., Khelef, D., & Hussain, T. (2017). Peste des petits ruminants in Algeria: Viral circulation of PPRV between 2012 and 2015. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(5), 1522-1527. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175461>
- [40].Baca O. G. et Paretsky D. (1983). Q fever and *Coxiella burnetii*: a model for host-parasite interactions. *Microbiological reviews* 47(2): 127-149. Disponible sur: <https://journals.asm.org/doi/pdf/10.1128/MR.47.2.127-149.1983>
- [41].Bachir, P. M., Kechih, S., Berber, A., & Yamani, R. T. (2009). An Inquiry About Ruminants Epidemiologic Brucellosis in Some Algerian Departments. *Bulletin UASVM*, 66, 2. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:66:2:4243>

- [42].Baek, B. K., Lim, C. W., Rahman, M. S., Kim, C. H., Oluoch, A., & Kakoma, I. (2003). *Brucella abortus* infection in indigenous Korean dogs. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 67(4), 312. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC280718/pdf/20031000s00011p312.pdf>
- [43].Bakary, N., Nahé, D. M., Guiguigbaza-Kossigan, D., Diop Mamadou, D. M. V., & Mbacké, S. (2019). Dynamique des troupeaux de petits ruminants sahéliens dans les exploitations rurales au Sénégal. *European Scientific Journal*, 15(30), 183. .Disponible sur : [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n30p183](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n30p183)
- [44].Balzhan, A., Kenzhebek, M. Et Abzal, K. (2018). Prevention and control measures against listeriosis of sheep. *Вопросы науки и образования*, 39 (27), pp. 122-124. Disponible sur : <https://cyberleninka.ru/article/n/prevention-and-controlmeasures-against-listeriosis-of-sheep>
- [45].Bamba, L. K., Kouame, A. C., Kouadio, K. E., Kouadja, G. S., Assemien-Diarrassouba, O. S., & Kouassi, C. N. G. (2020). L'élevage ovin (*Ovis aries*) en Côte d'Ivoire : caractéristique démographique du cheptel des localités de Touba (Ouest), Korhogo (Nord) et de Bouaké (Centre). *Afrique Science*, 16(5), 8-16. Disponible sur : <http://www.afriquescience.net/PDF/16/5/2.pdf>
- [46].Banai, M. (2002). Control of small ruminant brucellosis by use of *Brucella melitensis* Rev. 1 vaccine: laboratory aspects and field observations. *Veterinary microbiology*, 90(1-4), 497-519. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00231-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00231-6)
- [47].Baraka, F., Kandouci, C., Taibi, Z., Mansour, F., Derraz, N. F. T., & Kandouci, B. A. (2016). Évaluation de la brucellose d'origine professionnelle sur les cinq dernières années dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 77(3), 543-544. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2016.03.436>
- [48].Bareille, S., Blain, S., Leterrier, B. (2013). Mesures de maîtrise dans les élevages de petits ruminants confrontés à des avortements. *Bulletin des GTV*, 1 (Horssérie 2013), pp. 117-130.
- [49].Bat-Erdene, D., Chuang, Y. C., & Chuang, K. Y. (2019). Brucellosis knowledge and preventive practices among herders in Western Mongolia. *Zoonoses and public health*, 66(1), 133-139. <https://doi.org/10.1111/zph.12545>
- [50].Baum, J., Papenfuss, A. T., Baum, B., Speed, T. P., & Cowman, A. F. (2006). Regulation of apicomplexan actin-based motility. *Nature Reviews Microbiology*, 4(8), 621-628. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1465>

- [51].Bekele, T., &Kasali, O. B. (1989). Toxoplasmosis in sheep, goats and cattle in central Ethiopia. *Veterinary Research Communications*, 13(5), 371-375.<https://doi.org/10.1007/BF00346069>.
- [52].Bendali, F., David, V., & Leclerc, M. C. (2011). La gestion sanitaire du troupeau. *Institut de l'Elevage. Edition France Agricole*.
- [53].Bénet, J.-J., Sanaa, M., Dufour, B. P. et Toma, B. (1993) « Méthodologie des enquêtes en épidémiologie animale », *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 46(3), p. 403-422. <https://doi.org/10.19182/remvt.9429>
- [54].Benhabyles, N., Benkirane, A., Boudilmi, B., Benchoulâ, S., & Bouayoun, H. (1992). Epidemiologie de la brucellose humaine et animale au Maghreb. *Prevention of Brucellosis in the Mediterranean countries*, 36. Accessible En ligne : <http://edepot.wur.nl/311570>
- [55].Benkirane, A., Essamkaoui, S., El Idrissi, A., Lucchese, L., & Natale, A. (2015). A sero-survey of major infectious causes of abortion in small ruminants in Morocco. *VeterinariaItaliana*, 51(1), 25-30.
- [56].Benkortbi, M. F., Ould-Metidji, S., & Rouis, B. O. (1992). Etude de 8 cas de brucellose aiguë familiale rapportés à la problématique algérienne. *Médecine et maladies infectieuses*, 22(11), 937-938. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(05\)80634-1](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(05)80634-1)
- [57].Benlakehal, A., Miroud, K., Djeghim, H., &Kaidi, R. (2019). Serological survey for anti-Toxoplasma gondii antibodies in sheep of northeastern Algeria. *Tropical animal health and production*, 51(8), 2227-2233.<https://doi.org/10.1007/s11250-019-01921-2>
- [58].Berche, P., Brisabois, A., Catteau, M., Flandrois, J. P., Labadie, J. C., Rocourt, J., ... & Vranckx, R. (2000). Rapport de la Commission d'étude des risques liés a. *Listeria monocytogenes*.
- [59].Bercovich, Z. (2000). The use of skin delayed-type hypersensitivity as an adjunct test to diagnose brucellosis in cattle: a review. *The Veterinary Quarterly*, 22(3), 123–30. <http://doi.org/10.1080/01652176.2000.9695040>
- [60].Berri, M., Laroucau, K., &Rodolakis, A. (2000). The detection of coxiella burnetii from ovine genital swabs, milk and fecal samples by the use of a single touchdown polymerase chain reaction. *Veterinary Microbiology*, 72(3-4), 285-293. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(99\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(99)00178-9)
- [61].Berri, M., Souriau, A., Crosby, M., Crochet, D., Lechopier, P., &Rodolakis, A. (2001). Relationships between the shedding of coxiella burnetii, Clinical Signs And Serological Responses Of 34 Sheep. *Veterinary Record*, 148(16), 502-505. <https://doi.org/10.1136/Vr.148.16.502>

- [62].Besier, S. (2018). Ovine campylobacteriosis (formerly ovine vibriosis).In : *agric.wa.gov.au*. Disponible à sur : <https://www.agric.wa.gov.au/livestock-biosecurity/ovine-campylobacteriosis-formerlyovine-vibriosis>
- [63].Bhattacharyya, S. (2019). A Socio-Demographic Study on Extent of Knowledge, Awareness, Attitude and Risks of Zoonotic Diseases among Livestock Owners in Singur, West Bengal.
- [64].Bielli, A., Pérez, R., Pedrana, G., Milton, J. T., Lopez, Á., Blackberry, M. A., ... & Martin, G. B. (2002). Low maternal nutrition during pregnancy reduces the number of Sertoli cells in the newborn lamb. *Reproduction, Fertility and Development*, 14(6), 333-337. <https://doi.org/10.1071/RD02046>
- [65].Bin Jahaluddin, M. H., Ridwan, Y., & Basri, C. (2020). Factors Associated with the Level of Knowledge of Dairy Cattle Farmers Towards Brucellosis in Kawasan Usaha Peternakan (Kunak), Bogor District. *Buletin Peternakan*, 44(3), 218-224. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v44i3.54390>
- [66].Black, M. W., & Boothroyd, J. C. (2000). Lytic cycle of *Toxoplasma gondii*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(3), 607-623. <https://doi.org/10.1128/MMBR.64.3.607-623.2000>
- [67].Black, R.d .,Mc Vey D.S et Oehme F.w. (1992) .Immunotoxicity in the bovine animal. review. *Veterinary and human toxicology*, 34(5),P438-441.
- [68].Blaser, M. J. (1998). Editorial Response: *Campylobacter fetus*: Emerging Infection and Model System for Bacterial Pathogenesis at Mucosal Surfaces. *Clinical infectious diseases*, 27(2), 256-258. Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/4460502>
- [69].Boarbi, S., Fretin, D., & Mori, M. (2016). *Coxiella burnetii*, agent de la fièvre Q. *Canadian Journal Of Microbiology*, 62(2), 102-122. <https://doi.org/10.1139/Cjm-2015-0551>
- [70].Bommana, S., & Polkinghorne, A. (2019). Mini review: antimicrobial control of chlamydial infections in animals: current practices and issues. *Frontiers in microbiology*, 10, 113. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00113>
- [71].Bonita, R., Beaglehole, R., Kjellström, T., & World Health Organization. (2010). *Éléments d'épidémiologie*. Genève: Organisation mondiale de la santé. Disponible sur: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44055/9789242547078_fre.pdf
- [72].Boothroyd, J. C. (2009). *Toxoplasma gondii*: 25 years and 25 major advances for the field. *International journal for parasitology*, 39(8), 935-946. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2009.02.003>

- [73].Borel, N., Frey, C. F., Gottstein, B., Hilbe, M., Pospischil, A., Franzoso, F. D., &Waldvogel, A. (2014). Laboratory diagnosis of ruminant abortion in Europe. *The Veterinary Journal*, 200(2), 218-229. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.03.015>
- [74].Boubekeur, A., & Benyoucef, M. T. (2012). L'élevage familial des petits ruminants dans les oasis de la région d'Adrar (Algérie) Family breeding of small ruminants in the oases of Adrar region, Algeria. Disponible sur : http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_27_systemes_A-Boubekeur.pdf
- [75].Boubekeur, A., & Benyoucef, M. T. (2013). Fonctionnement d'élevages des petits ruminants dans l'oasis de Tillouline, sud ouest algérien. *Options Méditerranéennes*, 397-401. Disponible sur : <https://om.ciheam.org/om/pdf/a123/00007923.pdf>
- [76].Bouزيد, R., Sellami, N. L., Benkhelil, A., Hocine, A., Ouzrout, R., & Touati, K. (2010). Primary disease dairy herds in North-Eastern Algeria. *African Journal of Agricultural Research*, 5(4), 316-321.
- [77].Breard, E., Hamblin, C., Hammoumi, S., Sailleau, C., Dauphin, G., &Zientara, S. (2004). The epidemiology and diagnosis of bluetongue with particular reference to Corsica. *Research in Veterinary Science*, 77(1), 1-8.
- [78].Broaddus, C. C., Lamm, C. G., Kapil, S., Dawson, L., & Holyoak, G. R. (2009). Bovine viral diarrhea virus abortion in goats housed with persistently infected cattle. *Veterinary Pathology*, 46(1), 45-53. <https://doi.org/10.1354/vp.46-1-45>
- [79].Bronner, A., Hénaux, V., Fortané, N., Hendrikx, P., & Calavas, D. (2014). Why do farmers and veterinarians not report all bovine abortions, as requested by the clinical brucellosis surveillance system in France?. *BMC veterinary research*, 10(1), 1-12. Disponible sur : <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-6148-10-93>
- [80].Brozos, C., Mavrogianni, V. S., & Fthenakis, G. C. (2011). Treatment and control of peri-parturient metabolic diseases: pregnancy toxemia, hypocalcemia, hypomagnesemia. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 27(1), 105-113. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.004>
- [81].Brugère-Picoux, J. (2011). Avortement enzootique. *Editions France Agricole. Maladies infectieuses du mouton. GFA Editions*, 25-30.
- [82].Bueno-Marí, R., Almeida, A., & Navarro, J. C. (2015). Emerging zoonoses: eco-epidemiology, involved mechanisms, and public health implications. *Frontiers in public health*, 3, 157.doi : <https://doi.org/10.3389/fpubh.2015.00157>

- [83].Burnet, F. M., et Freeman, M. (1937). Experimental Studies on the Virus of" Q" Fever. Medical Journal of Australia, 2, 299-305. <https://doi.org/10.1093/clinids/5.4.800>
- [84].Buxton, D., & Henderson, D. (1999). Infectious abortion in sheep. *In Practice*, 21(7), 360-368.
- [85].Buxton, D., Anderson, I. E., Longbottom, D., Livingstone, M., Wattegedera, S., &Entrican, G. (2002). Ovine chlamydial abortion: characterization of the inflammatory immune response in placental tissues. *Journal of Comparative Pathology*, 127(2-3), 133-141.<https://doi.org/10.1053/jcpa.2002.0573>

C

- [86].Cagiola, M., Severi, G., Forti, K., Menichelli, M., Papa, P., De Giuseppe, A., & Pasquali, P. (2007). Abortion due to Salmonella enterica serovar Abortusovis (S. Abortusovis) in ewes is associated to a lack of production of IFN- γ and can be prevented by immunization with inactivated S. Abortusovis vaccine. *Veterinary microbiology*, 121(3-4), 330-337. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.12.018>
- [87].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 (vétérinaires praticiens, DGS, laboratoires et SNGVT) (Doctoral dissertation).
- [88].Cárdenas, L., Peña, M., Melo, O., & Casal, J. (2019). Risk factors for new bovine brucellosis infections in Colombian herds. *BMC veterinary research*, 15(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1825-9>
- [89].Carmichael, L. E. & Bruner, D. W. (1968). "Characteristics of a newly-recognized species of *Brucella* responsible for infectious canine abortions." *The Cornell Veterinarian* 48(4): 579- 592
- [90].Caro, M. R., Buendia, A. J., Del Rio, L., Ortega, N., Gallego, M. C., Cuello, F., ... & Salinas, J. (2009). Chlamydophila abortus infection in the mouse: a useful model of the ovine disease. *Veterinary microbiology*, 135(1-2), 103-111. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.029>
- [91].Carruthers, V. B., & Sibley, L. D. (1997). Sequential protein secretion from three distinct organelles of Toxoplasma gondii accompanies invasion of human fibroblasts. *European journal of cell biology*, 73(2), 114-123. PMID: 9208224.

- [92].Celli, J., &Gorvel, J. P. (2004). Organelle robbery: Brucella interactions with the endoplasmic reticulum. *Current opinion in microbiology*, 7(1), 93-97.
- [93].CEPOQ : Centre d'expertise en production ovine du Québec. (2018). Fiches techniques : santé biodiversité, avortement, reproduction. <https://cepoq.com/fiches-techniques/#avortements>
- [94].Champion, J. Autef, P. Blisson, G. Gauthier, D. Lacz, D et De Cremoux, R. (2013). *La salmonellose abortive ovine*. Région Rhône-Alpes, Institut de l'Elevage, p5.
- [95].Chanton-Greutmann, H., Thoma, R., Corboz, L., Borel, N., & Pospischil, A. (2002). Abortion in small ruminants in Switzerland: investigations during two lambing seasons (1996-1998) with special regard to chlamydial abortions. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde*, 144(9), 483-492. <https://doi.org/10.1024/0036-7281.144.9.483>
- [96]. Chartier, C. (2014). Néosporose et toxoplasmose chez les ruminants domestiques: données actualisées. *Bulletin des GTV*, 11-20. Disponible sur:<https://hal.inrae.fr/hal-02634880>
- [97]. Chartier, C. (2018). *Pathologie caprine. Du diagnostic à la prévention*. 2. France : Les Editions du Point Vétérinaire. ISBN : 978-2863263761.
- [98]. Chellig, R. (1992). Algerian sheep breeds, Office of University Publications, Algeria.(Races ovines algériennes, Office des publications universitaires, Algérie).
- [99]. Cheong, H. C., Lee, C. Y. Q., Cheok, Y. Y., Tan, G. M. Y., Looi, C. Y., & Wong, W. F. (2019). Chlamydiaceae: diseases in primary hosts and zoonosis. *Microorganisms*, 7(5), 146. <https://www.mdpi.com/2076-2607/7/5/146>
- [100].Chermette, R., & Marquer, A. (2000). Neospora caninum: a new parasite?. Point Veterinaire (France). Disponible sur : <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2000003260>
- [101].Coelho, A. M., Coelho, A. C., Roboredo, M., & Rodrigues, J. (2007). A case-control study of risk factors for brucellosis seropositivity in Portuguese small ruminants' herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 82(3-4), 291-301. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.06.001>
- [102].Coelho, A., García-Díez, J., Góis, J., Rodrigues, J., & Coelho, A. (2019). Farm practices and risk factors which influence the high prevalence of brucellosis in small ruminant flocks in Northeast Portugal. *Vet Ital*, 55(4), 355-62. Disponible sur : https://www.izs.it/vet_italiana/2019/55_4/VetIt_1162_6419_2.pdf

