

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



**ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE
L'ENVIRONNEMENT**

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRE

Année: 2012-2013

N° d'ordre: 85

THESE DE DOCTORAT

Spécialité: Productions et Biotechnologies animales

Présenté par:

PAPA SHER DIOP

**Incidence de la fièvre Q et d'autres maladies abortives
sur la productivité des troupeaux de ruminants et la
santé des femmes au Sénégal**

Soutenue le 15 janvier 2014 à l'UCAD devant le jury composé de:

Président :	Cheikh Saad-Bou BOYE	Professeur
Rapporteurs :	Matar SECK	Professeur
	Lamine GUEYE	Professeur
	Serge BAKOU	Maître de Conférences agrégé
Examineur :	Georges A. OUEDRAGO	Professeur
Directeurs de thèse:	Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
	Daniel TAINURIER	Professeur

DEDICACES

A **ALLAH** Le Tout-Puissant Maître de l'univers et Son Prophète Mouhamed Salatou Wa Salam.

Je dédie ce travail à:

Tous ceux qui à travers le monde souffrent de faim.

Tous ceux qui souffrent de l'oppression et de l'injustice.

Mes parents: doux repos au Paradis

Ma femme Madame Diop Fatou Makha. Merci d'avoir accepté tant de privations pour me permettre d'achever ce travail.

Mes enfants :Fatma Thioub Diop, Makhtar, Papa Sher, Débo et Bachir.

Mes frères et sœurs.

Bourana Mbaye et Siradi Dème pour l'appui précieux depuis le début de ce travail.

Tous mes amis : je ne veux pas citer au risque d'en omettre.

Mes élèves et étudiants du CNFTEIA de Saint-Louis, de L'ISFAR de Bambey et de L'Université Gaston Berger de Saint-Louis.

Mes collègues du CNFTEIA de Saint-Louis, de L'ISFAR de Bambey et de L'Université Gaston Berger de Saint-Louis.

Mamadou Bachir Diop mon plus que frère.

Professeur Abdoulaye Wade fierté de la Nation sénégalaise.

REMERCIEMENTS

Je remercie:

Mes Maîtres et Juges

Professeur Cheikh Saad-Bou Boye: vous avez accepté de présider ce jury avec vos qualités d'homme de sciences et d'homme tout court dévoué aux nobles causes de l'Éducation et de la Formation. Merci

Professeur Matar Seck Recteur de l'Université de Bambey: Vos qualités scientifiques remarquables, votre humilité et votre rigueur dans le travail forcent le respect. Vous nous honorez d'accepter de juger ce travail.

Professeur Lamine Guèye Recteur de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis: Vos qualités scientifiques et de chercheur chevronné sont connues de tous. Merci d'avoir accepté de participer au jury

Professeur Serge Bakou: La réputation d'homme de science que vous avez acquise à l'EISMV force le respect. Merci

Professeur Georges A. OUEDRAGO : vous n'avez pas hésité une seconde pour accepter d'examiner avec rigueur ce travail. Nous disons merci

Professeur Germain Jérôme Sawadogo: Vous êtes l'un des artisans de notre formation de base et vous avez accepté sans conditions d'appuyer notre plan de carrière. Merci d'avoir pour tous les efforts que vous avez déployés pour guider ce travail.

Pofesseur Daniel Tainturier: Vous avez accepté spontanément d'initier cette étude. Vous m'avez également ouvert vos laboratoires et vos services à ONIRIS-Nantes sans aucune contrepartie. Vous avez dirigé sans réserve les travaux en mains de maître. Merci et je n'oublierai jamais les sacrifices consentis pour assurer ma formation initiale à l'EISMV. Merci!

Monsieur Gérard Châtagnon: merci pour m'avoir appuyé à réaliser les analyses sérologiques. Vos qualités humaines sont à la hauteur de votre grandeur d'âme. Merci !

TABLE DES MATIERES

	PAGES
Liste des acronymes.....	i
Liste des tableaux.....	iv
Liste des figures.....	vi
Résumé.....	vii
Summary.....	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.	
INTRODUCTION.....	5
I. BACTERIOLOGIE.....	6
I.1 Systématique.....	6
I.2 Caractères biologiques et variations génétiques.....	7
II. EPIDEMIOLOGIE.....	10
II.1 Répartition géographique et réservoirs de <i>Coxiella burnetii</i>	10
II. 2 Modes de contamination.....	12
III. POUVOIR PATHOGENE.....	15
IV. SYMPTOMES.....	16
IV.1 Infections expérimentales.....	16
IV. 2 Infections naturelles.....	16
IV.2.1 Population animale.....	16
IV.2.2. Population humaine.....	17
V. LESIONS.....	19
V.1 Placentaires.....	19
V.2 Chez l'avorton.....	19
VI. DIAGNOSTIC.....	20
VI.1 Bactériologie.....	20
VI.2 Sérologie.....	23
VII. TRAITEMENT.....	26
VIII. PROPHYLAXIE.....	28
VIII.1 Sanitaire.....	28
VIII. 2 Médicale.....	28
IX. AUTRES MALADIES ABORTIVES.....	30

IX.1 Brucellose.....	30
IX.2 Salmonelloses.	30
IX.3 Chlamydiophylose.....	30
IX.4 Diarrhée virale bovine.....	30
IX.5 Rhino trachéite infectieuse bovine (IBR).....	31
IX.6 Néosporose	31
CONCLUSION	33
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE DE LA FIEVRE Q AU SENEGAL	
I. LE MILIEU D'ETUDE.....	35
I.1 Le Bassin Arachidier (BA).....	36
I.2 Le Sénégal Oriental Haute Casamance (SOHC)	36
I.3 La Vallée du Fleuve Sénégal (VFS)	37
I.4 La Zone sylvo-pastorale (ZSP).....	37
I.5 Zone des Niayes (ZN).....	38
II. MATERIEL ET METHODES.....	45
II.1 Population animale.....	45
II.1.1 Caractéristiques de l'échantillon.....	45
II.1.2 Systèmes d'élevage.....	49
II.2 Population humaine.....	50
II.3 Prélèvements de sang, analyses sérologiques et traitements statistiques.....	50
II.3.1 Prélèvements de sang.	50
II.3.2 Analyses sérologiques.....	50
II.3.2.1 Fièvre Q.....	51
II.3.2.2 Brucellose	52
II.3.2.3 Salmonellose	53
II.3.2.4 Chlamydiophylose.....	53
II.3.2.5 Néosporose	54
II.3.2.6 IBR	54
II.3.2.7 BVD.....	54
II.3.3 Traitements statistiques.....	54
III RESULTATS.....	55
III.1 Résultats 1: Les performances de reproductions des troupeaux de ruminants au	

Sénégal.....	55
III.1.1 Résultats zootechniques.....	56
III.1.1.1 Composition et structure du cheptel.....	56
III.1.1.2 Origine des animaux.....	56
III.1.1.3 Mode de conduite des troupeaux.....	56
III.1.2 Paramètre de reproduction des troupeaux enquêtés.....	57
III.2 Résultats 2:Séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies abortives chez les ruminants.....	58
III.2.1 Séroprévalence en fonction des espèces animales	58
III.2.2 Séroprévalence en fonction des zones écogéographiques.....	58
III.2.3 Séroprévalence en fonction des classes d'âges.....	61
III.3 Résultats 3 : L'incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal.....	63
III.3.1 Séroprévalence en fonction des avortements.....	63
III.4 Résultats 4 : Le risque zoonotique de la fièvre Q au Sénégal.....	65
III.4.1 Séroprévalence de la fièvre Q chez les femmes en consultation prénatale.....	65
IV DISCUSSION.....	68
CONCLUSION GENERALE.....	78
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	81

LISTE DES ACRONYMES

ADN : Acide désoxyribonucléique.

AFSSA : Agence française de Sécurité sanitaire alimentaire.

ARN : Acide ribonucléique.

BA : Bassin Arachidier.

BHV-1 :Bovine herpes virus de type 1.

BVD : Diarrhée virale bovine.

CR3 : Récepteurs pour le fragment iC3b du système complémentaire.

DI50 : Dose inhibitrice 50.

DO : Densité optique.

DOmCN : Densité Optique moyenne du Sérum Négatif.

DOmCP : Densité Optique moyenne du Sérum Positif.

EAT : Epreuve à l'Antigène tamponné.

ECP : Effet cytopathogène.

ELISA : Enzyme-linked immunosorbent assay.

FC : Fixation du complément.

g : Gramme.

HEL : Human erythroleukemia.

I.P.I : Infecté permanent immunotolérant.

IBR : Rhino trachéite infectieuse bovine.

IFI : Immunofluorescence indirecte.

IgA : Immunoglobine de type A.

IgG : Immunoglobine de type G.

INRA : Institut Nationale de Recherches Agricoles.

IS1111 : Gène codant la transposase.

ISRA : Institut sénégalais de recherches agricoles.

kDa : Kilodalton.

km² : Kilomètre carré.

LPS : Lipopolysaccharides de surface.

LSI : Laboratoire service international.

ml : Millilitre.

mn : Minute.

PBS : Phosphate buffered saline.

PCR : Polymerase chain reaction.

pH : Potentiel hydrogène.

S/P : Sample/Positive.

sodB : Superoxyde dismutase.

SOHC : Sénégal Oriental Haute Casamance.

VFS : Vallée du Fleuve Sénégal.

ZN : Zone des Niayes.

ZSP : Zone Sylvo-Pastorale.

°C : Degré Celsius.

μL : Microlitre.

μm : Miromètre.

LISTE DES TABLEAUX

		Pages
Tableau I	Séroprévalence de <i>Coxiella burnetti</i> chez les ruminants en Allemagne, au Tchad, en Turquie et en Italie.....	11
Tableau II	Nombre de sérums étudiés pour rechercher la présence et les prévalences de la FQ et des principales maladies abortives en fonction de l'espèce et de l'incidence des avortements.....	41
Tableau III	Répartition géographique des animaux et des femmes prélevés.....	44
Tableau IV	Nombre de lactations et d'avortements chez les vaches étudiées.....	46
Tableau V	Nombre de lactations et d'avortements chez les brebis étudiées.....	47
Tableau VI	Nombre de lactations et d'avortements chez les chèvres étudiées.....	48
Tableau VII	Interprétation des résultats ELISA de la fièvre Q chez les ruminants.....	52
Tableau VIII	Structure des troupeaux : bovins, ovins et caprins de l'échantillon.....	56
Tableau IX	Quelques paramètres de reproduction des bovins, ovins et caprins enquêtés dans la zone de Mpal (Sénégal).....	57
Tableau X	Séroprévalences de la FQ et des principales maladies abortives en fonction des populations animales.....	58
Tableau XI	Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les bovins en fonction des zones écogéographiques	59
Tableau XII	Séroprévalences de la Fièvre Q et des principales maladies abortives des bovins dans le Bassin Arachidier et dans la zone des Niayes au Sénégal en fonction de l'âge.....	59
Tableau XIII	Séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies chez les ovins en fonction des zones écogéographiques dans le bassin arachidier, les Niayes et à Saint-Louis.....	60
Tableau XIV	Séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies chez les caprins en fonction des zones éco-géographiques dans le bassin arachidier et à Saint-Louis.....	60

Tableau XV	Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales maladies abortives des petits ruminants dans le Bassin Arachidier et de la zone des Niayes en fonction de l'âge.....	61
Tableau XVI	Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les bovins en fonction des classes d'âge.....	62
Tableau XVII	Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les ovins en fonction des classes d'âge.....	62
Tableau XVIII	Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les caprins en fonction des classes d'âge.....	63
Tableau XIX	Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les bovins ayant connu un avortement ou non.....	64
Tableau XX	Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les ovins ayant connu un avortement ou non.....	64
Tableau XXI	Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les caprins ayant connu un avortement ou non.....	64
Tableau XXII	Séroprévalences de la fièvre Q chez les femmes de MPAL en consultation prénatale.....	66
Tableau XXIII	Séroprévalences de la fièvre Q chez les femmes de Saint-Louis en consultation prénatale.....	67

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 <i>C.burnetii</i> . Microscope électronique grossissement × 75000.....	6
Figure 2 Lésions placentaires	19
Figure 3 Fréquences relatives des principaux agents infectieux retrouvés dans les avortements chez les bovins	32
Figure 4 Principales périodes d'actions des agents pathogènes responsables d'avortements chez les bovins	32
Figure 5 Zones agro écologiques au Sénégal.....	35
Figure 6 Gradient nord-sud de la pluviométrie au Sénégal.....	40
Figure 7 Effectifs du cheptel bovin par Département au Sénégal	41
Figure 8 Effectifs du cheptel ovin/caprin par Département au Sénégal.....	42
Figure 9 Répartition spatiale de l'échantillon	43
Figure 10 Effectifs des races bovines de l'étude.....	45