- [103]. Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., & Grünberg, W. (2016). Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. Elsevier Health Sciences.
- [104]. Corbel, M. (2006). Brucellosis in humans and animals. Geneva Switzerland: World Health Organization
- [105]. Corniaux, C., Alary, V., & Cloarec, M. (2009). Poids de l'élevage dans l'économie monétaire des ménages et vulnérabilité des agro-éleveurs en zone" Office du Niger"(Mali). Institut de l'élevage. Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/552940/1/document_552940.pdf
- [106]. Corniaux, C., Lesnoff, M., Ickowicz, A., Hiernaux, P., Diawara, M. O., Sounon, A., ... & Chardonnet, F. (2012). Dynamique des cheptels de ruminants dans les communes de Tessékéré (Sénégal), Hombori (Mali), Dantiandou (Niger) et Djougou (Bénin): ANR ECLIS. Contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique de l'Ouest au sud du Sahara. LIVRABLE 3.1., TACHE ELEV. Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/572375/1/document_572375.pdf
- [107]. Cripps, P. J. (2000). Veterinary education, zoonoses and public health: a personal perspective. Acta tropica, 76(1), 77-80. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(00\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(00)00094-2)

D

- [108]. Dahmane, A., Boussena, S., Hafsi, F., & Ghalmi, F. (2020). Serological Survey and Associated Risk Factors on Infection in Goats in Mila District, Algeria. *Folia Veterinaria*, 64(1), 48-59. <https://doi.org/10.2478/fv-2020-0007>
- [109]. Dahmani, A., Harhoura, K., Aissi, M., Zenia, S., Hamriouri, B., Guechi, N., ... & Kadour, R. (2018). The zoonotic protozoan of sheep carcasses in the north of Algeria: A case of ovine toxoplasmosis. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 69(2), 1004-1012. <https://doi.org/10.12681/jhvms.18385>
- [110]. Dahmani, A., Lounes, N., Bouyoucef, A et Rahal, K. (2018). Étude sur la brucellose humaine dans la daïra d'Aziz (Algérie). *Épidémiol. et santé anim.* 73: 137-145
- [111]. Dalrymple, M. (1993). Model for assessing the risk of introducing brucellosis into a brucellosis-free area. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 12(4), 1175-1186. Disponible sur : <https://europepmc.org/article/med/8312619>

- [112]. Davidson, R. M. (2002). Control and eradication of animal diseases in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 50 (sup3), 6-12. <https://doi.org/10.1080/00480169.2002.36259>
- [113]. Davis, G. E., Cox, H. R., Parker, R. R., & Dyer, R. E. (1938). A filter-passing infectious agent isolated from ticks. *Public Health Rep*, 53(52), 2259-2311. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2110862/pdf/pubhealthreporig00995-0004.pdf>
- [114]. Davis, M. A., Hancock, D. D., Besser, T. E., Daniels, J. B., Baker, K. N., & Call, D. R. (2007). Antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* serovar Dublin isolates from beef and dairy sources. *Veterinary microbiology*, 119(2-4), 221-230. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.08.028>
- [115]. De Bolle, X., Crosson, S., Matroule, J. Y., & Letesson, J. J. (2015). *Brucella abortus* cell cycle and infection are coordinated. *Trends in microbiology*, 23(12), 812-821.
- [116]. De Crémoux, R., Corbière, F., Nouvel, X., Champion, J. L., Mondoly, P., Nouzières, S., ... & Berthelot, X. (2013). Démarche harmonisée de diagnostic différentiel des avortements chez les petits ruminants. *Bull. Group. Tech. Vet Hors Série*, 93-104.
- [117]. De Cremoux, R., Rousset, E., Touratier, A., Audusseau, G., Nicollet, P., Ribaud, D., ... & Le Pape, M. (2012). Assessment of vaccination by a phase I *Coxiella burnetii*-inactivated vaccine in goat herds in clinical Q fever situation. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 64(1), 104-106. <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2011.00892.x>
- [118]. De Nardi, M., Lamin Saleh, S. M., Batten, C., Oura, C., Di Nardo, A., & Rossi, D. (2012). First evidence of peste des petits ruminants (PPR) virus circulation in Algeria (Sahrawiterritories): outbreak investigation and virus lineage identification. *Transboundary and emerging diseases*, 59(3), 214-222. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2011.01260.x>
- [119]. Dean, A. S., Crump, L., Greter, H., Schelling, E., & Zinsstag, J. (2012). Global burden of human brucellosis: a systematic review of disease frequency. *PLoS neglected tropical diseases*, 6(10), e1865. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001865>
- [120]. Debache, K., Guionaud, C., Kropf, C., Boykin, D., Stephens, C. E., & Hemphill, A. (2011). Experimental treatment of *Neospora caninum*-infected mice with the arylimidamide DB750 and the thiazolide nitazoxanide. *Experimental parasitology*, 129(2), 95-100. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2011.07.010>

- [121]. Dechicha, A. S., Bachi, F., Gharbi, I., Gourbdji, E., Baazize-Amami, D., & Guetarni, D. (2015). Sero-epidemiological survey on toxoplasmosis in cattle, sheep and goats in Algeria. *African Journal of Agricultural Research*, 10(20), 2113-2119. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9575>
- [122]. Dehaba, R., and Labii, B. (2012). Plaidoyer pour un aménagement touristique en profondeur cas de la wilaya d'El Tarf. *Sciences & Technologie. D, Sciences de la terre*, 69-78.
- [123]. Deka, R. P., Magnusson, U., Grace, D., Shome, R., & Lindahl, J. F. (2020). Knowledge and practices of dairy farmers relating to brucellosis in urban, peri-urban and rural areas of Assam and Bihar, India. *Infection Ecology & Epidemiology*, 10(1), 1769531. <https://doi.org/10.1080/20008686.2020.1769531>
- [124]. Dekhili, M. (2004). Etude de la productivité d'un troupeau de brebis de race Ouled-Djellal. *Renc. Rech. Ruminants*, 11, 234.
- [125]. Dekhili, M., & Aggoun, A. (2007). Performances reproductives de brebis de race Ouled-Djellal, dans deux milieux contrastés. *Archivos de zootecnia*, 56(216), 963-966. Disponible sur : <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521620.pdf>
- [126]. DELM (Direction de l'Epidémiologie et de Lutte contre les Maladies). (2012). Bulletin épidémiologique. *Ministère de la Santé, Royaume du Maroc*. 2012 :16. Disponible sur : <https://www.sante.gov.ma/Documents/bulletin/BE%20edition%20complet.pdf>
- [127]. Denhadji, L . (2017). Surveillance Epidémiologique Des Principales Zoonoses Dans La Wilaya De Skikda, En vue de l'obtention du diplôme de Magister En sciences vétérinaires, Université des Frères Mentouri Constantine institut des sciences vétérinaires.
- [128]. Derdour, S. Y., Hafsi, F., Azzag, N., Tennah, S., Laamari, A., China, B., & Ghalmi, F. (2017). Prevalence of the main infectious causes of abortion in dairy cattle in Algeria. *Journal of Veterinary Research*, 61(3), 337-343. <http://dx.doi.org/10.1515/jvetres-2017-0044>
- [129]. Derouin, F., Pelloux, H., & ESCMID Study Group on Clinical Parasitology. (2008). Prevention of toxoplasmosis in transplant patients. *Clinical Microbiology and Infection*, 14(12), 1089-1101. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02091.x>
- [130]. Derrick, E. H. (1937). " Q " fever, a new fever entity: clinical features, diagnosis and laboratory investigation. *Medical Journal Of Australia*, 2(8). Disponible sur: <https://www.jstor.org/stable/4453131>
- [131]. DGPPS (Direction Générale de la Prévention et de la Promotion de la Santé). Circulaire n° 1 MSPRH/DGPPS du 05/01/2014 relative à la mise en œuvre des

- dispositions fixées dans l'Arrêté n°133/MSPRH/SG du 30/12/2013 modifiant et complétant la liste des maladies à déclaration obligatoire. Algérie, *Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière*. **2014**. 3p
- [132]. Dhama, K., Karthik, K., Tiwari, R., Shabbir, M. Z., Barbuddhe, S., Malik, S. V. S. Et Singh, R. K. (2015). Listeriosis in animals, its public health significance (food-borne zoonosis) and advances in diagnosis and control: a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 35 (4), pp. 211-235. <https://doi.org/10.1080/01652176.2015.1063023>
- [133]. Dhar, P., Sreenivasa, B. P., Barrett, T., Corteyn, M., Singh, R. P., & Bandyopadhyay, S. K. (2002). Recent epidemiology of peste des petits ruminants virus (PPRV). *Veterinary microbiology*, 88(2), 153-159. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00102-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00102-5)
- [134]. Diawara, M. O., Hiernaux, P., Mougin, E., Gangneron, F., & Soumaguel, N. (2017). Viabilité de l'élevage pastoral au Sahel: étude de quelques paramètres démographiques des élevages de Hombori (Mali). *Cahiers agricultures*, 26(4), 45006. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017039>
- [135]. Díaz, R., Casanova, A., Ariza, J., & Moriyon, I. (2011). The Rose Bengal Test in human brucellosis: a neglected test for the diagnosis of a neglected disease. *PLOS Neglected tropical diseases*, 5(4), e950. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000950>
- [136]. Díez, J. G., & Coelho, A. C. (2013). An evaluation of cattle farmers' knowledge of bovine brucellosis in northeast Portugal. *Journal of Infection and Public Health*, 6(5), 363-369. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2013.04.008>
- [137]. Dilbeck, P. M., & McElwain, T. F. (1994). Immunohistochemical detection of coxiella burnetii in formalin-fixed placenta. *Journal Of Veterinary Diagnostic Investigation*, 6(1), 125-127. Disponible Sur: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/104063879400600129>
- [138]. Djaout, A., Afri-Bouzebda, F., Chekal, F., El-Bouyahiaoui, R., Rabhi, A., Boubekour, A., ... & Gaouar, S. B. S. (2017). Etat de la biodiversité des «races» ovines algériennes. *Gen. Biodiv. J*, 1(1), 1-17. <https://doi.org/10.46325/gabj.v1i1.74>
- [139]. Djouza, L. (2018). Caractéristiques phénotypiques des races caprines élevées en région sahariennes, cas des régions d'Ouargla et Biskra. Thèse de doctorat : spécialité Elevage en zones arides. Université kasdi Merbah-Ouargla, p21,26,27
- [140]. Djouza, L., & Chehma, A. (2018). Production characteristics of Arabia goats in Biskra wilayah, Algeria. *Livestock Research for Rural Development*, 30(7). Disponible sur: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183184640>

- [141]. DJouza, L., & Chehma, A. (2019). Reproductive Performance of Arbia (ARABIA) Goat and Breeding Management in south-eastern Zone of Algeria. *Revue des bio ressources*, 9(1), 12-12. Disponible sur: <https://193.194.92.23/index.php/RBR/article/view/1430>
- [142]. Dordain-Bouesnard, C. (2001). Revue bibliographique et contribution à l'étude épidémiologique de la fièvre Q en région Rhône-Alpes (Doctoral dissertation). Disponible sur: <http://hdl.handle.net/10068/724116>
- [143]. Dorneles, E., Sriranganathan, N., & Lage, A. P. (2015). Recent advances in Brucella abortus vaccines. *Veterinary research*, 46(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13567-015-0199-7>
- [144]. Dromigny, E. (2011). *Les critères microbiologiques des denrées alimentaires: réglementation, agents microbiens, autocontrôle*. Lavoisier.
- [145]. Dubey, J. P. (1998). Advances in the life cycle of Toxoplasma gondii. *International journal for parasitology*, 28(7), 1019-1024. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(98\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(98)00023-X)
- [146]. Dubey, J. P. (1998a). Refinement of pepsin digestion method for isolation of Toxoplasma gondii from infected tissues. *Veterinary parasitology*, 74(1), 75-77. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00135-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00135-0)
- [147]. Dubey, J. P. (2000). The scientific basis for prevention of Toxoplasma gondii infection: studies on tissue cyst survival, risk factors and hygiene measures. In *Congenital toxoplasmosis* (pp. 271-275). Springer, Paris. https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0847-5_21
- [148]. Dubey, J. P. (2006). Comparative infectivity of oocysts and bradyzoites of Toxoplasma gondii for intermediate (mice) and definitive (cats) hosts. *Veterinary parasitology*, 140(1-2), 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.03.018>
- [149]. Dubey, J. P., Kotula, A. W., Sharar, A., Andrews, C. D., & Lindsay, D. S. (1990). Effect of high temperature on infectivity of Toxoplasma gondii tissue cysts in pork. *The Journal of parasitology*, 201-204. <https://doi.org/10.2307/3283016>
- [150]. Dubey, J. P., Lindsay, D. S., & Speer, C. (1998). Structures of Toxoplasma gondii tachyzoites, bradyzoites, and sporozoites and biology and development of tissue cysts. *Clinical microbiology reviews*, 11(2), 267-299. <https://doi.org/10.1128/CMR.11.2.267>
- [151]. Dubois, M. A. (2001). La fièvre de la vallée du Rift. *Pour la science*, (279), 21.

- [152]. Ducrotoy, M. J., Ammary, K., Ait Lbacha, H., Zouagui, Z., Mick, V., Prevost, L., ... & Benkirane, A. (2015). Narrative overview of animal and human brucellosis in Morocco: intensification of livestock production as a driver for emergence?. *Infectious diseases of poverty*, 4(1), 1-21. <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-015-0086-5>
- [153]. Dufour, B., & Hendrikx, P. (2011). Surveillance épidémiologique en santé animale. *Surveillance épidémiologique en santé animale*, 1-344.
- [154]. Duron, O., Sidi-Boumedine, K., Rousset, E., Moutailler, S., & Jourdain, E. (2015). The importance of ticks in Q fever transmission: what has (and has not) been demonstrated? . *Trends in parasitology*, 31(11), 536-552. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.06.014>
- [155]. Dzierszynski, F., Nishi, M., Ouko, L., & Roos, D. S. (2004). Dynamics of *Toxoplasma gondii* differentiation. *Eukaryotic cell*, 3(4), 992-1003. <https://doi.org/10.1128/EC.3.4.992-1003.2004>

E

- [156]. Earhart, K., Vafakolov, S., Yarmohamedova, N., Michael, A., Tjaden, J., & Soliman, A. (2009). Risk factors for brucellosis in Samarqand Oblast, Uzbekistan. *International journal of infectious diseases*, 13(6), 749-753. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2009.02.014>
- [157]. El Aid Kaaboub, N. O., Ouchene-Khelifi, N. A., & Khelef, D. (2019). Serological and histopathological investigation of brucellosis in cattle in Medea region, Northern Algeria. *Veterinary World*, 12(5), 713. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.713-718>
- [158]. Elandalousi, R. B., Ghram, A., Maaroufi, A., & Mnif, W. (2015). Séroprévalence des maladies abortives zoonotiques chez les ruminants au nord de la Tunisie. *Research fr*, 2, 1419.
- [159]. Elandalousi, R.B, Ghram, A, Maarouf A, Mnif, W. (2015). Séroprévalence des maladies abortives zoonotiques chez les ruminants au nord de la Tunisie.
- [160]. Elhaig, M. M., Selim, A., Mandour, A. S., Schulz, C., & Hoffmann, B. (2018). Prevalence and molecular characterization of peste des petits ruminants virus from Ismailia and Suez, Northeastern Egypt, 2014–2016. *Small ruminant research*, 169, 94-98. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.07.001>
- [161]. El-Nawawi, F. A., Tawfik, M. A., & Shaapan, R. M. (2008). Methods for inactivation of *Toxoplasma gondii* cysts in meat and tissues of experimentally infected sheep. *Foodborne Pathogens and Disease*, 5(5), 687-690. <https://doi.org/10.1089/fpd.2007.0060>

- [162]. Entrican, G., Wattegedera, S., Rocchi, M., & Wheelhouse, N. (2009). Pregnancy, indoleamine 2, 3-dioxygenase (IDO) and chlamydial abortion: an unresolved paradox. *Veterinary microbiology*, 135(1-2), 98-102. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.028>.
- [163]. Essi, M. J., & NJOYA, O. (2013). L'enquête CAP en recherche médicale. *Health sciences and Disease*, 14(2). Disponible sur: <http://hsd-fmsb.org/index.php/hsd/article/view/183>
- [164]. Everett, K. D. (2000). Chlamydia and Chlamydiales: more than meets the eye. *Veterinary microbiology*, 75(2), 109-126. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(00\)00213-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(00)00213-3)