RESUME

La fièvre Q ou Query Fever (fièvre à élucider) est une zoonose décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie). L'étude se justifie par le fait que la fièvre Q existe au Sénégal mais, elle est peu étudiée et méconnue des populations en dehors de certains milieux comme les services vétérinaires et les centres de recherche biomédicale. L'objectif de l'étude est d'estimer l'incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal. Les résultats de nos enquêtes ont donné des taux d'avortement (animaux qui ont avorté au moins une fois) de **22%** pour les bovins, **6,38%** pour les ovins et **26%** pour les caprins. D'autres maladies abortives comme les salmonelloses, la brucellose, la chlamydophylose, la néosporose, l'IBR et la BVD ont été recherchées. Le test ELISA avec le coffret ELISA multi-espèces ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA a été utilisé pour la fièvre Q. La même technique a été utilisée pour la BVD, l'IBR, la néosporose et la chlamydophylose. Pour la brucellose la technique de la séroagglutination rapide avec l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT) BENGATEST® (SYNBIOTICS) a été mis en œuvre et pour les salmonelloses, celle de la séroagglutination lente classique (18 heures à 37°C). La présente étude confirme l'existence de la fièvre Q au Sénégal chez les ruminants et les femmes en consultation prénatale. Les taux de prévalence sont assez élevés : **11,7%** chez les bovins, **19,9%** chez les ovins, **25,5%** chez les caprins et **82,7%** chez les femmes en consultation prénatale. La fièvre Q est associée à d'autres maladies abortives avec des séroprévalences relativement élevées comme : les salmonelloses (bovins : **11,5%**, ovins : **8,9%** et caprins : **28,8%**), l'IBR (**49,2%**), la BVD (**61,3%**), la Chlamydophylose (bovins : **6,6%**, ovins : **20%** et les caprins : **18%**) et la néosporose (**58,9%**) chez les bovins. L'étude n'a pas pu révéler avec précision le rôle que joue chacune de ces maladies. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus dans d'autres pays d'Afrique subsaharienne et ailleurs dans le monde. Hormis les variations des séroprévalences en fonction des espèces, l'étude a révélé des différences significatives entre les différentes zones écologiques et les tranches d'âge des animaux. Nos travaux confirment les résultats antérieurs selon lesquels le nord du pays semble être plus infecté : pour les bovins (**33,9%** à Saint-Louis contre **9,7%** dans le bassin arachidier), les ovins (**40%** à Saint-Louis contre **3,5%** dans les Niayes) et les caprins (**30%** à Saint-Louis contre **23,4%** dans le bassin arachidier). Au total, l'étude confirme le caractère cosmopolite de la fièvre Q comme zoonose émergente. En effet, elle entraverait la rentabilité économique des animaux de rente et menacerait la santé publique au Sénégal.

Mots clés : Fièvre Q – Séroprévalence – Ruminants domestiques – Sénégal – Zoonose – Maladie abortive.

The effect of the Query Fever upon the fertility of the herds of ruminants in Senegal

Summary

The Query fever is a zoonosis first described by Derrick in 1935 on employees of a slaughter house in Brisbane (Queensland, Australia). This study finds its reason in the existence of this fever in Senegal. But it is not very much explored and as a matter of fact unknown by the population except for some people in specific milieu such as veterinarian services and biomedical research centres. The purpose of this study is to show the effect of the Query Fever on the fertility of the ruminant herd in Senegal. The result of our inquiries show the following rates of abortion (cattle that have at least one abortion) **22%** in the bovine population, in the ovine **6.38%** and in the in caprine **26%**. Other abortive diseases such as salmonellosis, brucellosis, chlamydyphylosis, neosporosis, IBR, and BVD have been explored. The ELISA test with the ELISA multi-species box ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA has been used for the Q fever. The same treatment has been used for BVD, IBR, neosporosis and chlamydyphylosis. We have implemented for the brucellosis the fast sero-agglutination technique along with the dabbed antigen proof (EAT) BENGATEST (SYNBIOTICS) and for the salmonellosis the classical slow sero-agglutination (18 hours at 37°C) this study confirms the existence of the Q Fever in Senegal among ruminants and women in antenatal consultation. The sero-prevalence rates are quite high **11.7%** for bovines, **19.9%** for ovines **25.5%** for caprines and **82.7%** for pregnant women. The Q Fever is associated with other abortive diseases with a relatively high seroprevalence salmonellosis (bovines **11.5%**, ovines **8.9%**, and caprines **28.8%**), IBR (**49.2%**), BVD (**61.3%**), Chlamydyphylosis (bovine **6.6%**, ovine **20%** and kid **18%**) and neosporosis **58.9%** on the bovine. This study has been able to reveal the precise effect of each illness. These results are comparable to those of other researches in other South Saharan countries and in elsewhere in the world. Along with the variation in seroprevalence according to the species, the study has revealed significant discrepancies between different ecological areas and between the different stages of age. Our work confirms old results according to which the north of Senegal seems to be more infected: for bovines (**33.9%** in St Louis against **9.7%** in the centre of Senegal), for ovines (**40%** in St Louis against **3.5%** in the “Niayes” area) and caprines (**30%** in St Louis against **23.4%** in the centre of Senegal). As far as age is concerned the Query Fever respectively affects **22.7%** from zero to 4 years, **11.4%** from 5 to 8 years and **9.9%** over 8 years of bovines, **18.4%** from zero to 12 months, **26.7%** from 13 to 24 months and **18.1%** over 24 months of ovines **2.56%** from zero to 12 months, **19.2%** from 13 to 24 months and **27.1%** over 24 months of the kid race. To sum up, our study confirms the cosmopolite character of the QF as an emerging zoonosis. It indeed impeaches the income return of cattle breeding and threatens Senegalese public health.

Key words: Q Fever – Seroprevalence – Domestic ruminants – Senegal – Zoonosis – abortive disease.