F

- [165]. Facciola, A., Riso, R., Avventuroso, E., Visalli, G., Delia, S. A., & Laganà, P. (2017). Campylobacter: from microbiology to prevention. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 58(2), E79. PMID: PMC5584092
- [166]. Falenski, A., Mayer-Scholl, A., Filter, M., Göllner, C., Appel, B., & Nöckler, K. (2011). Survival of Brucella spp. in mineral water, milk and yogurt. *International Journal of Food Microbiology*, 145(1), 326-330. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.11.033>
- [167]. Faraz, A., Sami, W., abdullah Alqabbani, A. A., & AlMutairi, G. A. A. (2020). Assessment of Knowledge and Attitude of Population towards Brucellosis in the Riyadh Region, Saudi Arabia (2018-2019). *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 8(1), 195-200.
- [168]. Farber, J. M., & Peterkin, P. (1991). Listeria monocytogenes, a food-borne pathogen. *Microbiological reviews*, 55(3), 476-511. <https://doi.org/10.1128/mr.55.3.476-511.1991>
- [169]. Feknous, N., Hanon, J. B., Tignon, M., Khaled, H., Bouyoucef, A., & Cay, B. (2018). Seroprevalence of border disease virus and other pestiviruses in sheep in Algeria and associated risk factors. *BMC veterinary research*, 14(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1666-y>
- [170]. Fenwick, S. G., West, D. M., Hunter, J. E. B., Sargison, N. D., Ahmed, F., Lumsden, J. S., & Collett, M. G. (2000). Campylobacter fetus fetus abortions in vaccinated ewes. *New Zealand veterinary journal*, 48(5), 155-157. <https://doi.org/10.1080/00480169.2000.36184>

- [171]. Ferri, N., Ulisse, S., Aghini-Lombardi, F., Graziano, F. M., Di Mattia, T., Russo, F. P., ... & D'Armiento, M. (2003). Iodine supplementation restores fertility of sheep exposed to iodine deficiency. *Journal of Endocrinological Investigation*, 26(11), 1081-1087. <https://doi.org/10.1007/BF03345254>
- [172]. Foster, G., Osterman, B. S., Godfroid, J., Jacques, I., & Cloeckert, A. (2007). *Brucella ceti* sp. nov. and *Brucella pinnipedialis* sp. nov. for *Brucella* strains with cetaceans and seals as their preferred hosts. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 57(11), 2688-2693. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.65269-0>
- [173]. Franc, K. A., Krecek, R. C., Häsler, B. N., & Arenas-Gamboa, A. M. (2018). Brucellosis remains a neglected disease in the developing world: a call for interdisciplinary action. *BMC public health*, 18(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-5016-y>
- [174]. Francia, M. E., & Striepen, B. (2014). Cell division in apicomplexan parasites. *Nature Reviews Microbiology*, 12(2), 125-136. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3184>
- [175]. Francia, M. E., & Striepen, B. (2014). Cell division in apicomplexan parasites. *Nature Reviews Microbiology*, 12(2), 125-136. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3184>
- [176]. Franco, M. P., Mulder, M., Gilman, R. H., Smits, H. L. (2007). Human brucellosis. *The Lancet Infectious Diseases*, 7(12), 775–78
- [177]. Fritz, H. M., Bowyer, P. W., Bogyo, M., Conrad, P. A., & Boothroyd, J. C. (2012). Proteomic analysis of fractionated *Toxoplasma* oocysts reveals clues to their environmental resistance. *PloS one*, 7(1), e29955. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029955>

G

- [178]. Gabli, A., Agabou, A., & Gabli, Z. (2015). Brucellosis in nomadic pastoralists and their goats in two provinces of the eastern Algerian high plateaus. *Tropical animal health and production*, 47(6), 1043-1048. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0825-4>
- [179]. Gaffuri, A., Giacometti, M., Tranquillo, V. M., Magnino, S., Cordioli, P., & Lanfranchi, P. (2006). Serosurvey of roe deer, chamois and domestic sheep in the central Italian Alps. *Journal of Wildlife Diseases*, 42(3), 685-690.
- [180]. Ganter, M. (2014). Bluetongue disease—Global overview and future risks. *Small Ruminant Research*, 118(1-3), 79-85.

- [181]. Gard, J. (2016). Bovine genital campylobacteriosis-A review. *International Journal of Veterinary Science and Research*, 2(1), 029-031. <https://doi.org/10.17352/ijvsr.000011>
- [182]. Garin-Bastuji, B., & Millemann, Y. (2008). La brucellose. *Maladies des bovins. Institut de l'élevage. 4ème Edition, France Agricole*, 80-83.
- [183]. Gaston, R. M. V. (2017). Les Avortements. Centre d'Expertise En Production Ovine En Québec (CEPOQ). Webinaire Santé 2017. P2. Disponible sur : https://cepoq.com/wp-content/uploads/2019/06/webinaire_les-avortements_2017.pdf
- [184]. Gerber, A., Thoma, R., Vretou, E., Psarrou, E., Kaiser, C., Doherr, M. G., ... & Borel, N. (2007). Ovine Enzootic Abortion (OEA): a comparison of antibody responses in vaccinated and naturally-infected swiss sheep over a two year period. *BMC Veterinary Research*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-3-24>
- [185]. Getaneh, G., Mebrat, A., Wubie, A., & Kendie, H. (2016). Review on goat milk composition and its nutritive value. *J. Nutr. Health Sci*, 3(4), 401-410. <https://doi.org/10.15744/2393-9060.3.401>
- [186]. Gharbi, M., Zribi, L., Jedidi, M., Chakkhari, H., Hamdi, S., R'hayem, S., ... & Darghouth, M. A. (2013). Prévalence d'infection des ovins par *Toxoplasma gondii* en Tunisie. *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 106(3), 184-187. <https://doi.org/10.1007/s13149-013-0290-4>
- [187]. Givens, M. D., & Marley, M. S. D. (2008). Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology*, 70(3), 270-285. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.018>
- [188]. Glazunova, O., Roux, V., Freylikman, O., Sekeyova, Z., Fournous, G., Tyczka, J., & Raoult, D. (2005). *Coxiella burnetii* genotyping. *Emerging infectious diseases*, 11(8), 1211. <https://doi.org/10.3201/eid1108.041354>
- [189]. Godfroid, J., Al Dahouk, S., Pappas, G., Roth, F., Matope, G., Muma, J., ... & Skjerve, E. (2013). A “One Health” surveillance and control of brucellosis in developing countries: moving away from improvisation. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 36(3), 241-248. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2012.09.001>
- [190]. Godfroid, J., Nielsen, K., & Saegerman, C. (2010). Diagnosis of brucellosis in livestock and wildlife. *Croatian medical journal*, 51(4), 296-305. <https://doi.org/10.3325/cmj.2010.51.296>
- [191]. Godfroid, J., Scholz, H. C., Barbier, T., Nicolas, C., Wattiau, P., Fretin, D., ... & Letesson, J. J. (2011). Brucellosis at the animal/ecosystem/human interface at the

- p>beginning of the 21
- st
- century.
- Preventive veterinary medicine*
- , 102(2), 118-131.
-
- <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.04.007>
- [192]. Goodswen, S. J., Kennedy, P. J., & Ellis, J. T. (2013). A review of the infection, genetics, and evolution of *Neospora caninum*: from the past to the present. *Infection, Genetics and Evolution*, 13, 133-150. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.08.012>
- [193]. Guatteo, R., Nicollet, P., Le Dréan, E., Ninio, C., Maingourd, C., & Joly, A. (2014, May). Diagnostic différentiel des causes infectieuses d'avortements chez les bovins: intérêt d'une démarche harmonisée et intérêt d'une technique PCR multi-agents pour le diagnostic des avortements infectieux chez les bovins. In *Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires (JNGTV)* (pp. 1010-p). SNGTV-Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02743403/>
- [194]. Guatteo, R., Seegers, H., Joly, A., & Beaudeau, F. (2008). Prevention of *Coxiella burnetii* shedding in infected dairy herds using a phase I *C. burnetii* inactivated vaccine. *Vaccine*, 26(34), 4320-4328. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2008.06.023>
- [195]. Guerin-Faubleé, V., Djelouadji, Z. (2014). *Cours de Bactériologie Médicale Vétérinaire*. Lyon
- [196]. Guesmi, K., Kalthoum, S., haj Mohamed, B. B., Aicha, I. B., Hajlaoui, H., & Hrabeck, K. (2020). BILAN DE LA BRUCELLOSE ANIMALE ET HUMAINE EN TUNISIE: 2005-2018. *Bulletin zoosanitaire N*.
- [197]. Guilherme, F.R., Lima, A. M. C., Alves, J. R. A., da Costa, D. F., Pinheiro, R. R., Alves, F. S. F., ... & Alves, C. J. (2017). Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4), 2163-2178. Disponible sur : <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445752269043.pdf>
- [198]. Gutierrez, J., Williams, E. J., O'Donovan, J., Brady, C., Proctor, A. F., Marques, P. X., ... & Markey, B. K. (2011). Monitoring clinical outcomes, pathological changes and shedding of *Chlamydia abortus* following experimental challenge of periparturient ewes utilizing the natural route of infection. *Veterinary microbiology*, 147(1-2), 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.06.015>
- [199]. Gwida, M., El-Ashker, M., Melzer, F., El-Diasty, M., El-Beskawy, M., & Neubauer, H. (2015). Use of serology and real time PCR to control an outbreak of bovine brucellosis at a dairy cattle farm in the Nile Delta region, Egypt. *Irish veterinary journal*, 69(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13620-016-0062-9>

H

- [200]. Hamiroune, M., Bensid, A., & Zakaria, M. (2020). Situation of brucellosis in cattle farms in a pastoral region of algeria (djelfa) and its impact on public health: an example of detection of brucella organism in fermented raw cow milk «l'ben». *Agricultura*, 3-4.
- [201]. Hamza, K., & Bouyoucef, A. (2013). Assessment of zoonotic risks associated with ruminant abortions for Algerian farmers. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine*, 70(2), 253-257.
- [202]. Hanif, M., & Tasawar, Z. (2016). Hematological and Serum Biochemical Changes in Sheep Naturally Infected with *Toxoplasma gondii* in Southern Punjab (Pakistan). *Pakistan Journal of Life & Social Sciences*, 14(1).
- [203]. Hanif, M., & Tasawar, Z. (2016). Seroprevalence and risk factors associated with toxoplasmosis in sheep in Multan and Khanewal districts of Punjab (Pakistan). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(6), 1620-1627.
- [204]. Hansson, I., Sandberg, M., Habib, I., Lowman, R., & Engvall, E. O. (2018). Knowledge gaps in control of *Campylobacter* for prevention of campylobacteriosis. *Transboundary and emerging diseases*, 65, 30-48. <https://doi.org/10.1111/tbed.12870>
- [205]. Hanzen, C. (2009). Les pathologies de la gestation chez les ruminants. *Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogénologie des animaux de production*. 121p. <http://orbi.ulg.ac.be/>
- [206]. Hanzen, Ch. (2015). "Les pathologies de la gestation chez les ruminants." *Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogénologie des animaux de production. Université de Liège*. Disponible sur: <http://hdl.handle.net/2268/70605>
- [207]. Harris, R. J., Storm, P. A., Lloyd, A., Arens, M., & Marmion, B. P. (2000). Long-term persistence of *coxiella burnetii* in the host after primary Q fever. *Epidemiology & Infection*, 124(3), 543-549. <https://doi.org/10.1017/s0950268899003763>
- [208]. Haskell, S., & Ridge, C. (2013). "Non infectious causes of abortion in small ruminants", Western Veterinary Conference.
- [209]. Haury, K. (2000). Avortement d'origine alimentaire chez les bovins. Thèse doct.vet. Université de Claude-Bernard, Lyon n°98.
- [210]. Hazlett, M. J., McDowall, R., DeLay, J., Stalker, M., McEwen, B., van Dreumel, T., ... & Cai, H. Y. (2013). A prospective study of sheep and goat abortion using real-time polymerase chain reaction and cut point estimation shows *Coxiella burnetii* and *Chlamydophila abortus* infection concurrently with other major pathogens. *Journal of*

- veterinary diagnostic investigation*, 25(3), 359-368.
<https://doi.org/10.1177/1040638713484729>
- [211]. Heimesaat, M. M., Backert, S., Alter, T., & Bereswill, S. (2021). Human campylobacteriosis—A serious infectious threat in a One Health perspective. *Fighting Campylobacter Infections*, 1-23. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65481-8_1
- [212]. Hildebrandt, A., Straube, E., Neubauer, H., & Schmoock, G. (2011). Coxiella burnetii and coinfections in Ixodes ricinus ticks in central Germany. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11(8), 1205-1207. <https://doi.org/10.1089/vbz.2010.0180>
- [213]. Hireche, S., Ababneh, M. M. K., Bouaziz, O., & Boussena, S. (2016). Seroprevalence and molecular characterization of Chlamydia abortus in frozen fetal and placental tissues of aborting ewes in northeastern Algeria. *Tropical animal health and production*, 48(2), 255-262. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0944-y>
- [214]. Hireche, S., Bouaziz, O., Djenna, D., Boussena, S., Aimeur, R., Kabouia, R., & Bererhi, E. H. (2014). Seroprevalence and risk factors associated with Chlamydophila spp. infection in ewes in the northeast of Algeria. *Tropical animal health and production*, 46(2), 467-473. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0515-z>
- [215]. Holler, L. D. (2012). Ruminant abortion diagnostics. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 28(3), 407-418.
- [216]. Holt, H. R., Eltholth, M. M., Hegazy, Y. M., El-Tras, W. F., Tayel, A. A., & Guitian, J. (2011). Brucella spp. infection in large ruminants in an endemic area of Egypt: cross-sectional study investigating seroprevalence, risk factors and livestock owner's knowledge, attitudes and practices (KAPs). *BMC public health*, 11(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-341>
- [217]. Holzapfel, M. (2018). De l'épidémiologie moléculaire aux analyses fonctionnelles de Brucella chez les ruminants, une approche intégrée pour l'identification et l'étude de la diversité phénotypique d'un genre génétiquement homogène (Doctoral dissertation, Paris Est). Disponible sur : <https://www.theses.fr/2018PESC1141>
- [218]. Hull, N. C., et Schumaker, B. A. (2018). Comparisons of brucellosis between human and veterinary medicine. *Infection ecology & epidemiology*, 8(1), 1500846. <https://doi.org/10.1080/20008686.2018.1500846>
- [219]. Hum, S., Hornitzky, M., & Berg, T. (1993). *Ovine campylobacteriosis. Australian Standard Diagnostic Techniques for Animal Diseases* “(Herausgeber: Corner, LA, Bagust, TJ): Standing Committee on Agriculture and Resource Management, CSIRO, East Melbourne.

- [220]. Hussain, S., Hussain, A., Zia, U. U. R., Naqvi, S. M. R., Zahoor, M. Y., Bilal, M., ... & Sparagano, O. A. (2021). Knowledge, attitude, and practices associated with brucellosis among livestock owners and its public health impact in Punjab, Pakistan. *Biologia*, 76(10), 2921-2929. <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00765-2>

I

- [221]. Ibnelbachyr, M., Boujenane, I., Chikhi, A., & Er-Rouidi, C. (2014). Le système de conduite de 3 chevrotages en 2 ans : Outil de gestion moderne de la conduite technique de la race caprine locale Draa. *Options Méditerranéennes*, 108, 199-207. Disponible sur: <https://om.ciheam.org/om/pdf/a108/00007636.pdf>
- [222]. Ibrahim, H. M., Mohamed, A. H., El-Sharaawy, A. A., & El-Shqanqery, H. E. (2017). Molecular and serological prevalence of *Toxoplasma gondii* in pregnant women and sheep in Egypt. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(10), 996-1001. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.09.012>
- [223]. Iles, K. (1994). The progeny history data collection technique: A case study from Samburu District. *Kenya. RRA Notes*, 20, 71–77.
- [224]. INSP (Institut national de la santé publique). Relevé épidémiologique mensuel. Algérie. *Ministère de la Santé et de la Population*. 1990-2017. 18(5):17
- [225]. *International des Épizooties*. Accessible En ligne : <https://www.oie.int/wahis%202/public/wahid.php/Countryinformation/Animalsituation>
- [226]. Ivanović, S., Pavlović, I., & Pisinov, B. (2016). The quality of goat meat and it's impact on human health. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32(2), 111-122. <https://doi.org/10.2298/BAH1602111I>

J

- [227]. Jadav, S. J., & Raval, S. K. (2019). Consciousness of Dairy Farmers about Brucellosis. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 8, 1404-1415. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.809.161>
- [228]. Ji, C., Fan, Y., & Zhao, L. (2016). Review on biological degradation of mycotoxins. *Animal Nutrition*, 2(3), 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.07.003>
- [229]. Jilo, K., & Bayan Amin, A. M.(2016). Blue Tongue in Sheep: A Systemic Review. Disponible sur : <https://core.ac.uk/download/pdf/234690095.pdf>