Nom et prénoms du candidat : Papa Sher Diop

Titre de la thèse : incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal

Date de soutenance : le 15 janvier 2014

Jury : Président	Cheikh Saad- Bou BOYE	Professeur
Rapporteurs :	Matar SECK	Professeur
	Lamine GUEYE	Professeur
	Serge BAKOU	Maître de Conférences agrégé
Examineur :	Georges A. OUEDRAGO	Professeur
Directeurs de thèse :	Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
	Daniel TAINURIER	Professeur

RESUME

La fièvre Q ou Query Fever (fièvre à élucider) est une zoonose décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie). L'étude se justifie par le fait que la fièvre Q existe au Sénégal mais, elle est peu étudiée et méconnue des populations en dehors de certains milieux comme les services vétérinaires et les centres de recherche biomédicale. L'objectif de l'étude est d'estimer l'incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal. Les résultats de nos enquêtes ont donné des taux d'avortement (animaux qui ont avorté au moins une fois) de 22% pour les bovins, 6,38% pour les ovins et 26% pour les caprins. D'autres maladies abortives comme les salmonelloses, la brucellose, la chlamydia, la néosporose, l'IBR et la BVD ont été recherchées. Le test ELISA avec le coffret ELISA multi-espèces ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA a été utilisé pour la fièvre Q. La même technique a été utilisée pour la BVD, l'IBR, la néosporose et la chlamydia. Pour la brucellose la technique de la séroagglutination rapide avec l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT) BENGATEST® (SYNBIOTICS) a été mise en œuvre et pour les salmonelloses, celle de la séroagglutination lente classique (18 heures à 37°C). La présente étude confirme l'existence de la fièvre Q au Sénégal chez les ruminants et les femmes en consultation prénatale. Les taux de prévalence sont assez élevés : 11,7% chez les bovins, 19,9% chez les ovins, 25,5% chez les caprins et 82,7% chez les femmes en consultation prénatale. La fièvre Q est associée à d'autres maladies abortives avec des séroprévalences relativement élevées comme : les salmonelloses (bovins : 11,5%, ovins : 8,9% et caprins : 28,8%), l'IBR (49,2%), la BVD (61,3%), la Chlamydia (bovins : 6,6%, ovins : 20% et les caprins : 18%) et la néosporose (58,9%) chez les bovins. L'étude n'a pas pu révéler avec précision le rôle que joue chacune de ces maladies. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus dans d'autres pays d'Afrique subsaharienne et ailleurs dans le monde. Hormis les variations des séroprévalences en fonction des espèces, l'étude a révélé des différences significatives entre les différentes zones écologiques et les tranches d'âge des animaux. Nos travaux confirment les résultats antérieurs selon lesquels le nord du pays semble être plus infecté : pour les bovins (33,9% à Saint-Louis contre 9,7% dans le bassin arachidier), les ovins (40% à Saint-Louis contre 3,5% dans les Niayes) et les caprins (30% à Saint-Louis contre 23,4% dans le bassin arachidier). Au total, l'étude confirme le caractère cosmopolite de la fièvre Q comme zoonose émergente. En effet, elle entraverait la rentabilité économique des animaux de rente et menacerait la santé publique au Sénégal.

Mots clés : Fièvre Q – Séroprévalence – Ruminants domestiques – Sénégal – Zoonose – Maladie abortive.

The effect of the Query Fever upon the fertility of the herds of ruminants in Senegal

Summary

The Query fever is a zoonosis first described by Derrick in 1935 on employees of a slaughter house in Brisbane (Queensland, Australia). This study finds its reason in the existence of this fever in Senegal. But it is not very much explored and as a matter of fact unknown by the population except for some people in specific milieu such as veterinarian services and biomedical research centres. The purpose of this study is to show the effect of the Query Fever on the fertility of the ruminant herd in Senegal. The result of our inquiries show the following rates of abortion (cattle that have at least one abortion) 22% in the bovine population, in the ovine 6.38% and in the in caprine 26%. Other abortive diseases such as salmonellosis, brucellosis, chlamydia, neosporosis, IBR, and BVD have been explored. The ELISA test with the ELISA multi-species box ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA has been used for the Q fever. The same treatment has been used for BVD, IBR, neosporosis and chlamydia. We have implemented for the brucellosis the fast sero-agglutination technique along with the dapped antigen proof (EAT) BENGATEST (SYNBIOTICS) and for the salmonellosis the classical slow sero-agglutination (18 hours at 37°C) this study confirms the existence of the Q Fever in Senegal among ruminants and women in antenatal consultation. The sero-prevalence rates are quite high 11.7% for bovines, 19.9% for ovines 25.5% for caprines and 82.7% for pregnant women. The Q Fever is associated with other abortive diseases with a relatively high seroprevalence salmonellosis (bovines 11.5%, ovines 8.9%, and caprines 28.8%), IBR (49.2%), BVD (61.3%), Chlamydia (bovine 6.6%, ovine 20% and kid 18%) and neosporosis 58.9% on the bovine. This study has been able to reveal the precise effect of each illness. These results are comparable to those of other researches in other South Saharan countries and in elsewhere in the world. Along with the variation in seroprevalence according to the species, the study has revealed significant discrepancies between different ecological areas and between the different stages of age. Our work confirms old results according to which the north of Senegal seems to be more infected: for bovines (33.9% in St Louis against 9.7% in the centre of Senegal), for ovines (40% in St Louis against 3.5% in the "Niayes" area) and caprines (30% in St Louis against 23.4% in the centre of Senegal). As far as age is concerned the Query Fever respectively affects 22.7% from zero to 4 years, 11.4% from 5 to 8 years and 9.9% over 8 years of bovines, 18.4% from zero to 12 months, 26.7% from 13 to 24 months and 18.1% over 24 months of ovines 2.56% from zero to 12 months, 19.2% from 13 to 24 months and 27.1% over 24 months of the kid race. To sum up, our study confirms the cosmopolite character of the QF as an emerging zoonosis. It indeed impeaches the income return of cattle breeding and threatens Senegalese public health.

Key words: Q Fever – Seroprevalence – Domestic ruminants – Senegal – Zoonosis – abortive disease.