- [230]. JORA (Journal officiel de la république algérienne). Arrêté du 13 juin 2005 rendant obligatoire la vaccination contre la brucellose des animaux des espèces ovine et caprine. Disponible sur : <https://www.ensv.dz/wp-content/uploads/2020/03/Texte-réglementaires-Brucellose-2005-.pdf>
- [231]. JORA (Journal officiel de la république algérienne). L'Arrêté interministériel du 3 Chaâbane 1416 correspondant au 26 décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose ovine et caprine. Disponible sur : <https://www.ensv.dz/wp-content/uploads/2020/03/Arrêté-interministériel-Brucellose.pdf>

K

- [232]. Kadi, S. A., Hassini, F., Lounas, N., & Mouhous, A. (2014). Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. In 8th International Seminar FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats "Technology creation and transfer in small ruminants: Roles of research, development services and farmer associations (pp. 451-456).
- [233]. Kadi, S. A., Mouhous, A., Gani, F., Fiouane, R., & Djellal, F. (2017, October). Caractérisation de l'élevage caprin dans la région désertique de Béchar en Algérie. In Seminar of the Sub Network on Production Systems & Sub-Network on Nutrition. Innovation for Sustainability in Sheep and Goats. Vitoria-Gasteiz, Spain (pp. 3-5). Disponible sur : <https://om.ciheam.org/om/pdf/a123/00007923.pdf>
- [234]. Kalender, H. (2001). The incidence of *Coxiella burnetii* infection in ewes in Elazığ and neighboring provinces. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(1), 51-55.
- [235]. Kang'Ethe, E. K., Ekuttan, C. E., Kimani, V. N., & Kiragu, M. W. (2007). Investigations into the prevalence of bovine brucellosis and the risk factors that predispose humans to infection among urban dairy and non-dairy farming households in Dagoretti Division, Nairobi, Kenya. *East African medical journal*, 84(11 Suppl), S96-100. <https://doi.org/10.4314/eamj.v84i11.9583>
- [236]. Kansiime, C., Mugisha, A., Makumbi, F., Mugisha, S., Rwego, I. B., Sempa, J., ... & Rutebemberwa, E. (2014). Knowledge and perceptions of brucellosis in the pastoral communities adjacent to Lake Mburo National Park, Uganda. *BMC public health*, 14(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-242>
- [237]. Karaca, M., Babür, C., Çelebi, B., Akkan, H. A., Tütüncü, M., Keleş, İ. H. S. A. N., ... & Kiliç, S. (2007). Investigation on the seroprevalence of toxoplasmosis, listeriosis and

- brucellosis in goats living in the region of Van, Turkey. *YüzüncüYılÜniversitesiVeterinerFakültesiDergisi*, 18(1), 45-49.
- [238]. Kardjadj, M. (2011). Situation épidémiologique de la brucellose caprine dans le cheptel identifié en Algérie. *Pratique vétérinaire*. **2011** : 26-29.
- [239]. Kardjadj, M. (2016). The epidemiology of human and animal brucellosis in Algeria. *J. Bacteriol. Mycol*, 3(2), 1025.
- [240]. Kardjadj, M. (2017). An epidemiological overview of small ruminant diseases in Algeria. *Rev Sci Tech OIE*, 36, 997-1006. <https://doi.org/10.20506/rst.36.3.2731>
- [241]. Kardjadj, M., Ben-Mahdi, M. H., & Luka, P. D. (2015a). First serological and molecular evidence of PPRV occurrence in Ghardaïa district, center of Algeria. *Tropical Animal Health and Production*, 47(7), 1279-1284. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0860-1>
- [242]. Kardjadj, M., Kouidri, B., Metref, D., Luka, P. D., & Ben-Mahdi, M. H. (2016). Abortion and various associated risk factors in small ruminants in Algeria. *Preventive veterinary medicine*, 123, 97-101.
- [243]. Kardjadj, M., Kouidri, B., Metref, D., Luka, P. D., & Ben-Mahdi, M. H. (2015b). Seroprevalence, distribution and risk factor for peste des petits ruminants (PPR) in Algeria. *Preventive Veterinary Medicine*, 122(1-2), 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.09.002>
- [244]. Kardjadj, M., Kouidri, B., Metref, D., Luka, P. D., & Ben-Mahdi, M. H. (2016a). Abortion and various associated risk factors in small ruminants in Algeria. *Preventive veterinary medicine*, 123, 97-101. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.11.015>
- [245]. Kardjadj, M., Luka, P. D., & Benmadhi, M. H. (2016b). Sero-epidemiology of bluetongue in Algerian ruminants. *African Journal of Biotechnology*, 15(20), 868-871. <https://doi.org/10.5897/AJB2016.15343>
- [246]. Kaufmann, C., Steinmann, I. C., Hegglin, D., Schaffner, F., & Mathis, A. (2012). Spatio-temporal occurrence of Culicoides biting midges in the climatic regions of Switzerland, along with large scale species identification by MALDI-TOF mass spectrometry. *Parasites & vectors*, 5(1), 1-10.
- [247]. Kelly, T. R., Bunn, D. A., Joshi, N. P., Grooms, D., Devkota, D., Devkota, N. R., ... & Mazet, J. A. (2018). Awareness and practices relating to zoonotic diseases among smallholder farmers in Nepal. *EcoHealth*, 15(3), 656-669.

- [248]. Kerba, A. (1978). Etude de quelques voies d'amélioration des productions ovines en milieu pastoral. Séminaire International sur le Pastoralisme, Alger, 22. Disponible sur : https://www.agromaroc.com/index.php/Actes_IAVH2/article/view/878
- [249]. Khaled, H., Sidi-Boumedine, K., Merdja, S., Dufour, P., Dahmani, A., Thiéry, R., ... & Bouyoucef, A. (2016). Serological and molecular evidence of Q fever among small ruminant flocks in Algeria. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 47, 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2016.05.002>
- [250]. Khaled, H., & Bouyoucef, A. (2013). Assessment of zoonotic risks associated with ruminant abortions for Algerian farmers. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine*, 70(2), 253-257. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:70:2:9202>
- [251]. Khan, H. A., Rahman, S., Khan, A., & Khan, Q. M. (2013). Detection and Sequencing of Field Isolates of Peste Des Petits Ruminants Virus from Punjab Province, Pakistan. *Pakistan Journal of Life & Social Sciences*, 11(3).
- [252]. Khelifi, Y. (1999). Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens (France). Disponible sur : <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2000393735>
- [253]. Khezzani, B., Aouachria, A. N., Djaballah, S., Djedidi, T. and Bosilkovski M. (2020) Un aperçu général de la brucellose animale dans la province d'El-Oued (Sahara Algérien). *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2020, 12(15), 225-244. <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i1S.16>
- [254]. Khezzani, B., Aouachria, A. N., Khechekhouche, E. A., Djaballah, S., Djedidi, T., & Bosilkovski, M. (2021). Caractéristiques épidémiologiques de la brucellose humaine dans la province d'El-Oued, sud-est algérien. *Sante Publique*, 33(2), 275-284. <https://doi.org/10.3917/spub.212.0275>
- [255]. Kilic, A., & Kalender, H. (2016). A study of the correlation between *Coxiella burnetii* seropositivity and abortions in sheep in Eastern and Southeastern Turkey. *Indian J Anim Res*, 50(3), 401-5.
- [256]. Korsak, N., Clinquart, A., Daube, G. (2004). *Salmonella* spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique ? *Annales de Médecine Vétérinaire*, 148, pp. 174-193. Disponible sur : http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2004_148_4_03.pdf
- [257]. Korteby, H. M., Koudri, Z., & Saadi, M. A. (2017). Caractérisation des performances de la race ovine Algérienne Ouled Djellal type Djellalia dans des conditions steppiques. *Nature & Technology*, (17). Disponible sur : https://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue-17/Article_B/Article_419.pdf

- [258]. Kothalawala, K. A. C. H. A., Makita, K., Kothalawala, H., Jiffry, A. M., Kubota, S., & Kono, H. (2018). Knowledge, attitudes, and practices (KAP) related to brucellosis and factors affecting knowledge sharing on animal diseases: a cross-sectional survey in the dry zone of Sri Lanka. *Tropical animal health and production*, 50(5), 983-989. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1521-y>
- [259]. Kouri, A., Charallah, S., Kouri, F., Amirat, Z., & Khammar, F. (2018). Reproductive performances and abortion etiologies of native Bedouin goats in the arid zones of Algeria. *Livestock Research for Rural Development*, 30, 7-15. <http://www.lrrd.org/lrrd30/7/schar30127>
- [260]. Kozukeev, T. B., Ajeilat, S., Maes, E., Favorov, M., & Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2006). Risk factors for brucellosis--Leylek and Kadamjay districts, Batken Oblast, Kyrgyzstan, January-November, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 55(Suppl 1), 31-34. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/su5501a8.htm>
- [261]. Krametter-Froetscher, R., Duenser, M., Preyler, B., Theiner, A., Benetka, V., Moestl, K., & Baumgartner, W. (2010). Pestivirus infection in sheep and goats in West Austria. *The Veterinary Journal*, 186(3), 342-346.
- [262]. Kumar, V. N., Bharathi, M. V., & Porteen, K. (2017). Risk factors associated with prevalence of bovine brucellosis in milk from Tamil Nadu, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7), 2604-2609. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.367>
- [263]. Kuntz, G., Lars, F., Guatteo, R., Hosteing, S., de Crémoux, R., Garin, E., ... & Gache, K. (2017, May). Protocole national de diagnostic différentiel des avortements en élevage bovin: application pratique en Bretagne. In *Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires (JNGTV)* (pp. 1025-p). SNGTV-Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires.

L

- [264]. Lachkhem, I.L., and Sakly, D.S. (2015). Prevalence of Toxoplasmosis in Sheep, Goats and Cattle in Southern Tunisia. *Journal of Bacteriology and Parasitology*. 6:5. <https://doi.org/10.4172/2155-9597.1000245>

- [265].Lakhdari, K., Meradi, S., & Bouhanna, M. (2020). Valorisation de l'élevage caprin dans les régions arides au profit de la filière viande (Cas de Touggourt, Algérie). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(4).
- [266].Lancelot, R., Gonzalez, J. P., Le Guenno, B., Diallo, B. C., Gandega, Y., & Guillaud, M. (1989). Epidémiologie descriptive de la fièvre de la vallée du Rift chez les petits ruminants dans le Sud de la Mauritanie après l'hivernage 1988. Disponible sur : <https://agritrop.cirad.fr/394837/>
- [267].Laouadi, M., Tennah, S., Kafidi, N., Antoine-Moussiaux, N., & Moula, N. (2018). A basic characterization of small-holders' goat production systems in Laghouat area, Algeria. *Pastoralism*, 8(1), <https://doi.org/10.1186/s13570-018-0131-7>
- [268].Laoubi, K., Boudi, M., Adel, M., & Yamao, M. (2011). Exploring family farm development in dryland agricultural areas: A case study of the Laghouat region of Algeria. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6), 1303-1312. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.070>
- [269].Laroucau, K., de Crémoux, R., & Rodolakis, A. (2014). Rôle des chlamydiae dans les avortements des ruminants. *Bulletin des GTV*, 23-32. <https://hal.inrae.fr/hal-02630158>
- [270].Lefèvre, P. C., Blancou, J., & Chermette, R. (2010). *Infectious and parasitic diseases of livestock*. Lavoisier.
- [271].Lesnoff, M. (2011). Démographie et zootechnie tropicales: Un lien par les modèles matriciels appliqués aux cheptels de ruminants dans les élevages extensifs. *mémoire de recherche hdr*(p. 218). Université de Montpellier II. p.
- [272].Lesnoff, M., Lancelot, R., Moulin C.H. (2007). Calcul des taux démographiques dans les cheptels de ruminants domestiques tropicaux : approche en temps discret. Montpellier, France, Quae, www.quae.com
- [273].Lesnoff, M., Messad, S., & Juan`es, X. (2014). 12MO: A cross-sectional retrospective method for estimating livestock demographic parameters in tropical small-holder farming systems. *CIRAD (French agricultural research centre for international development)*. Montpellier, France: CIRAD. <http://livetools.cirad.f>
- [274].Lhoste, P. (2001). L'étude et le diagnostic des systèmes d'élevage. *Atelier scvMadagascar*. (p. 32). CIRAD (French Agricultural Research Centre for International Development). p. Disponible sur: <http://agroecologie.cirad.fr>
- [275].Lienard, J., Croxatto, A., Aeby, S., Jatton, K., Posfay-Barbe, K., Gervais, A., & Greub, G. (2011). Development of a new Chlamydiales-specific real-time PCR and its application

- to respiratory clinical samples. *Journal of clinical microbiology*, 49(7), 2637-2642. <https://doi.org/10.1128/JCM.00114-11>
- [276]. Lievaart-Peterson, K., Luttikholt, S., Peperkamp, K., Van den Brom, R., & Vellema, P. (2015). Schmallenberg disease in sheep or goats: Past, present and future. *Veterinary microbiology*, 181(1-2), 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.08.005>
- [277]. Lindahl, E., Sattarov, N., Boqvist, S., & Magnusson, U. (2015). A study of knowledge, attitudes and practices relating to brucellosis among small-scale dairy farmers in an urban and peri-urban area of Tajikistan. *PloS one*, 10(2), e0117318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117318>
- [278]. Lithg-Pereira, P. L., Mainar-Jaime, R. C., Alvarez-Sanchez, M. A., & Rojo-Vazquez, F. A. (2001). Evaluation of official eradication-campaigns data for investigating small-ruminant brucellosis in the province of Leon, Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 51(3-4), 215-225. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(01\)00244-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(01)00244-6)
- [279]. Liu, Q., Wang, Z. D., Huang, S. Y., & Zhu, X. Q. (2015). Diagnosis of toxoplasmosis and typing of *Toxoplasma gondii*. *Parasites & vectors*, 8(1), 1-14.
- [280]. Livingstone, M., Wheelhouse, N., Maley, S. W., & Longbottom, D. (2009). Molecular detection of *Chlamydia abortus* in post-abortion sheep at oestrus and subsequent lambing. *Veterinary microbiology*, 135(1-2), 134-141. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.033>
- [281]. Longbottom, D. (2008). Avortement enzootique des brebis (chlamydiose ovine), in: *Manuel Des Tests de Diagnostic et Des Vaccins Pour Les Animaux Terrestres*. OIE, 1109–1116.
- [282]. Longbottom, D., & Coulter, L. J. (2003). Animal chlamydioses and zoonotic implications. *Journal of comparative pathology*, 128(4), 217-244. <https://doi.org/10.1053/jcpa.2002.0629>
- [283]. Longbottom, D., Coulter, L.J. (2003) . Animal chlamydioses and zoonotic implications. *Journal of Comparative Pathology* 128, 217–244. <https://doi.org/10.1053/jcpa.2002.0629>
- [284]. Lorenz, H., Jäger, C., Willems, H., & Baljer, G. (1998). PCR detection of *Coxiella burnetii* from different clinical specimens, especially bovine milk, on the basis of DNA preparation with a silica matrix. *Applied and environmental microbiology*, 64(11), 4234-4237. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.11.4234-4237.1998>
- [285]. Lorgue, G., Lechenet, J. et Riviere, A. (1987). Précis de toxicologie vétérinaire, éd. Point Vétérinaire, 195p.

- [286]. Lounes, N., & Bouyoucef, A. (2008). Prévalence des brucelloses bovine et caprine dans la région centre d'Algérie et leur impact sur la santé publique.
- [287]. Lounes, N., & Bouyoucef, A. (2009). Dépistage de la brucellose bovine dans la région centre durant dix ans de lutte. *Recueil des Ateliers d'épidémiologie animale*, 1, 60-64.
- [288]. Low, J. C., & Donachie, W. (1997). A review of *Listeria monocytogenes* and listeriosis. *The Veterinary Journal*, 153(1), 9-29. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(97\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(97)80005-6)
- [289]. Lucchese, L., Benkirane, A., Hakimi, I., El Idrissi, A., & Natale, A. (2016). Seroprevalence study of the main causes of abortion in dairy cattle in Morocco. *Vet Ital*, 52(1), 3-19.