PREMIERE PARTIE :
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION GENERALE

Faire du Sénégal un pays émergent à travers une stratégie de croissance accélérée est l'option politique en cours des pouvoirs publics du pays. Le secteur agricole devrait constituer le moteur de cette croissance. La population rurale pourrait ainsi bénéficier des fruits de la croissance. L'élevage, au Sénégal, contribue significativement au revenu agricole. Le NISDEL (Nouvelle Initiative Sectorielle de Développement de l'Elevage), la nouvelle politique de développement de l'élevage, s'est fixée comme objectif général, d'accroître les productions animales, d'améliorer les revenus des producteurs et de préserver les ressources naturelles. Cette politique met l'accent sur l'élevage extensif en milieu rural. Cependant, l'élevage au Sénégal est encore confronté à des contraintes pathologiques même si les maladies majeures sont de nos jours plus ou moins maîtrisées. Des maladies comme la fièvre Q, considérées comme des maladies négligées mais émergentes portent un préjudice économique important au développement des productions animales.

La fièvre Q ou Query Fever (fièvre à élucider) est une zoonose [73,95], décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie) [31]. L'agent pathogène est une petite bactérie : *Coxiella burnetii*. Chez les ruminants, *Coxiella burnetii* entraîne des troubles de la reproduction, des avortements et des mises bas prématurées, des métrites et des troubles de la fertilité. Les impacts sanitaires chez ces animaux sont réduits comparés aux pertes économiques qui peuvent être très importantes.

Les ruminants (bovins, ovins et caprins) sont généralement à l'origine de la contamination de l'homme [11]. La cohabitation étroite entre ruminants et hommes dans notre pays aussi bien en milieu rural qu'urbain serait sans nul doute un facteur de risque important à considérer. Les ruminants comme les ovins sont dans nos pays considérés dans certaines familles comme des animaux de compagnie à l'image des chiens et chats dans les pays occidentaux.

La fièvre Q, à travers son incidence sur la fertilité des ruminants, a des conséquences négatives non négligeables sur la croissance numérique des troupeaux naisseurs, avec les pertes économiques qui s'en suivent. Les conséquences sanitaires et hygiéniques que cette maladie a sur la santé publique, mérite que les autorités sanitaires et médicales lui accordent beaucoup plus d'attention.

L'étude se justifie par le fait que la fièvre Q existe au Sénégal [61, 62, 63]. Elle est peu étudiée et méconnue des populations en dehors de certains milieux comme les services vétérinaires et les centres de recherche biomédicale. Les conséquences économiques de cette zoonose négligée sont sous-estimées et sont, à priori, considérées comme faibles. Le diagnostic est rarement établi, le clinicien y pense rarement. Pourtant, l'incidence de la fièvre Q pourrait être importante sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal. De plus, la fièvre Q est une zoonose qui peut être grave chez des populations comme les professionnels de l'élevage et des industries agroalimentaires, les femmes enceintes, les immunodéprimés (porteurs de VIH) et les personnes souffrant de valvulopathies. La maladie est souvent confondue avec la grippe et le paludisme, maladies fébriles dans notre pays.

Ainsi, il est important, dans le cadre de cette étude, de recueillir des informations sur la circulation de *Coxiella burnetii* dans les populations animales et humaines et d'estimer certaines caractéristiques de la fièvre Q au Sénégal.

La question de recherche est la suivante : l'incidence de la fièvre Q et d'autres maladies abortives ont-elles des conséquences négatives sur la productivité des ruminants et sur la santé publique?

Une hypothèse est posée : l'incidence de la fièvre Q et d'autres maladies abortives ont des conséquences négatives sur la productivité des ruminants et sur la santé publique.

L'objectif général de l'étude est d'estimer l'incidence de la fièvre Q et d'autres maladies abortives sur la productivité des ruminants et sur la santé publique au Sénégal et d'avoir une meilleure connaissance de ces maladies dans notre pays.

De l'objectif général, quatre objectifs spécifiques sont déclinés :

- **Objectif Spécifique 1** : Analyser les performances de reproduction des troupeaux de ruminants au Sénégal ;
- **Objectif Spécifique 2** : Déterminer la séroprévalence de la fièvre Q et des autres maladies abortives chez les ruminants ;
- **Objectif Spécifique 3** : Evaluer l'incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal ;
- **Objectif Spécifique 4** : Estimer le risque zoonotique de la fièvre Q au Sénégal.

L'étude traitera deux parties.

La première partie traite de la synthèse bibliographique en mettant l'accent sur :

- L'étiologie de la fièvre Q ;
- Les aspects épidémiologiques de la maladie ;
- Le pouvoir pathogène de *Coxiella Burnetii* ;
- Les méthodes de diagnostic les plus courantes ;
- Les moyens de lutte : prophylaxie et traitement médical ;
- Une description sommaire des principales maladies abortives comme la brucellose, les salmonelloses des ruminants, la chlamydiophylose, la rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR), la Diarrhée virale bovine (BVD) et la Néosporose.

La deuxième partie sera consacrée à l'étude expérimentale de l'incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal. Les aspects suivants seront abordés :

- **Le milieu d'étude** : les caractéristiques physiques, climatiques, écologiques et les systèmes d'élevage pratiqués dans les zones étudiées ;
- **Le matériel et les méthodes** ;
 - Matériel animal et humain;
 - Méthodologie des enquêtes;
 - Les techniques de laboratoire utilisées;
 - Le traitement statistique des données.
- **Les résultats** ;
- **La discussion** ;

Enfin l'étude dégagera les principales conclusions et les perspectives de recherche et de moyens de lutte contre la maladie. Les publications personnelles seront placées en annexes.

PREMIERE PARTIE :
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION.

La fièvre Q ou Query Fever (fièvre à élucider) est une zoonose [73,95], décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie) [31]. La maladie sévit dans le monde entier excepté en Nouvelle Zélande et dans l'Antarctique. L'infection est due à *Coxiella burnetii*, une petite bactérie exclusivement intracellulaire [23]. Elle infecte de très nombreuses espèces animales : arthropodes, oiseaux, reptiles et mammifères. La maladie affecte surtout l'homme et les ruminants domestiques [66]. Chez les ruminants, *Coxiella burnetii* entraîne des troubles de la reproduction, des avortements et des mises bas prématurées, des métrites et des troubles de la fertilité. Les animaux infectés excrètent irrégulièrement *C. burnetii* dans le placenta, le mucus vaginal, le lait, les fèces et l'urine. La prévalence de la fièvre Q chez les ruminants est généralement mal connue et vraisemblablement sous-estimée car elle n'est pas souvent recherchée surtout en Afrique. Chez l'homme, la maladie est caractérisée par sa grande variabilité sur le plan clinique. La forme aiguë est généralement bénigne sauf chez certains sujets à risque comme les femmes enceintes, les porteurs d'anomalies des valvules cardiaques et les immunodéprimés, où la maladie peut évoluer sous une forme chronique grave. Cette forme chronique fait la gravité de l'infection. Elle se manifeste, le plus souvent, sous la forme d'une endocardite mortelle à 25-60 % en l'absence de traitement [95]. Le diagnostic est rarement établi du fait du peu de spécificité clinique de la maladie. Il ne peut être confirmé que par la biologie, à condition que le clinicien y pense constamment lors de tout syndrome infectieux inexpliqué. La voie de contamination la plus fréquente, autant chez l'homme que chez l'animal, est l'inhalation de poussières infectées. Le paludisme et le sida constituent des facteurs favorables pour le développement de l'infection chez l'homme [94].

I. BACTERIOLOGIE

L'agent causal de la fièvre Q, *Coxiella burnetii*, est une bactérie intracellulaire stricte. [51]. Sa paroi est similaire à celle des bactéries à Gram négatif mais le germe se caractérise par une coloration à la technique de Gram difficile. [7]. La coloration de Gimenez est une des méthodes de choix pour sa mise en évidence [116].

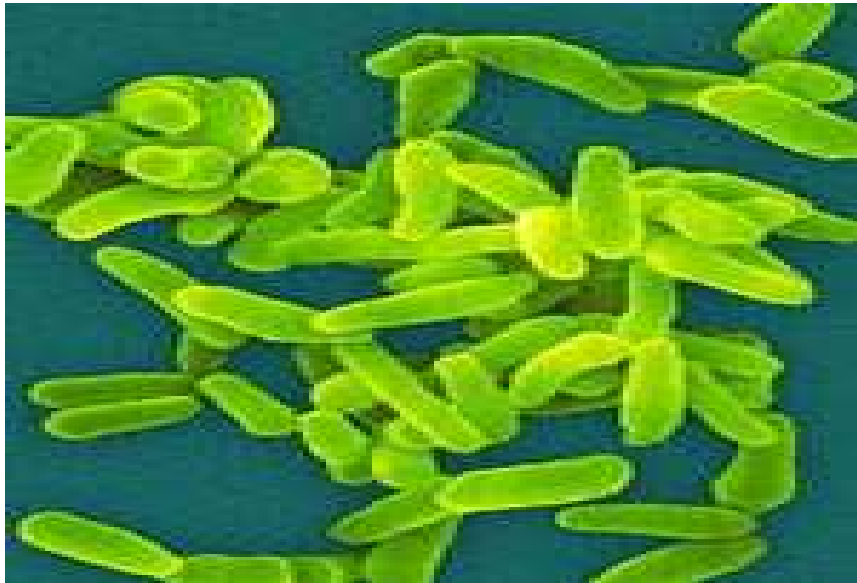


Figure 1 : *Coxiella burnetii*. Microscope électronique x 7500

Source: <http://www.vetnext.com/search>.

I.1 Systématique

Le « Bergey's Manual of Determinative Bacteriology », dans la 7^{ème} et 8^{ème} édition classe le genre *Coxiella* dans l'ordre des *Rickettsiales*, dans la famille des *Rickettsiaceae* et dans la tribu des *Rickettsieae* [90]. La description de l'ordre des *Rickettsiales*, telle qu'il apparaît dans la première édition du *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* est conforme, dans ses grandes lignes, à la description de la huitième édition du *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* [64]. Cependant, les études phylogénétiques récentes, basées sur l'étude de la séquence du gène codant l'ARN ribosomal 16s, ont montré que le genre *Coxiella* devrait être exclu de l'ordre des *Rickettsiales*. Il appartiendrait à la classe des *Gammaproteobacteria*, proche des genres *Legionella*, *Francisella* et *Rickettsiella* [22, 65]. Dans la deuxième édition du "Bergey's Manual of Systematic Bacteriology" le genre *Coxiella*

est placé dans la famille des *Coxiellaceae* (ordre des *Legionellales*, classe *Gammaproteobacteria*, phylum ou division des "*Proteobacteria*", domaine ou empire des "*Bacteria*" ou des "*Eubacteria*"). Officiellement, le genre *Coxiella* ne renferme qu'une seule espèce, *Coxiella burnetii*. Toutefois, Tan et Owens [119] ont décrit une bactérie, isolée d'écrevisses australiennes ou redclaws (*Cherax quadricarinatus*), dont la séquence de l'ARNr 16S est proche de celle de *Coxiella burnetii* et, dans une moindre mesure, de *Legionella pneumophila*. Ces auteurs proposent de placer cette bactérie comme une nouvelle espèce du genre *Coxiella*, "*Coxiella cheraxi*".

I.2 Caractères biologiques et variations génétique

Coxiella Burnetii est une bactérie intracellulaire obligatoire. Sa culture est impossible sur milieu inerte mais elle peut être réalisée sur œufs embryonnés ou sur culture de différentes lignées cellulaires. (lignées macrophagiques comme les cellules P388D1 et J774, lignées fibroblastiques comme les cellules L929 ou HEL, cellules Véro...). Sur le plan génétique, le génome de *Coxiella burnetii* est séquencé et présente des variations portant à la fois sur l'ADN chromosomique et sur l'ADN plasmidique (1 à 4 plasmides selon les souches). Le chromosome est certainement linéaire et sa longueur varie selon les souches entre 1,5 et $2,4 \times 10^6$ paires de bases. Selon Seshadri [114], le génome de *C. burnetii* mesure 1 995 275 paires de bases, mais varie d'une souche à l'autre. Le génome de *C. burnetii* semble être dans une phase précoce de réduction durant laquelle les gènes dégradés ou non fonctionnels sont éliminés alors que le microorganisme devient plus dépendant de son hôte en matière de nutrition. L'étude des plasmides a permis de déterminer 4 à 6 génotypes qui seraient associés à des LPS différents, des cinétiques de croissances différentes, voire des variations de leur pouvoir pathogène. Des études portant sur un nombre plus important de souches n'ont pas permis de confirmer ces données et les variations génétiques semblent être en relation avec l'origine géographique des souches mais non avec leur pouvoir pathogène. *Coxiella burnetii* présente des variations de phases antigéniques liées à des modifications du lipopolysaccharides de surface (LPS) comparables à celles observées chez les entérobactéries (variation lisse-rugueuse ou smooth-rough) [78].