M

- [290]. Maclachlan, N. J. Et Dubovi, E. J. (2016). FENNER'S VETERINARY VIROLOGY. 5. Londres, Royaume-Uni : Academic Press. ISBN : 978-0-12-800946-8
- [291]. Madani, H., Casal, J., Alba, A., Allepuz, A., Cêtre-Sossah, C., Hafsi, L., ... & Napp, S. (2011). Animal diseases caused by orbiviruses, Algeria. *Emerging Infectious Diseases*, 17(12), 2325. <https://doi.org/10.3201/eid1712.110928>
- [292]. Madani, T., Hubert, B., Lasseur, J., & Guérin, G. (2001). Association des bovins, des ovins et des caprins dans les élevages de la suberaie algérienne. *Cahiers Agricultures*, 10(1), 9-18. Disponible sur : <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30274>
- [293]. Madani, T., Sahraoui, H., & Benmakhlouf, H. (2015, March). L'élevage caprin en Algérie: Systèmes d'élevage, performances et mutations. In *Workshop national sur "Valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs"*, INRA" Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie", *Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche, Alger, Algérie* (pp. 2-3).
- [294]. Madani, T., Yakhlef, H., & Abbache, N. (2003). Les races bovines, ovines, caprines et camelines. *Recueil des Communications Atelier*, (3), 44-51.
- [295]. Madkour, M. M. (2001). Brucellosis: overview. In *Madkour's Brucellosis* (pp. 1-14). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [296]. MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural). (1996a). Arrêté interministériel du 3 Chaâbane 1416 correspondant au 26 décembre 1995 fixant les

- mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose ovine et caprine. Direction des Affaires Juridiques et de la Réglementation. *Journal officiel de la République Algérienne*, N°65 du 30-10-1996. 15-16. Disponible sur : <http://www.joradp.dz/hfr/>
- [297]. MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural). (1996b). Arrêté interministériel du 3 Chaâbane 1416 correspondant au 26 décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose bovine. Direction des Affaires Juridiques et de la Réglementation. *Journal officiel de la République Algérienne*, N° 65 du 30-10-1996 : 16-18. Disponible sur : <http://www.joradp.dz/hfr/>
- [298]. MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural). Arrêté interministériel du 3 Chaâbane 1416 correspondant au 26 décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose ovine et caprine. Direction des Affaires Juridiques et de la Réglementation. *Journal officiel de la République Algérienne*, N°65 du 30-10-1996. **1996a** : 15-16. Accessible En ligne : <http://www.joradp.dz/hfr/>
- [299]. MADR, Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural. Algérie. 2014.
- [300]. MADR, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.(2018). statistiques agricoles, madr.gov.dz.
- [301]. Madrp. (2022). Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche. Disponible sur: <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>
- [302]. Mailles, A., & Vaillant, V. (2007). Etude sur les brucelloses humaines en France métropolitaine, 2002-2004. *Saint-Maurice: Institut national de Veille Sanitaire (Rapport), Paris, France*.
- [303]. Mainar-Jaime, R. C., & Vázquez-Boland, J. A. (1999). Associations of veterinary services and farmer characteristics with the prevalences of brucellosis and border disease in small ruminants in Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 40(3-4), 193-205. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(99\)00027-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(99)00027-6)
- [304]. Mainar-Jaime, R. C., & Vázquez-Boland, J. A. (1999). Associations of veterinary services and farmer characteristics with the prevalences of brucellosis and border disease in small ruminants in Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 40(3-4), 193-205. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(99\)00027-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(99)00027-6)
- [305]. Mamlouk, A., Guesmi, K., Ouertani, I., Kalthoum, S., Selmi, R., Aicha, E. B., ... & Messadi, L. (2020). Seroprevalence and associated risk factors of Chlamydia abortus infection in ewes in Tunisia. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 71, 101500.

- [306]. Markey, B. K., McNulty, M. S., & Todd, D. (1993). Comparison of serological tests for the diagnosis of *Chlamydia psittaci* infection of sheep. *Veterinary Microbiology*, 36(3-4), 233-252. [https://doi.org/10.1016/0378-1135\(93\)90091-K](https://doi.org/10.1016/0378-1135(93)90091-K)
- [307]. Markey, B., Leonard, F., Archambault, M., Cullinane, A., & Maguire, D. (2013). Clinical veterinary microbiology e-book. Elsevier Health Sciences.
- [308]. Marroquín-Cardona, A. G., Johnson, N. M., Phillips, T. D., & Hayes, A. W. (2014). Mycotoxins in a changing global environment—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 69, 220-230. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.04.025>
- [309]. Martin, C., Duquesne, V., Adam, G., Belleau, E., Gauthier, D., Champion, J. L., ... & Dubois, E. (2015). Pestiviruses infections at the wild and domestic ruminants interface in the French Southern Alps. *Veterinary Microbiology*, 175(2-4), 341-348.
- [310]. Martín-Atance, P., León, L., & Candela, M. G. (2012). Serology as an epidemiological tool for *Salmonella Abortusovis* surveillance in the wild-domestic ruminant interface. In *Salmonella -A Diversified Superbug*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/30257>
- [311]. Marugan-Hernandez, V. (2017). *Neospora caninum* and bovine neosporosis: current vaccine research. *Journal of comparative pathology*, 157(2-3), 193-200. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.08.001>
- [312]. Matallah, S., Abbas, K., & Bouju, S. (2015). Le rôle clé du gardiennage des troupeaux dans la gestion durable des ressources pastorales du Nord-Est algérien. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, (271), 349-373. <https://doi.org/10.4000/com.7535>
- [313]. Maurin, M., & Raoult, D. F. (1999). Q fever. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 518-553. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.518>
- [314]. Maurin, M., Brion, J-P. (2009). Brucellose. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Maladies Infectieuses, 8-038-A-10. [https://doi.org/10.1016/S1166-8598\(09\)50085-3](https://doi.org/10.1016/S1166-8598(09)50085-3)
- [315]. McAllister, M. M. (2016). Diagnosis and control of bovine neosporosis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 32(2), 443-463. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.012>
- [316]. McGeady, T.A., Quinn, P.J., Fitzpatrick, E.S., Ryan, M.T., Kilroy, D., Lonergan, P., 2017. *Veterinary Embryology*. John Wiley & Sons. pp. 331-336
- [317]. Mebirouk-Boudechiche, L., Boudechiche, L., Ferhat, R., & Tahar, A. (2014). Relation entre disponibilités en Herbe, ingestion et activités alimentaires de béliers au

- pâturage. *Archivos de zootecnia*, 63(242), 277-287. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000200006>
- [318]. Mebirouk-Boudechiche, L., Boudechiche, L., Ferhat, R., &Tahar, A. (2014). Relation entre disponibilités en Herbe, ingestion et activités alimentaires de béliers au pâturage. *Archivos de zootecnia*, 63(242), 277-287. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922014000200006>
- [319]. Menzies, P. I. (2007). Abortion in sheep: diagnosis and control. In *Current therapy in large animal theriogenology* (pp. 667-680). WB Saunders.
- [320]. Menzies, P. I. (2011). Control of important causes of infectious abortion in sheep and goats. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 27(1), 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.011>
- [321]. Menzies, P. I. (2011). Control of important causes of infectious abortion in sheep and goats. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 27(1), 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.011>
- [322]. Merdja, S. E., Khaled, H., Aaziz, R., Vorimore, F., Bertin, C., Dahmani, A., ... & Laroucau, K. (2015). Detection and genotyping of Chlamydia species responsible for reproductive disorders in Algerian small ruminants. *Tropical animal health and production*, 47(2), 437-443. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0743-x>
- [323]. Merdja, S. E., Khaled, H., Dahmani, A., & Bouyoucef, A. (2015). Chlamydial abortion in Algerian small ruminants. *Bulletin UASVM Veterinary Medicine*, 72(1), 23-26. <https://doi.org/10.15835/buasvmcnvm:10283>
- [324]. Millemann, Y., & Remy, D. (2000). BRUGERE PICOUX J., «*La listériose des ruminants*», *Le Point Vétérinaire*, 31(208), 313-322.
- [325]. Mishra, N., Rajukumar, K., Vilcek, S., Kalaiyarasu, S., Behera, S. P., Dubey, P., ... & Kulkarni, D. D. (2016). Identification and molecular characterization of border disease virus (BDV) from sheep in India. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 44, 1-7.
- [326]. Mohamad, K. Y., Rekiki, A., Myers, G., Bavoil, P. M., & Rodolakis, A. (2008). Identification and characterisation of coding tandem repeat variants in incA gene of Chlamydophila pecorum. *Veterinary research*, 39(6), 1. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.11.017>
- [327]. Mohamed-Cherif, A., Kamel, M., Karima, B., Samir, A., Djamel, K., Rachid, K., & Khatima, A. O. (2019). Cross-sectional survey on Toxoplasma gondii infection in cattle,

- sheep, and goats in Algeria: seroprevalence and risk factors. *Veterinary Sciences*, 6(3), 63.<https://doi.org/10.3390/vetsci6030063>
- [328]. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Reprint—preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Physical therapy*, 89(9), 873-880.<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- [329]. Montoya, J. G., & Liesenfeld, O. (2004). Toxoplasmosis. *Lancet* 363, 1965e1976. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16412-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16412-X)
- [330]. Moreno, E., Gorvel, J. P., & Moriyón, I. (2004). Invasion, intracellular trafficking and replication of *Brucella* organisms in professional and non-professional phagocytes. *Brucella: molecular and cellular biology*, 1, 280-306.
- [331]. Mota, I. O., Castro, R. S., Alencar, S. P., Lobato, Z. I. P., Lima Filho, C. D. F., Silva, T. L., ... & Nascimento, S. A. (2011). Anticorpos contra vírus do grupo da língua azul em caprinos e ovinos do sertão de Pernambuco e inferências sobre sua epidemiologia em regiões semiáridas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 1595-1598.<https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000600045>
- [332]. Mozaffari, A. A., & Khalili, M. (2012). The first survey for antibody against bluetongue virus in sheep flocks in southeast of Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), S1808-S1810.
- [333]. Mrunalini, N., Sastry, P. R., Pandarinadh, G. N., & Rao, M. R. (2000). Control of brucellosis epidemic in goats in a farm. *Indian veterinary journal*, 77(11), 932-935.
- [334]. MSP (Ministère de la Santé et de la Population). Arrêté interministériel du 17 Dhou ElKaada 1416 correspondant au 5 mai 1996 fixant la liste des maladies présumées d'origine professionnelle ainsi que ses annexes 1 et 2. *Journal officiel de la République Algérienne*, N°16 du 23-03-1997. 1997: 24. Accessible En ligne : <http://www.Joradp.dz/hfr/>

N

- [335]. Ndiaye, B. (2020). L'élevage des petits ruminants dans le Ferlo: pratiques d'élevage, dynamique des populations et caractérisation génétique du mouton Peul-peul du Sénégal (pp. 177). Thèse de Doctorat en Génétique des populations, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

- [336]. Nehari, H., Aggad, H., Derrer, S., & Kihal, M. (2014). Séroprévalence de la brucellose caprine et humaine dans la région d'El-Bayadh. *Review of industrial microbiology sanitary and environmental*, 8, 78-88.
- [337]. Neta, A. V. C., Mol, J. P., Xavier, M. N., Paixão, T. A., Lage, A. P., & Santos, R. L. (2010). Pathogenesis of bovine brucellosis. *The Veterinary Journal*, 184(2), 146-155.
- [338]. Nettleton, P. F., & Entrican, G. (1995). Ruminant pestiviruses. *British Veterinary Journal*, 151(6), 615-642. [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(95\)80145-6](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(95)80145-6)
- [339]. Nettleton, P. F., Gilmour, J. S., Herring, J. A., & Sinclair, J. A. (1992). The production and survival of lambs persistently infected with border disease virus. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 15(3), 179-188. [https://doi.org/10.1016/0147-9571\(92\)90091-5](https://doi.org/10.1016/0147-9571(92)90091-5)
- [340]. Nettleton, P. F., Gilray, J. A., Russo, P., & Dliissi, E. (1998). Border disease of sheep and goats. *Veterinary research*, 29(3-4), 327-340. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00902531/document>
- [341]. Niar, A. (2001). Maîtrise de la reproduction chez les ovins en Algérie (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat, université Senia. Oran).
- [342]. Nicoletti, P. (2001). Brucellosis in animals. In *Madkour's brucellosis* (pp. 267-275). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-59533-2_26
- [343]. Nicollet, P., Maingourd, C., & Charollais, P. (2004). Evaluation des méthodes diagnostiques utilisées lors d'avortements non brucelliques chez les Ruminants. Recherche de Chlamydia spp., Coxiellaburnetii et Toxoplasma gondii en Deux Sèvres et en Vienne sur une série de 150 avortements bovins, ovins et caprins. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, 317-320. Disponible sur : <http://pascalfrancis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=17853779>
- [344]. Nishikawa, Y. (2017). Towards a preventive strategy for neosporosis: challenges and future perspectives for vaccine development against infection with Neospora caninum. *Journal of Veterinary Medical Science*, 79(8), 1374-1380. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0285>
- [345]. Njenga, M. K., Ogolla, E., Thumbi, S. M., Ngere, I., Omulo, S., Muturi, M., ... & Osoro, E. M. (2020). Comparison of knowledge, attitude, and practices of animal and human brucellosis between nomadic pastoralists and non-pastoralists in Kenya. *BMC public health*, 20(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-8362-0>
- [346]. Njuguna, J. N., Gicheru, M. M., Kamau, L. M., & Mbatha, P. M. (2017). Incidence and knowledge of bovine brucellosis in Kahuro district, Murang'a County, Kenya. *Tropical*

animal health and production, 49(5), 1035-1040. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1296-6>

O

- [347]. Office International des Epizootics (OIE). (2017). Terrestrial Manual, chapter 2.7.1-border disease.
- [348]. Office of International Epizootics and Food and Agriculture Organization. (2015). Global strategy for control and eradication of PPR. FAO and OIE International conference for the control and eradication of Peste des petits ruminants (PPR). Abidjan, Cote D. Ivoire.pp. 1- 83
- [349]. OIE (2018), « Fievre Q », in: manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres. Disponible sur: <https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/3-01-16-q-fever.pdf>
- [350]. OIE (Office International des Épizooties). Extraits de Santé animale mondiale. *Office International des Épizooties*. 2017. Accessible En ligne : <http://www.oie.int/wahis2/public/wahid.php/Countryinformation/Animalsituation>
- [351]. OIE (Office International des Épizooties). (2014). World Organisation for Animal Health. World Animal Health Information System. Detailed country (ies) disease incidence (Bluetongue). Disponible sur : http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/statusdetail
- [352]. OIE (Office International des Épizooties). (2018). Brucellosis. In : Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres. Version adoptée en mai 2016. Éd., Office International des Épizooties, Paris, 2018. 2 : 355-398. Disponible sur : <http://www.oie.int/fr/normes/manuel-terrestres-en-ligne/>
- [353]. OIE.v(Office International des Épizooties). (2008). “Fièvre de la Vallée du Rift”. In : In Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres, OIE, (2008), 353 -364.
- [354]. OIE. (Office International des Épizooties). (2015). Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals (mammals, birds and bees), p 2.1.16. OIE, Paris, France. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.01.16_Q_FEVER.pdf.
- [355]. OIE. (Office International des Épizooties). (2016). CHAPTER 2.1.4 Brucellosis (Brucella abortus, B. mellitensis and B. suis). Retrieved July 20, 2016. Disponible sur : http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.01.04_BRUCELLOSIS.pdf

- [356]. O'Neill, R. G., O'Connor, M., & O'Reilly, P. J. (2004). A survey of antibodies to pestivirus in sheep in the Republic of Ireland. *Irish Veterinary Journal*, 57(9), 1-6.
- [357]. Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 2011. Challenges of animal health information systems and surveillance for animal diseases and zoonoses (Compte-rendu de séminaire international organisé par la FAO, 23-26 Novembre 2010, Rome, Italie.)
- [358]. Ortega-Mora, L. (Ed.). (2007). *Protozoal abortion in farm ruminants: guidelines for diagnosis and control*. CABI.
- [359]. Ouagal, M., Brocchi, E., Grazioli, S., Ben Youssef, A., Sumption, K., Hendrikx, P., & Saegerman, C. (2017). Evaluation de la sensibilité du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad pour la surveillance de la fièvre aphteuse. *Épidémiologie Santé Animale*, 72, 5-14. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03651999/document>
- [360]. Ouchene-Khelifi, N. A., Ouchene, N., & Lafri, M. (2021). Characterization and typology of goat production systems in Algeria based on producers survey. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00480-z>
- [361]. Ouchene-Khelifi, N. A., Ouchene, N., Da Silva, A., & Lafri, M. (2018). Multivariate characterization of phenotypic traits of Arabia, the main Algerian goat breed. *Livest. Res. Rural Dev*, 30. Disponible sur: <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd30/7/nakh30116.html>
- [362]. Ouchene-Khelifi, N. A., Ouchene, N., Maftah, A., Da Silva, A. B., & Lafri, M. (2015). Assessing admixture by multivariate analyses of phenotypic differentiation in the Algerian goat livestock. *Tropical animal health and production*, 47(7), 1343-1350. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0869-5>
- [363]. Özkul, A., Akca, Y., Alkan, F., Barrett, T., Karaoglu, T., Dagalp, S. B., ... & Burgu, I. (2002). Prevalence, distribution, and host range of Peste des petits ruminants virus, Turkey. *Emerging infectious diseases*, 8(7), 709. <https://doi.org/10.3201/eid0807.010471>
- [364]. Özlü, H., Atasever, M., & Atasever, M. A. (2020). Knowledge, attitude, and practices of cattle farmers regarding zoonotic diseases in Erzurum, Turkey. *Austral journal of veterinary sciences*, 52(3), 79-85.