La phase I, est l'équivalente de la phase smooth (lisse) des entérobactéries. Elle possède un LPS complet et est très virulente. Cette forme se développe chez les arthropodes,

l'homme et les autres mammifères infectés. C'est la forme naturelle de la bactérie et elle ne doit être manipulée que dans un laboratoire de sécurité de niveau 3.

La phase II, équivalente à la phase rough (rugueuse), avec un LPS incomplet ou court est obtenue au laboratoire après plusieurs passages sur œufs embryonnés ou cultures cellulaires. La nature incomplète du LPS suite à une perte de certaines protéines de la membrane externe, a pour conséquence un pouvoir infectieux faible. Certains auteurs considèrent que cette variation de phase existe chez l'homme et les animaux infectés. En effet, la réponse en anticorps est généralement plus précoce et plus élevée vis-à-vis d'un antigène constitué par des bactéries en phase I. En revanche, le pouvoir protecteur des anticorps antiphase I est nettement plus élevé que celui des anticorps antiphase II. Cette connaissance a des applications pratiques dans le domaine de la prophylaxie. Les vaccins fabriqués avec un antigène de type I assurent une meilleure protection. Selon Shigo [48], le cycle intracellulaire est complexe. Les bactéries en phase I, pour pénétrer dans les cellules cibles se fixent sur des récepteurs apparentés aux intégrines. Après phagocytose, les bactéries sont présentes dans les phagosomes qui fusionnent rapidement avec les lysosomes pour former des phagolysosomes. Les phagolysosomes fusionnent entre eux pour former une vacuole unique dont le pH acide est compris entre 4,7 et 5,2. Cette acidité est nécessaire au métabolisme et à la multiplication du microorganisme. L'acidité entrave l'efficacité de certains antibiotiques lors du traitement d'où la nécessité d'un choix judicieux des antibiotiques pour assurer un traitement efficace.

Les bactéries en phase II présentent un comportement très différent. Elles se fixent sur les récepteurs CR3 (récepteurs pour le fragment iC3b du système complémentaire), elles pénètrent facilement dans les cellules mais elles sont rapidement détruites dans les phagolysosomes. Ces différences de comportement entre *Coxiella burnetii* en phase I et *Coxiella burnetii* en phase II permettent d'expliquer que seules les bactéries en phase I soient infectieuses. Le cycle de multiplication de *Coxiella burnetii* est complexe et aboutit à la formation de deux formes morphologiques, biochimiques et métaboliques différentes : des variantes de petite taille dense et des variantes de grande taille.

Les variantes de petite taille ou « small-cell variants » sont des bacilles d'environ 0,2 µm de diamètre sur 0,5 µm de longueur. Cette forme est celle que l'on retrouve dans le milieu extracellulaire. Ces variantes présentent un matériel nucléaire condensé et sont caractérisées

par l'accumulation dans l'espace périplasmique des protéines et des fragments de peptidoglycanes qui jouent un rôle dans les capacités de résistance. Les variantes extracellulaires de *Coxiella burnetii* sont très résistantes dans le milieu extérieur même si la résistance apparaît variable selon les conditions et selon les auteurs. Selon **Raoult et al. [93]**, elles peuvent survivre 40 mois dans du lait conservé à température ambiante, deux ans à 20°C, 49 jours dans des urines et 7 à 9 mois dans de la laine à 20°C. Elles supportent de grandes variations de pH, sont thermostables (survivent 30 minutes à 60°C) et résistent à la dessiccation, et à de nombreux antiseptiques et désinfectants aux concentrations habituelles. Ils sont métaboliquement peu actifs. Après pénétration dans la cellule eucaryote par phagocytose, ils sont activés par l'acidité des phagolysosomes et donnent les variantes de grande taille. Les variantes de grande taille (forme intracellulaire) apparaissent plus polymorphes, leur longueur peut atteindre 2 µm, ils présentent un nucléoïde dispersé, un espace périplasmique bien individualisé et parfois des fibrilles cytoplasmiques. Ils sont métaboliquement actifs donc infectieux. Leur fragilité dans le milieu extérieur explique le faible rôle qu'ils jouent dans la transmission inter-individus de la maladie. Cette forme est responsable de la dissémination de *Coxiella burnetii* dans un organisme infecté. Au cours de leur multiplication, les variantes de grande taille semblent capables de présenter un phénomène proche de celui de la sporulation car il est parfois possible d'observer la présence d'un septum qui partage le cytoplasme de la cellule en deux compartiments de taille inégale dont chacun renferme un matériel nucléaire complet. Par la suite, le petit compartiment cellulaire donnerait naissance à l'équivalent d'une spore ou d'une pseudo-spore dont le développement ultérieur conduirait à une variante de petite taille libérée de la cellule soit par lyse cellulaire soit par exocytose [41].

II. EPIDEMIOLOGIE

II.1 Répartition géographique et réservoirs de *Coxiella burnetii*

La fièvre Q a une répartition géographique mondiale à l'exception de la Nouvelle-Zélande et dans l'Antarctique [105]. Les animaux domestiques et sauvages constituent le réservoir de germes. Les études de séroprévalence réalisées à travers le monde montrent que l'infection des ruminants par *Coxiella burnetii* est endémique dans le monde entier. Les ruminants domestiques comme les bovins, ovins et caprins sont généralement à l'origine de la contamination de l'homme. **Arricau-bouvery & Rodokalis [11]** ont fait le point bibliographique sur la séroprévalence de la fièvre Q chez les ruminants (toutes espèces confondues) en Allemagne, au Tchad, en Turquie et en Italie variant de 1,3% à 13 % (**Tableau I**).