P

- [365]. Pappas, G., Papadimitriou, P., Akritidis, N., Christou, L., & Tsianos, E. V. (2006). The new global map of human brucellosis. *The Lancet infectious diseases*, 6(2), 91-99. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(06\)70382-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(06)70382-6)
- [366]. Pardon, P., Sanchis, R., Marly, J., Lantier, F., Guilloteau, L., Buzoni-Gatel, D., ... & Popoff, M. Y. (1990). Experimental ovine salmonellosis (*Salmonella abortusovis*): pathogenesis and vaccination. *Research in microbiology*, 141(7-8), 945-953. [https://doi.org/10.1016/0923-2508\(90\)90134-C](https://doi.org/10.1016/0923-2508(90)90134-C)
- [367]. Pardon, P., Sanchis, R., Marly, J., Lantier, F., Pépin, M., & Popoff, M. (1988). Salmonellose ovine due à *Salmonella abortusovis*. In *Annales de Recherches Vétérinaires* (Vol. 19, No. 4, pp. 221-235). Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00901829/document>
- [368]. Parton, K., Bruere, A.N et Chambers, J.P. (2001). Veterinary clinical toxicologie In : Proceeding of the veterinary continuing education, Massey University, New zealand . Ed . Massey university, Palmerston North (New zealand) P 28- 52.
- [369]. Paul, S., Ahmed, S. S. U., Islam, Md-T., Bhowmik, N. Et Agger, J. F. (2016). *Coxiella burnetii* infection (Q fever) in humans and animals: a general overview. *Annals of Veterinary and Animal Science*, 3, pp. 1-19. Disponible sur : <https://pdfs.semanticscholar.org/a2a3/1720bfae1b5034da775f6f16e364054ba401.pdf>
- [370]. Pépin, M. (2011). Fièvre de la vallée du Rift. *Médecine et maladies infectieuses*, 41(6), 322-329. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2010.12.010>
- [371]. Petit, V. (2003). Fiebre Q (*coxiella burnetii*) et élevage ovin allaitant dans le département des bouches du Rhône : enquête épidémiologique (Doctoral Dissertation, These Dr. Vet., Université Claude Bernard, Lyon, 156P). <http://hdl.handle.net/10068/744032>
- [372]. Pinheiro Junior, J. W., Mota, R. A., Piatti, R. M., Oliveira, A. A. D. F., Silva, A. M. D., Abreu, S. R. D. O., ... & Valença, R. M. B. (2010). Seroprevalence of antibodies to *Chlamydia abortus* in ovine in the State of Alagoas, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41(2), 358-364.
- [373]. Plateforme ESA. (2018). Observatoire et suivi des causes d'avortements chez les ruminants : Bilan 2018. Disponible sur : <https://www.plateforme-esa.fr> .
- [374]. Plummer, P. J., McClure, J. T., Menzies, P., Morley, P. S., Van den Brom, R., Van Metre, D. C., ... & van der Heyden, M. A. (2018). 1481 Management of *Coxiella burnetii*

- infection in livestock populations and the associated zoonotic risk: A consensus statement. CONSENSUS STATEMENT, 32(5). <https://doi.org/10.1111/jvim.15229>
- [375]. Poester, F. P., Samartino, L. E., & Santos, R. L. (2013). Pathogenesis and pathobiology of brucellosis in livestock. *Rev Sci Tech*, 32(1), 105-15.
- [376]. Ponsart, C. & Maurin, M. (2018). “*Brucella*”. In: Précis de bactériologie Clinique, 3ème édition. Freney J, François Renaud F, Leclercq R, Riegel P. Editeurs ESKA / LACASSAGNE ; pp 1244-1254.
- [377]. Porter, S. R., Czaplicki, G., Mainil, J., Guattéo, R., & Saegerman, C. (2011). Q fever: current state of knowledge and perspectives of research of a neglected zoonosis. *International journal of microbiology*, 2011. <https://doi.org/10.1155/2011/248418>
- [378]. Pospischil, A., Borel, N., Andersen, A.A. (2010). Chlamydia. In: Gyles, C.L., Prescott, J.F., Glenn Songer, J., Thoen, C.O. (Eds.), *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*, 4th ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 575–587. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch30>
- [379]. Pugh, D. G., & Baird, A. N. (2012). *Sheep and goat medicine* second edition.

Q

- [380]. Quinn, P.J., Carter, M.E., Markey, B. and Carter, G.R. (1994). *Brucella* species. In: *Clinical Veterinary Microbiology*. Wolf/Mosby, London, International Limited: Edinburgh, 1999, 261-267.

R

- [381]. Ragan, V. E. (2002). The animal and plant health inspection service (APHIS) brucellosis eradication program in the United States. *Veterinary microbiology*, 90(1-4), 11-18. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00240-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00240-7)
- [382]. Rajkumar, K., Bhattacharya, A., David, S., Balaji, S. H., Hariharan, R., Jayakumar, M., & Balaji, N. (2016). Socio-demographic study on extent of knowledge, awareness, attitude, and risks of zoonotic diseases among livestock owners in Puducherry region. *Veterinary world*, 9(9), 1018. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.1018-1024>
- [383]. Ramos-Vara, J. A. (2005). Technical aspects of immunohistochemistry. *Veterinary Pathology*, 42(4), 405-426. <https://doi.org/10.1354/vp.42-4-405>
- [384]. Ramzan, M., Akhtar, M., Muhammad, F., Hussain, I., Hiszczyńska-Sawicka, E., Haq, A. U., ... & Hafeez, M. A. (2009). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in sheep and

- goats in Rahim Yar Khan (Punjab), Pakistan. *Tropical animal health and production*, 41(7), 1225-1229. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9304-0>
- [385]. Rechidi, N. S. (2019). *Enquête épidémiologique de la brucellose animale et humaine. Cas de la Wilaya de Mostaganem* (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem).
- [386]. Rechidi-Sidhoum, N., Niar, A., Nemmiche, S., & Homrani, A. (2018). Serological diagnosis of brucellosis at the ruminants in Mostaganem (Algeria). *Int. J. Biosci*, 12(5), 271-278. <https://doi.org/10.12692/ijb/12.5.271-278>
- [387]. Redmer, D. A., Wallace, J. M., & Reynolds, L. P. (2004). Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. *Domestic animal endocrinology*, 27(3), 199-217. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2004.06.006>
- [388]. Rekiki, A. (2004). *Chlamydiose abortive en Tunisie: Tests de Diagnostic, caractérisation moléculaire, phylogénétique de souches de Chlamydia et étude de la protection du vaccin vivant 1B* (Doctoral dissertation, Tours).
- [389]. Rekiki, A., & Rodolakis, A. (2004). Diagnostic des avortements chez les petits ruminants. *Point vétérinaire*, 24-31. Disponible sur : https://chlamydiose.tripod.com/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/seformer_cours_rekiki.pdf
- [390]. Rekiki, A., Thabti, F., Dliissi, I., Russo, P., Sanchis, R., Pepin, M., ... & Hammami, S. (2005). Seroprevalence survey of major infectious abortive diseases in small ruminants in Tunisia. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 156(7), 395-401.
- [391]. Rekiki, A., Thabti, F., Dliissy, I., Russo, P., Sanchis, R., Pepin, M & Hammaml, S. (2005). Enquête sérologique sur les principales causes d'avortements infectieux chez les petits ruminants en Tunisie. *Revue de médecine vétérinaire*, 156(7), 395-401.
- [392]. Rocchi, M. S., Wattegedera, S., Meridiani, I., & Entrican, G. (2009). Protective adaptive immunity to Chlamydia abortus infection and control of ovine enzootic abortion (OEA). *Veterinary microbiology*, 135(1-2), 112-121. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.030>
- [393]. Rockey, D. D., & Matsumoto, A. (1999). The chlamydial developmental cycle. *Prokaryotic development*, 403-425. <https://doi.org/10.1128/9781555818166.ch20>
- [394]. Rodolakis, A. (2006). Chlamydiose et Fièvre Q, similitudes et différences entre ces deux zoonoses. *Renc Rech Ruminants*, 13, 395-402. Disponible sur : http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2006_12_zoonoses_securite_01_Rodolakis.pdf

- [395]. Rodolakis, A., & Mohamad, K. Y. (2010). Zoonotic potential of Chlamydomphila. *Veterinary microbiology*, 140(3-4), 382-391. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.014>
- [396]. Rodolakis, A., Laroucau, K. (2015). Chlamydiaceae and chlamydial infections in sheep or goats. *Veterinary Microbiology, Microbial Diseases of Sheep and Goats* 181, 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.07.010>
- [397]. Rodolakis, A., Salinas, J., & Papp, J. (1998). Recent advances on ovine chlamydial abortion. *Veterinary research*, 29(3-4), 275-288. Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00902529>
- [398]. Roest, H. I., Bossers, A., van Zijderveld, F. G., & Rebel, J. M. (2013). Clinical microbiology of Coxiella burnetii and relevant aspects for the diagnosis and control of the zoonotic disease Q fever. *Veterinary Quarterly*, 33(3), 148-160. <https://doi.org/10.1080/01652176.2013.843809>
- [399]. Roest, H. J., van Gelderen, B., Dinkla, A., Frangoulidis, D., van Zijderveld, F., Rebel, J., & van Keulen, L. (2012). Q fever in pregnant goats: pathogenesis and excretion of Coxiella burnetii. *PloS one*, 7(11), e48949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048949>
- [400]. Rondia, P. (2006). Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du Nord. *Filière ovine et caprine*, 18, 11-14.
- [401]. Roop II, R. M., & Caswell, C. C. (Eds.). (2017). *Metals and the Biology and Virulence of Brucella*. Springer International Publishing. Disponible sur : <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-53622-4>
- [402]. Roop, R. M., Gaines, J. M., Anderson, E. S., Caswell, C. C., & Martin, D. W. (2009). Survival of the fittest: how Brucella strains adapt to their intracellular niche in the host. *Medical microbiology and immunology*, 198(4), 221-238. <https://doi.org/10.1007/s00430-009-0123-8>
- [403]. Rossetti, C.A. Arenas-Gamboa, A.M. and Maurizio, E. (2017). Caprine brucellosis: A historically neglected disease with significant impact on public health. Aug 17, 11(8): e0005692. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005692>
- [404]. Rousset, E., Berri, M., Durand, B., Dufour, P., Prigent, M., Delcroix, T., ... & Rodolakis, A. (2009). Coxiella burnetii shedding routes and antibody response after outbreaks of Q fever-induced abortion in dairy goat herds. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(2), 428-433. <https://doi.org/10.1128/AEM.00690-08>

- [405]. Rousset, E., Prigent, M., Ameziane, G., Brugidou, R., Martel, I., Grob, A., ... & CM C, S. B. K. (2012). Adoption by a network's laboratories of a validated quantitative real-time PCR method for monitoring Q fever abortions in ruminant livestock. *Euroreference*, 8, 21-28. Disponible sur : <https://pro.anses.fr/euroreference/Documents/ER08-Meth-FievreQAvortEN.pdf>
- [406]. Rousset, E., Russo, P., Pépin, M., & Raoult, D. (2001). Epidémiologie de la fièvre Q animale. Situation en France. *Médecine et Maladies infectieuses*, 31, 233-246. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(01\)80064-0](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(01)80064-0)
- [407]. Roux, J. (1979). Epidemiology and prevention of brucellosis. *Bulletin of the World Health Organization*, 57(2), 179–94. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/312154>
- [408]. Ruano, M. P., & Aguayo, M. Z. (2017). Study of knowledge about bovine brucellosis among people involved in the cattle supply chain in the province of Manabí, Ecuador. *OIE Rev Sci Tech*, 36, 917-34. <https://doi.org/10.20506/rst.36.3.2725>
- [409]. RUSSO, P., RODOLAKIS, A., & NETTLETON, P. (1997). Infection à *Coxiella burnetii* ou fièvre Q. Manuel pratique de diagnostic de laboratoire des avortements infectieux des petits ruminants. Casablanca : L'espace Veterinaire, 103-114.
- [410]. Ryser, E.T., and Marth, E.H. (2007). *Listeria, Listeriosis, and Food Safety*, Third Edition (CRC Press).

S

- [411]. Sachse, K., Vretou, E., Livingstone, M., Borel, N., Pospischil, A., & Longbottom, D. (2009). Recent developments in the laboratory diagnosis of chlamydial infections. *Veterinary microbiology*, 135(1-2), 2-21. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.040>
- [412]. Saegerman, C., Berkvens, D., Godfroid, J., & Walravens, K. (2010). Bovine brucellosis. In P. Lefèvre, J. Blancou, R. Chermette, & G. Uilenberg (Eds.), *Infectious and parasitic disease of livestock* (pp. 991–1021). France: Lavoisier
- [413]. Saegerman, C., Reviriego-Gordejo, F., & Pastoret, P. P. (2009). Fièvre catarrhale ovine en Europe du nord. Disponible sur : https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/132934/1/Bull_2009-1-FRA.pdf
- [414]. Sahraoui, H., Madani, T., & Kermouche, F. (2016). Le développement d'une filière lait caprin en régions de montagne: un atout pour un développement régional durable en

- Algérie. *Options Méditerranéennes. The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems*, 115, 677-681. Disponible sur: <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=00007352>
- [415]. Sahraoui, H., Madani, T., & Kermouche, F. (2016). Le développement d'une filière lait caprin en régions de montagne: un atout pour un développement régional durable en Algérie. *Options Méditerranéennes. The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems*, 115, 677-681. Disponible sur: <https://om.ciheam.org/om/pdf/a115/00007352.pdf>
- [416]. Saidani, K., Ziam, H., Hamiroune, M., Righi, S., & Benakhla, A. (2019). Elevage des petits ruminants en Kabylie, Algérie, et perspectives de développement. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 72(2), 49-54. <https://doi.org/10.19182/remvt.31745>
- [417]. Sánchez-Sánchez, R., Vázquez, P., Ferre, I., & Ortega-Mora, L. M. (2018). Treatment of toxoplasmosis and neosporosis in farm ruminants: state of knowledge and future trends. *Current topics in medicinal chemistry*, 18(15), 1304-1323. <https://doi.org/10.2174/1568026618666181002113617>
- [418]. Sanchis, R., Pardon, P., Abadie, G., & Polveroni, G. (1984). Infection expérimentale de la brebis avec *Salmonella abortus ovis*: influence du stade de gestation. In *Annales de recherches vétérinaires* (Vol. 15, No. 1, pp. 97-103). Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00901481/document>
- [419]. Sawadogo, P., Hafid, J., Bellete, B., Sung, R. T. M., Chakdi, M., Flori, P., ... & Dalal, A. (2005). Seroprevalence of *T. gondii* in sheep from Marrakech, Morocco. *Veterinary Parasitology*, 130(1-2), 89-92. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.03.025>
- [420]. Schnydrig, P., Vidal, S., Brodard, I., Frey, C., Posthaus, H., Perreten, V., RodriguezCampos, S. (2017). Bacterial, fungal, parasitological and pathological analyses of abortions in small ruminants from 2012-2016. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 159, 647–656. <https://doi.org/10.17236/sat00136>
- [421]. Scholz, H. C., K. Nockler, C. Gollner, P. Bahn, G. Vergnaud, H. Tomaso, S. Al Dahouk, P. Kampfer, A. Cloeckart, M. Maquart, M. S. Zygmunt, A. M. Whatmore, M. Pfeffer, B. Huber, H. J. Busse and B. K. De (2010). "*Brucella inopinata* sp. nov., isolated from a breast implant infection." *Int J Syst Evol Microbiol* 60(Pt 4): 801-808. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.011148-0> .

- [422]. Scholz, H. C., S. Revilla-Fernandez, S. Al Dahouk, J. A. Hammerl, M. S. Zygmunt, A. Cloeckeaert, M. Koylass, A. M. Whatmore, J. Blom, G. Vergnaud, A. Witte, K. Aistleitner and E. Hofer (2016). "Brucella vulpis sp. nov., isolated from mandibular lymph nodes of red foxes (*Vulpes vulpes*).\" Int J Syst Evol Microbiol 66(5): 2090-2098. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.000998>.
- [423]. Scholz, H. C., Z. Hubalek, I. Sedlacek, G. Vergnaud, H. Tomaso, S. Al Dahouk, F. Melzer, P. Kampfer, H. Neubauer, A. Cloeckeaert, M. Maquart, M. S. Zygmunt, A. M. Whatmore, E. Falsen, P. Bahn, C. Gollner, M. Pfeffer, B. Huber, H. J. Busse and K. Nockler (2008). "Brucella microti sp. nov., isolated from the common vole *Microtus arvalis*." Int J Syst Evol Microbiol 58(Pt 2): 375-382. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.65356-0>.
- [424]. Scholz, H.C. Banai, M. Cloeckeaert, A. Kämpfer, P. Whatmore, A.M. (2018). Brucella. In: Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. Whitman WB, Rainey F, Kämpfer P, Trujillo M, Chun J, DeVos P, editors. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc ; pp 1-38.
- [425]. Schurig, G. G., Sriranganathan, N., & Corbel, M. J. (2002). Brucellosis vaccines: past, present and future. *Veterinary microbiology*, 90(1-4), 479-496. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00255-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00255-9)
- [426]. Selim, A., Elhaig, M., & Moawad, S. A. (2018a). A serological survey of four abortifacient infectious agents among small ruminant in Egypt. *Asian J Anim Vet Adv*, 13(2), 114-21.
- [427]. Selim, A., Yang, E., Rousset, E., ThiÚry, R., & Sidi-Boumedine, K. (2018b). Characterization of *Coxiella burnetii* strains from ruminants in a *Galleria mellonella* host-based model. *New microbes and new infections*, 24, 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2018.02.008>
- [428]. Shaapan, R. M., Hassanain, M. A., & Khalil, F. A. M. (2010). Modified agglutination test for serologic survey of *Toxoplasma gondii* infection in goats and water buffaloes in Egypt. *Research Journal of Parasitology*, 5(1), 13-17.
- [429]. Shapiro D & Wrong J. *Brucella*. In: Manual of clinical microbiology American Society for Microbiology. Murray P, Baron E, Pfaller M, Tenover F, Tenover F, editors. Washington DC; 1999, pp 625-631
- [430]. Sibley, L. D. (2004). Intracellular parasite invasion strategies. *Science*, 304(5668), 248-253. <https://doi.org/10.1126/science.1094717>

- [431]. Sibley, L. D. (2004). Intracellular parasite invasion strategies. *Science*, 304(5668), 248-253. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1094717>
- [432]. Sidi-Boumedine, K., Rousset, E., Henning, K., Ziller, M., Niemczuck, K., Roest, H. I. J., & Thiéry, R. (2010). Development of harmonised schemes for the monitoring and reporting of Q-fever in animals in the European Union. EFSA Supporting Publications, 7(5), 48E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2010.EN-48>
- [433]. Silva, G. A. V. D. (2016). O pioneirismo de Fúlvio Alice nas pesquisas veterinárias e zootécnicas e sua influência na institucionalização do ensino da Medicina Veterinária na Bahia. <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/22016>
- [434]. Singh, B. B., Kaur, R., Gill, G. S., Gill, J. P. S., Soni, R. K., & Aulakh, R. S. (2019). Knowledge, attitude and practices relating to zoonotic diseases among livestock farmers in Punjab, India. *Acta tropica*, 189, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.09.021>
- [435]. Singh, S. V., Agarwal, G. S., Batra, H. V., Gupta, V. K., & Singh, N. (2000). Monitoring of Brucella infection associated with reproductive losses using multiple serological tests in organized goat and sheep flocks. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 70(2).
- [436]. Smith, M. C., & Sherman, D. M. (2009). *Goat medicine*. John Wiley & Sons.
- [437]. Smith, M.C., & Sherman D.M. (2009). Reproductive System, in: *Goat Medicine*. Wiley- Blackwell, p. 571- 645.
- [438]. Sofian, M., Aghakhani, A., Velayati, A. A., Banifazl, M., Eslamifar, A., & Ramezani, A. (2008). Risk factors for human brucellosis in Iran: a case–control study. *International journal of infectious diseases*, 12(2), 157-161.
- [439]. Speer, C. A., & Dubey, J. P. (2005). Ultrastructural differentiation of *Toxoplasma gondii* schizonts (types B to E) and gamonts in the intestines of cats fed bradyzoites. *International journal for parasitology*, 35(2), 193-206. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2004.11.005>
- [440]. Speer, C. A., Clark, S., & Dubey, J. P. (1998). Ultrastructure of the oocysts, sporocysts, and sporozoites of *Toxoplasma gondii*. *The Journal of parasitology*, 84(3), 505-512. PMID: 9645847.
- [441]. Spickler, A. R. (2005). Salmonella Abortusovis. *The Center for Food Security and Public Health*. Disponible sur : <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>

- [442]. Sriranganathan, N., Seleem, M. N., Olsen, S. C., Samartino, L. E., Whatmore, A. M., Bricker, B., ... & Tsolis, R. M. (2009). *Brucella*. In *Genome mapping and genomics in animal-associated microbes* (pp. 1-64). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [443]. Srouf, G. (2006). *Amélioration durable de l'élevage des petits ruminants au Liban* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine). Disponible sur : <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01752549>
- [444]. Stavrou, A., Daly, J. M., Maddison, B., Gough, K., & Tarlinton, R. (2017). How is Europe positioned for a re-emergence of Schmallenberg virus?. *The Veterinary Journal*, 230, 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.04.009>
- [445]. Stelzer, S., Basso, W., Silván, J. B., Ortega-Mora, L. M., Maksimov, P., Gethmann, J., ... & Schares, G. (2019). *Toxoplasma gondii* infection and toxoplasmosis in farm animals: Risk factors and economic impact. *Food and Waterborne Parasitology*, 15, e00037. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00037>
- [446]. Stelzer, S., Basso, W., Silván, J. B., Ortega-Mora, L. M., Maksimov, P., Gethmann, J., ... & Schares, G. (2019). *Toxoplasma gondii* infection and toxoplasmosis in farm animals: Risk factors and economic impact. *Food and Waterborne Parasitology*, 15, e00037. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00037>
- [447]. Sykes, J. E., & Norris, J. M. (2013). *Coxiellosis and Q Fever*. In *Canine and Feline Infectious Diseases* (pp. 320-325). Elsevier Inc.. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0795-3.00032-6>

T

- [448]. Tabet-Derraz, N. F., & Bestaoui, S. (2017). Le nouveau profil épidémiologique de la brucellose humaine. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 47(4), S148. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2017.03.358>
- [449]. Tabet-Derraz, N. F., Bestaoui, S., & Segueni, A. (2017). Prévalence de la brucellose humaine dans une région d'élevage. *Médecine et maladies infectieuses*, 47(4), S148. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2017.03.357>
- [450]. Taleski, V., Zerva, L., Kantardjiev, T., Cvetnic, Z., Erski-Biljic, M., Nikolovski, B., ... & Kirandziski, T. (2002). An overview of the epidemiology and epizootology of brucellosis in selected countries of Central and Southeast Europe. *Veterinary microbiology*, 90(1-4), 147-155. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00250-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00250-X)

- [451]. Tamadhir, A., Al-Ahmed, A., Salman Sufan, S. (2020). Seroprevalence of enzootic abortion and border disease in small ruminants in albasra province, IRAQ. *Plant Archives*. 20, 2, 2722-2727.
- [452]. Taylor, W. P., & Mellor, P. S. (1994). Bluetongue virus distribution in Turkey 1978–1981. *Epidemiol Infect*, 112, 623-633.
- [453]. Tebug, S. F., Kamga-Waladjo, A. R., Ema, P. J. N., Muyeneza, C., Kane, O., Seck, A., ... & Lo, M. (2015). Cattle farmer awareness and behavior regarding prevention of zoonotic disease transmission in Senegal. *Journal of agromedicine*, 20(2), 217-224. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2015.1010068>
- [454]. Tegegne, D., Abdurahaman, M., &Yohannes, M. (2016). Seroepidemiology and associated risk factors of *Toxoplasma gondii* in sheep and goats in Southwestern Ethiopia. *BMC veterinary research*, 12(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/2Fs12917-016-0906-2>
- [455]. Tejedor-Junco, M. T., González-Martín, M., Corbera, J. A., Santana, Á., Hernández, C. N., & Gutiérrez, C. (2019). Preliminary evidence of the seroprevalence and risk factors associated with *Chlamydia abortus* infection in goats on the Canary Islands, Spain. *Tropical animal health and production*, 51(1), 257-260.
- [456]. Tempia, S., Mayet, N., Gerstenberg, C., & Cloete, A. (2019). Brucellosis knowledge, attitudes and practices of a South African communal cattle keeper group. Onderstepoort *Journal of Veterinary Research*, 86(1), 1-10. <https://hdl.handle.net/10520/EJC-1463e790f7>
- [457]. Tenter, A. M., Heckeroth, A. R., & Weiss, L. M. (2000). *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *International journal for parasitology*, 30(12-13), 1217-1258. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00124-7)
- [458]. Tesfaye, A., Sahele, M., Sori, T., Guyassa, C., &Garoma, A. (2020). Seroprevalence and associated risk factors for chlamydiosis, coxiellosis and brucellosis in sheep and goats in Borana pastoral area, southern Ethiopia. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1-8.
- [459]. Thomas, L., & Dubeuf, J. P. (1996). The development prospects of the goat milk sector in the Mediterranean Basin. A collective reflection applied to Morocco. *Etude FAO: Production et Sante Animaux (FAO)*.
- [460]. Tilley, M., Fichera, M. E., Jerome, M. E., Roos, D. S., & White, M. W. (1997). *Toxoplasma gondii* sporozoites form a transient parasitophorous vacuole that is impermeable and contains only a subset of dense-granule proteins. *Infection and immunity*, 65(11), 4598-4605. <https://doi.org/10.1128/iai.65.11.4598-4605.1997>

- [461]. Tindall, B. J., Grimont, P. A. D., Garrity, G. M., & Euzeby, J. P. (2005). Nomenclature and taxonomy of the genus *Salmonella*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 55(1), 521-524. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.63580-0>
- [462]. Toledo, A., Jado, I., Olmeda, A. S., Casado-Nistal, M. A., Gil, H., Escudero, R., & Anda, A. P. (2009). Detection of *Coxiella burnetii* in ticks collected from Central Spain. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 9(5), 465-468. <https://doi.org/10.1089/vbz.2008.0070>
- [463]. Toma, B., Bénet, J. J., Dufour, B. P., Eloit, M., Moutou, F., & Sanaa, M. (1991). Glossaire d'épidémiologie animale.
- [464]. Tomavo, S. (2001). The differential expression of multiple isoenzyme forms during stage conversion of *Toxoplasma gondii*: an adaptive developmental strategy. *International journal for parasitology*, 31(10), 1023-1031. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(01\)00193-X](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(01)00193-X)
- [465]. Touaref A., Bentorki A., Gouri A., Yekhlief A (2014). Etude de la brucellose humaine à Guelma (Algérie): A propos de 51 cas. *Revue Tunisienne d'Infectiologie. Janvier*, 8(1), 57-64.
- [466]. Tramuta, C., Lacerenza, D., Zoppi, S., Gorla, M., Dondo, A., Ferroglio, E., ... & Rosati, S. (2011). Development of a set of multiplex standard polymerase chain reaction assays for the identification of infectious agents from aborted bovine clinical samples. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 23(4), 657-664. <https://doi.org/10.1177%2F1040638711407880>
- [467]. Traxler, R. M., Lehman, M. W., Bosserman, E. A., Guerra, M. A., & Smith, T. L. (2013). A literature review of laboratory-acquired brucellosis. *Journal of Clinical Microbiology*, 51(9), 3055-3062. <https://doi.org/10.1128/JCM.00135-13>
- [468]. Truysers, I., Luke, T., Wilson, D., & Sargison, N. (2014). Diagnosis and management of venereal campylobacteriosis in beef cattle. *BMC veterinary research*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0280-x>
- [469]. Tschopp, R., Abera, B., Sourou, S. Y., Guerne-Bleich, E., Aseffa, A., Wubete, A., ... & Young, D. (2013). Bovine tuberculosis and brucellosis prevalence in cattle from selected milk cooperatives in Arsi zone, Oromia region, Ethiopia. *BMC veterinary research*, 9(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-163>
- [470]. Tukana, A., Warner, J., Hedlefs, R., & Gummow, B. (2015). The history of brucellosis in the Pacific Island Countries and Territories and its re-emergence. *Preventive veterinary medicine*, 122(1-2), 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.10.005>

- [471]. Tuon, F. F., Gondolfo, R. B., & Cerchiari, N. (2017). Human-to-human transmission of Brucella—a systematic review. *Tropical Medicine & International Health*, 22(5), 539-546. <https://doi.org/10.1111/tmi.12856>

V

- [472]. Valdazo-González, B., Alvarez-Martinez, M., & Greiser-Wilke, I. (2006). Genetic typing and prevalence of Border disease virus (BDV) in small ruminant flocks in Spain. *Veterinary Microbiology*, 117(2-4), 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.06.008>
- [473]. Van den Brom, R., Van Engelen, E., Luttikholt, S., Moll, L., Van Maanen, K., & Vellema, P. (2012). Coxiella burnetii in bulk tank milk samples from dairy goat and dairy sheep farms in The Netherlands in 2008. *Veterinary Record*, 170(12), 310-310. <https://doi.org/10.1136/vr.100304>
- [474]. Vázquez-Boland, J. A., Kuhn, M., Berche, P., Chakraborty, T., Domínguez-Bernal, G., Goebel, W., ... & Kreft, J. (2001). Listeria pathogenesis and molecular virulence determinants. *Clinical microbiology reviews*, 14(3), 584-640. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.3.584-640.2001>
- [475]. Vidić, B., Savić, S., Boboš, S., Radinović, R., & Prica, N. (2014). Available control measures for Q fever in sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 30(4), 625-634. Disponible sur: <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=1450-91561404625V>
- [476]. Vidić, B., Savić-Jevđenić, S., Grgić, Ž., Bugarski, D., & Maljković, M. (2007). Infectious abortion in sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6-1), 383-389.

W

- [477]. Wang, C. R., Qiu, J. H., Gao, J. F., Liu, L. M., Wang, C., Liu, Q., ... & Zhu, X. Q. (2011). Seroprevalence of Toxoplasma gondii infection in sheep and goats in northeastern China. *Small Ruminant Research*, 97(1-3), 130-133. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.02.009>
- [478]. Wang, Y., Wang, Z., Zhang, Y., Bai, L., Zhao, Y., Liu, C., ... & Yu, H. (2014). Polymerase chain reaction–based assays for the diagnosis of human brucellosis. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 13(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12941-014-0031-7>
- [479]. Webb, E. C., Casey, N. H., & Simela, L. (2005). Goat meat quality. *Small ruminant research*, 60(1-2), 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.009>

- [480]. Weiss, L. M., & Dubey, J. P. (2009). Toxoplasmosis: a history of clinical observations. *International journal for parasitology*, 39(8), 895-901. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2009.02.004>
- [481]. Wernike, K., Conraths, F., Zanella, G., Granzow, H., Gache, K., Schirrmeier, H., ... & Beer, M. (2014). Schmallenberg virus—two years of experiences. *Preventive Veterinary Medicine*, 116(4), 423-434. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.021>
- [482]. Wernike, K., Elbers, A., & Beer, M. (2015). Schmallenberg virus infection. *Revue Scientifique Et Technique (International Office of Epizootics)*, 34(2), 363-373. <https://doi.org/10.20506/rst.34.2.2363>
- [483]. Weston, J. F., Heuer, C., & Williamson, N. B. (2012). Efficacy of a Neospora caninum killed tachyzoite vaccine in preventing abortion and vertical transmission in dairy cattle. *Preventive veterinary medicine*, 103(2-3), 136-144. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.08.010>
- [484]. Whatmore, A. M., N. Davison, A. Cloeckert, S. Al Dahouk, M. S. Zygmunt, S. D. Brew, L. L. Perrett, M. S. Koylass, G. Vergnaud, C. Quance, H. C. Scholz, E. J. Dick, Jr., G. Hubbard and N. E. Schlabritz-Loutsevitch (2014). "Brucella papionis sp. nov., isolated from baboons (Papio spp.)." *Int J Syst Evol Microbiol* 64(Pt 12): 4120-4128 <https://doi.org/10.1099/ijs.0.065482-0>
- [485]. WHO. (World Health Organisation). (2015). Stratégies recommandées par l'OMS contre les maladies transmissibles – prévention et lutte. *Organisation Mondiale De La Sante*. Département des maladies transmissibles. Prévention, lutte et éradication. 49-50.
- [486]. World Health Organisation Staff, & World Health Organization. (2004). *Laboratory Biosafety Manual*. World Health Organization.
- [487]. World Health Organization. (2006). The control of neglected zoonotic diseases: a route to poverty alleviation: report of a joint WHO/DFID-AHP meeting, 20 and 21 September 2005, WHO Headquarters, Geneva, with the participation of FAO and OIE. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43485>
- [488]. World Health Organization. (2011). The control of neglected zoonotic diseases: community based interventions for NZDs prevention and control: report of the third conference organized with ICONZ, DFID-RiU, SOS, EU, TDR and FAO with the participation of ILRI and OIE: 23-24 November 2010, WHO Headquarters, Geneva, Switzerland (No. WHO/HTM/NTD/NZD/2011.1). World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44746>

- [489]. Wyrick, P. B. (2000). Intracellular survival by Chlamydia: microreview. *Cellular microbiology*, 2(4), 275-282. <https://doi.org/10.1046/j.1462-5822.2000.00059.x>

Y

- [490]. Yabrir, B., Laoun, A., Chenouf, N. S., & Mati, A. (2015). Caractéristiques des élevages ovins de la steppe centrale de l'Algérie en relation avec l'aridité du milieu: cas de la wilaya de Djelfa. *Livest. Res. Rural Dev*, 27, 207. Disponible sur : <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/yabr27207.html>

Z

- [491]. Zhang, N., Huang, D., Wu, W., Liu, J., Liang, F., Zhou, B., & Guan, P. (2018). Animal brucellosis control or eradication programs worldwide: a systematic review of experiences and lessons learned. *Preventive veterinary medicine*, 160, 105-115. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.002>
- [492]. Zinsstag, J., Schelling, E., Wyss, K., & Mahamat, M. B. (2005). Potential of cooperation between human and animal health to strengthen health systems. *The Lancet*, 366(9503), 2142-2145. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67731-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67731-8)

ANNEXES

RECUEIL DE TEXTES REGLEMENTAIRES

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE

Arrêté interministériel du 26 Décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose ovine et caprine.

- Le ministre de l'Intérieur, des collectivités locales, de l'environnement et de la Réforme administrative

- Le ministre des finances,

- Le ministre de la Santé et de la Population et

- Le ministre de l'Agriculture,

- Vu la loi n°88-08 du 26 janvier 1988 relative à la médecine vétérinaire et à la protection de la santé animale

- Vu la loi n°90-08 du 07 avril 1990 relative à la commune ;

- Vu la loi n°90-09 du 07 avril 1990 relative à la wilaya ;

- Vu le décret présidentiel n°94-93 du 15 avril 1994, modifié et complété, portant nomination des membres du gouvernement ;

- Vu le décret exécutif n°88-252 du 31 décembre 1988, modifié et complété, fixant les conditions d'exercice à titre privé des activités de médecine vétérinaire et de chirurgie des animaux ;

- Vu le décret exécutif n°95-66 du 22 février 1995 fixant la liste des maladies animales à déclaration obligatoire et les mesures générales qui leur sont applicables ;

- Vu l'arrêté interministériel du 1^{er} septembre 1984 portant institution d'un comité national et de comités de wilaya de lutte contre les zoonoses ;

ARRETENT

Article 1^{er}. - En application des dispositions de l'article 3 du décret exécutif n°95-66 du 22 février 1995 susvisé, le présent décret a pour objet de fixer les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose ovine et caprine.

Art.2. - Tout animal de l'espèce ovine ou caprine qui avorte ou présente des symptômes prémonitoires d'un avortement ou consécutifs à un avortement est considéré comme suspect de brucellose .

Est considéré comme avortement :

- l'expulsion du fœtus ,
- l'expulsion d'un mort né ou succombant dans les quarante huit (48) heures .

Toutefois, des épreuves sérologiques sur les multipares à l'occasion des mises-bas sont obligatoires .

Art.3. - Devant tout cas de suspicion de brucellose, le vétérinaire dûment mandaté est tenu d'effectuer les prélèvements nécessaires au diagnostic .

Il est entendu par prélèvements nécessaires :

- * les fragments de placenta portant sur 2 ou 3 cotylédons et/ou un écouvillonnage vaginal
- * l'avorton ou les prélèvements requis sur un jeune mort-né .
- * le colostrum ou le lait de la mère .
- * du sang provenant des animaux suspects .

Université Chadli Bendjedid - El-Tarf

Enquête sur les avortements chez les petits ruminants

Cette enquête s'inscrit dans le cadre d'une thèse de Doctorat en Sciences Vétérinaires. Je voudrais avoir une idée sur la fréquence des avortements dans les élevages des petits ruminants, les connaissances, les attitudes et les pratiques que l'éleveur prendra en cas d'avortements.

Date : / /

PARTIE 1 : DONNEES GENERALES SUR L'ELEVEUR

- 1- Sexe : Homme ☐ Femme ☐
- 2- Âge : 1 : ≥ 30 ans ☐ 2 : 31 à 50 ans ☐ 3 : ≤ 50 ans ☐
- 3- Le niveau instructif du propriétaire :
 - 1- Analphabète ☐ 2- Ecole coranique ☐ 3- Ecole primaire ☐
 - 4- Ecole moyenne ☐ 5- Ecole secondaire ☐ 6- Etude Universitaire ☐
- 4- Durée d'exercice de métier :
 - 1 : ≥ 5 ans ☐ 2 : 5 à 10 ans ☐ 3 : 10 à 20 ans ☐ 4 : ≤ 20 ans ☐
- 5- Formation agricole :
 - ☐ Oui, en gestion d'élevage des ruminants
 - ☐ Oui, en pathologie des ruminants
 - ☐ Autres : précisez :
 - ☐ Non
- 6- Région de l'exploitation (wilaya, Commune) :
.....

PARTIE 2 : L'ELEVAGE et LES ANIMAUX

- 1- Espèce : ovin ☐ caprin ☐ Mixte ☐
- 2- Taille du troupeau : ≤ 10 ☐ 11-50 ☐ 51-100 ☐ 100-200 ☐ ≥ 200 ☐
- 3- N° femelles reproductrices :
N° mâles géniteurs :
- 4- Présence d'autres espèces animales :
Bovins ☐ Chiens ☐ Chats ☐ volailles ☐ autres :
- 5- Elevage : 1- Familier ☐ 2- Industrielle ☐ (N° de travailleur :)
- 6- Mode d'élevage : Intensif ☐ Semi- intensif ☐ Extensif ☐

PARTIE 3 : CONDUITE DU TROUPEAU, HABITAT ET ALIMENTATION

- 1- L'alimentation : Pâturage exclusif ☐
 Pâturage et concentrés ☐
 Fourrages en bergerie/ chèvrerie et concentrés ☐
- 2- Type d'habitation : Chèvrerie/ bergerie ☐ Zriba ☐
- 3- Gestion d'élevage

	OUI	NON
Présence d'un pédiluve		
Les ouvriers utilisent des vêtements spéciaux pour la ferme		
Lavage des mains avant et après la manipulation des animaux		
Desinfection périodique des locaux.		
Deparasitage		
Dépistage de la brucellose		
Présence d'un local de mise bas		
Mise en quarantaine des nouveaux animaux		
En pâture, les animaux sont en contact avec d'autres troupeaux ?		
En pâture, les animaux sont en contact avec des animaux sauvages ?		
Circulation d'espèces nuisibles dans les bâtiments (rats, oiseaux...) ?		
Consultation vétérinaire		

4- Les animaux sont-ils vaccinés contre des maladies ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, contre quelles maladies ?

-La clavelée ☐ - PPR ☐ -l'entérotoxine ☐ Autres :

5- Mode de saillie :

- Monte naturelle ☐ - Insémination artificiel ☐

6- Origine du reproducteur :

- Exploitation ☐ - Hors exploitation ☐

7- Statut sérologique du reproducteur :

- Inconnu ☐ - Indemne de brucellose ☐

À votre avis quels sont les principaux problèmes de santé rencontrés dans votre élevage ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PARTIE 4 : LES AVORTEMENTS ET LES PATHOLOGIES DE LA REPRODUCTION

- 1- Au cours de la saison précédente de la reproduction quel est le nombre d'avortements / mort-nés / mortalités néonatales (Dans les 10 jours) que vous avez enregistrées ?

	Avortements	Mort-nés	Mortalités néonatales (Dans les 10 jours)
<u>Brebis</u>			
<u>Chèvre</u>			

- 2- Les avortements sont souvent : (Plusieurs réponses possibles)

- Sporadique ☐
- En vague ☐
- Saisonniers ☐ (saison :)
- Plus fréquents chez : les primipares ☐ Multipares ☐

- 3- Les avortements sont plus fréquents en quel stade de gestation :

- a. 1^{er} tiers de gestation ☐
- b. 2^{ème} tiers de gestation ☐
- c. 3^{ème} tiers de gestation ☐

- 4- En cas d'avortements vous pensez au :

- ☐ Perte économique
- ☐ Danger sanitaire
- ☐ Autres :

- 5-Au bout de combien d'avortements et sur quelle période réagissez-vous ?

- ☐ Au premier avortement
- ☐ J'attends un peu pour voir si d'autres femelles avortaient avant d'appeler votre vétérinaire
- ☐ Au bout de 3 avortements en une semaine ou moins
- ☐ Au bout de 10 avortements en 3 mois
- ☐ Je ne réagis pas
- ☐ Autres :

- 5- En cas d'avortement, parmi les précautions utiles, lesquelles mettez-vous déjà en place ?

	Oui	Non
Je limite et je sécurise au maximum l'accès à la ferme/ la bergerie/chèvrerie aux personnes et aux animaux		
Je prévois un pédiluve pour toute personne passant dans l'élevage près du lot de femelles avant avorté		
Je protège mes mains et avants bras au moyen de gants		
J'isole la ou les femelles avant avorté		
J'évite les contacts entre mon troupeau / mon matériel (cas des prêts) avec les cheptels voisins pour éviter de les contaminer		
Concernant les produits de la mise bas (foetus, placentas, caillots de sang, litière souillée...), je les rassemble et je les élimine (incinération ou enfouissement)		

PARTIE 5 : CONNAISSANCES GENERALES SUR LA BRUCELLOSE

1- Avez-vous entendu parler des maladies qui se transmettent de l'Animal à l'Homme ?

☐ Oui ☐ Non

2- Pensez-vous que certaines maladies qui peuvent faire avorter vos femelles peuvent également être transmises aux humains ?

☐ Oui ☐ Non

3- Parmi ces maladies transmissibles, la brucellose, une zoonose majeure, que connaissez-vous sur cette maladie ?

	Oui	Non	Je ne sais pas
Est une zoonose grave (transmissible à l'homme)			
Est une maladie à déclaration obligatoire			
Est un vice rédhibitoire			
On peut la confirmer par des test sérologique			
Entraine, dès sa suspicion, l'interdiction de commercialiser le lait cru produit dans l'exploitation			
Peut se transmettre par le lait cru			
Peut se transmettre par le contact avec les produits de l'avortement (placentas, avorton et les membranes fœtales...)			
Provoque des avortements tardifs			
Touche aussi les ruminants sauvages (cervidés, ...)			
Provoque des orchites et des épididymites Chez le mâle :			
Peut entraîner une diminution en production laitière			
Peut entraîner une rétention placentaire, une métrite et/ou une mammite			

4- Quelles sont les symptômes d'une contamination par la brucellose chez l'homme ?

Symptôme	Oui	Non	Je ne sais pas
Fièvre ondulante			
Infertilité			
Des arthrites, endocardites, méningoencéphalites...			

Y a-t-il d'autres choses que vous souhaiteriez ajouter à propos des avortements, des maladies, ou de cette étude ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Merci pour votre coopération et votre aide.

Enquête sur les avortements chez les petits ruminants

Cette enquête s'inscrit dans le cadre d'une thèse de Doctorat en Sciences Vétérinaires. On voudrait avoir une idée sur la conduite tenue devant des cas d'avortements. Nous vous prions de bien vouloir répondre de manière objective et précise aux questions posées en cochant la case qui convient.

I. Données générales

- 1- Sexe : Homme ☐ Femme ☐
- 2- Âge : 1 : ≥ 30 ans ☐ 2 : 31 à 50 ans ☐ 3 : ≤ 50 ans ☐
- 3- Expérience sur terrain : 1 : ≥ 5 ans ☐ 2 : 5 à 10 ans ☐ 3 : 10 à 20 ans ☐ 4 : ≤ 20 ans ☐
- 4- Région d'exerce :

II. Fréquence des pathologies de reproduction

Quelles sont les principales maladies / problèmes de reproduction que vous rencontrez sur terrain chez les petits ruminants ?

.....

.....

.....

.....

III. Déclaration des avortements

1- Dans quelle proportion estimez-vous que les éleveurs déclarent un avortement ou une série d'avortements ponctuels ?

- ☐ Dans plus de 50 % des cas
- ☐ Dans moins de 50% des cas
- ☐ Rarement voire jamais

2- Au bout de combien d'avortements et sur quelle période réagissent généralement les éleveurs ?

- ☐ Au premier avortement
- ☐ Au bout de 3 avortements en une semaine ou moins
- ☐ Au bout de 10 avortements en 3 mois
- ☐ Rarement voire jamais
- ☐ Autre, préciser

3- ~~vous~~ étiez sollicité pour faire un prélèvement sur au moins une femelle ayant avorté, au cours des 2 années précédentes ?

- ☐ Oui régulièrement : passer à la question 2-3.1
- ☐ Oui mais rarement : passer à la question 2-3.2
- ☐ Non : passer à la question 2-3-1

3.1 Si rarement ou si non à la question 2-3: Quelles causes peuvent freiner l'éleveur de vous demander de faire un diagnostic ?

- ☐ Peur d'éventuelles contraintes (quarantaine, arrêt de la commercialisation des produits...)
- ☐ Les analyses sont trop coûteuses
- ☐ Trop peu d'avortements
- ☐ Autre, préciser.....

3.2 Si oui à la question 3: Pour quelle(s) raison(s) l'éleveur vous a appelé ?

- ☐ Connaître la raison du ou des avortements
- ☐ Eviter d'autres avortements dans le troupeau
- ☐ Soigner la ou les femelles ayant avorté
- ☐ Respecter la réglementation
- ☐ Mettre en place des mesures pour traiter durablement la cause des avortements
- ☐ Autre, préciser

4- Pour quelle(s) raison(s) participez-vous au dispositif de déclaration obligatoire des avortements chez les bovins/ les petits ruminants ?

	Tres fortement	Fortement	Faiblement	Pas du tout
1- Pour contribuer à la detection precoce de la brucellose				
2- Pour pouvoir developper en parallele une démarche diagnostique afin d'essayer d'identifier la cause de l'avortement				
3- Pour respecter la reglementation qui impose la déclaration de tout avortement				
4- Pour eviter les controles ou sanctions par les services vétérinaires				

-Autre(s) facteurs non listé(s) ci-dessous (maximum 3 facteurs) :

.....

5-Quels facteurs limitent votre motivation à sensibiliser les éleveurs au dispositif obligatoire des avortements chez les ruminants (de manière générale ou dans certains cas) ?

	Tres fortement	Fortement	Faiblement	Pas du tout
1-Certains points du protocole de surveillance de la brucellose manquent de précision et / ou de pertinence				
2-Il n'y a pas de réel intérêt à dépister tout avortement				
3-La femelle ayant avorté est difficile à attraper pour l'éleveur				
4-Vous n'avez pas toujours le temps				
5- En cas de résultat positif vis-à-vis de la brucellose ou d'une autre maladie abortive l'éleveur peut être empêché de vendre tout ou partie de ses animaux				
6-Les prélèvements ne sont pas possibles (absence de l'avorton)				
7-Vous pensez qu'il n'y aura pas peu de mesure de maîtrise efficaces à mettre en place				

Autre(s) facteurs non listé(s) ci-dessous (maximum 3 facteurs) :

.....

6- Sur combien d'animaux effectuez-vous vos prélèvements (prise de sang) lors d'un protocole d'avortement ?

- ☐ Seulement sur l'animal avorté
☐ Sur l'animal avorté, des mères présentant des problèmes de reproduction (femelles primipares et multipares)
☐ Sur des animaux tout venants

7- Pensez-vous qu'il sera utile de mettre en place un protocole de diagnostic différentiel ?

☐ Oui.. Pourquoi ?

.....

☐ Non.. Pourquoi ?

.....

9- Si vous pensez que certains points du protocole de surveillance de la brucellose mériteraient d'être améliorés, préciser lesquels ?

.....

.....

.....

.....

.....

10- Quels sont les solutions et les mesures qu'on doit prendre à votre avis pour la réduction de la brucellose ?

.....

.....

.....

.....

.....

11- Avez-vous d'autres commentaires sur des points du dispositif de déclaration des avortements qui n'ont pas été abordés dans ce questionnaire ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Merci de votre aimable collaboration

Annexe 4 : Fiche d'enquête Q1

Fiche d'enquête Q1 : Inventaire et reproduction

Ref:

Date :

Région de l'exploitation

I- Structure du troupeau

Espèce : ovin ☐ caprin ☐ Mixte ☐

Qw/Cp	Brebis /Chèvres ♀(≥ 1an)	Béliers /Boucs ♂(≥ 1an)	Agneaux/chevreaux ♂(≤ 1an)	Agnelles/chevrettes ♀(≤ 1an)	Total
Nombre					
Nombre					

II- Paramètres de reproduction (les derniers 12 mois)

[illegible]

Annexe 5 : Fiche d'enquête Q2

Q1 : Entrées et sorties

III- Paramètres de gestion

III-1- Entrées des animaux (Animaux importés)

[illegible]

III-2 Sorties des animaux

[illegible]

PUBLICATION SCIENTIFIQUE