Tableau I: Séroprévalence de *Coxiella burnetti* chez les ruminants en Allemagne, au Tchad, en Turquie et en Italie *[11]

Pays	Années	Animaux testés	Troupeaux testés	Test utilisé	Séroprévalence
BOVINS					
Tchad	1999-2000	195	19	Elisa **	4%
Turquie	1998	416	48	Immunofluorescence	6%
Allemagne	1998	21 191	-	Elisa	8%
Italie	1998	544	21	Immunofluorescence	13%
OVINS					
Italie	1999-2002	7194	675	Elisa	9%
Tchad	1999-2000	142	28	Elisa	11%
Allemagne	1998	1346	-	Elisa	1,3%
Turquie	1998	411	47	Immunofluorescence	10,5%
CAPRINS					
Italie	1999-2002	2155	104	Elisa	13%
Tchad	1999-2000	134	28	Elisa	13%
Allemagne	1998	278	-	Elisa	2,5%
*D'après les études les plus récentes					
**Enzyme-linked immunosorbent assay					

L'infection semble sévir sur l'ensemble du territoire français et, selon les régions, le pourcentage d'infection des ovins varie de 0,3 à 39%, celui des caprins de 0 à plus de 5% et celui des bovins de 1,8 à 12,3% [76]. Les carnivores domestiques (chiens et chats) de même que les tiques constituent une source mineure de contamination. Chez les humains, la prévalence de la maladie dans le monde est mal connue dans la mesure où la maladie est souvent bénigne et passe inaperçue à cause de ses aspects cliniques non spécifiques. En France, l'incidence de la fièvre Q dans le sud de la France est estimée à 50 cas pour 100 000 habitants [77]. Au Sénégal, très peu de travaux ont été consacrés à cette zoonose négligée. Un taux d'infection faible de 0,91% (toutes espèces confondues) est signalé avec un pic dans la Vallée du Fleuve Sénégal de 2,45% chez les ruminants [61]. Les cas positifs sont toujours associés à des phénomènes d'avortement et le rôle joué par les tiques dans l'épidémiologie de la maladie paraît évident.

Ailleurs en Afrique, des études réalisées sur l'homme et les animaux, ont révélé la circulation du germe par la présence d'anticorps anti-*Coxiella burnetii* en IFI. Par exemple pour l'homme, en Zambie, des auteurs signalent une prévalence de l'ordre de 8,2% [85], 26% en Tunisie [68] et 37% au [60]. Chez les animaux au Zimbabwe, les résultats suivants ont été trouvés au cours d'une étude de sérosurveillance : bovins : 39 %, chiens : 15 %, caprins : 10 % [60]. On note également des taux élevés de positivité chez les chats en Afrique australe [74].

II.2 Modes de contamination

L'épidémiologie de la fièvre Q se caractérise par l'existence de deux cycles de transmission : un sauvage et un domestique.

Pour le cycle sauvage, les tiques joueraient un rôle de premier plan dans la transmission de la maladie entre les animaux sauvages comme les rongeurs, les lagomorphes et les oiseaux. Aucune étude importante n'a été menée en Afrique pour déterminer le rôle des tiques dans la chaîne de transmission de la maladie. Le partage des pâturages entre animaux domestiques et sauvages pourrait être favorable à une transmission vectorielle de la zoonose. Il est important de noter que les agressions multifactorielles des écosystèmes sénégalais ont pour conséquences la raréfaction de la faune sauvage sur les parcours du bétail. Par contre la pression des tiques sur le cheptel est encore très importante. Des études ont montré que les

animaux infectés développent une bactériémie transitoire pouvant permettre la contamination des tiques. *Coxiella burnetti* se multiplie alors dans le tube digestif (estomac et intestin) et est excrété dans les déjections sur la peau et le pelage. Les animaux sains sont contaminés directement par piquûre ou indirectement par les déjections. Les animaux infectés excrètent le germe dans l'environnement par l'intermédiaire des produits de la mise bas, les fèces, les urines et le lait. La résistance très élevée de la bactérie dans le milieu extérieur, favorise la transmission par l'inhalation d'aérosols provenant d'un milieu infecté. Ainsi, la voie aérienne constitue le mode de contamination majeure et l'environnement, la source principale. La contamination de l'homme se fait suite à un contact direct avec les animaux ou par inhalation de poussières provenant de ces derniers. Les animaux les plus incriminés sont les ruminants domestiques (bovins, caprins et ovins). La fièvre Q est une maladie hautement professionnelle et affecte les éleveurs, les personnels des abattoirs, les vétérinaires, les inséminateurs, les personnels des laboratoires etc. Mais aussi des personnes peuvent occasionnellement être contaminées d'une manière indirecte par les poussières d'un troupeau qui traverse une localité non agricole. Cependant, les autres espèces animales comme les animaux de compagnie (chiens et chats) joueraient un rôle qui semble être sous estimé. Pourtant 6 à 20% des chats peuvent être séropositifs et une enquête récente, effectuée sur des chiens militaires, montre un pourcentage de séropositivité de 9,8% pour les chiens des camps militaires du sud est de la France, de 11,6% pour les chiens militaires du Sénégal, de 8,3% pour les chiens militaires de Cote d'Ivoire et de 5,2% pour les chiens des camps militaires de Guyane française [20]. Des cas d'infection familiale sont survenus en France et l'origine serait des pigeons.

Des cas de contamination non conventionnelle sont souvent évoqués comme des militaires en manœuvre ou au combat, contamination de campeurs dormant sur de la paille, contaminations de citadins habitant à proximité des routes empruntées par les troupeaux en transhumance, citadins résidant à proximité d'un abattoir, individus jouant aux cartes dans une salle où une chatte mettait bas, employés d'un garage contaminés par un de leurs collègues possédant un chat et dont les vêtements étaient contaminés, employés du tri postal contractant la fièvre Q en manipulant des sacs transportés dans des wagons à bestiaux. D'autres modes d'infection tels que la consommation d'eau, d'aliments contaminés et surtout de lait cru ou de produits laitiers au lait cru sont possibles même si leur importance, souvent qualifiée de faible, est en fait mal connue [77]. Une contamination par voie transplacentaire ou par l'intermédiaire de transfusions sanguines semble rare. La contamination par voie cutanée est

possible et elle a été décrite chez un patient ayant écrasé une tique infectée entre ses doigts. La transmission par voie sexuelle a été démontrée chez la souris et elle a été soupçonnée chez l'homme.

Au total, les modes de contamination sont variables : la voie respiratoire, digestive et autres (transmission verticale et sexuelle).

III. POUVOIR PATHOGENE

Coxiella burnetii est une bactérie possédant un grand pouvoir infectieux. L'inoculation de 2 *Coxiella* en phase I à des souris, des cobayes, des œufs embryonnés et des cultures cellulaires assure l'infection de 55% de ces organismes, soit une DI50 de 0,5 à 2 [86].

Muramatsu et al [81], ont inoculé des cobayes avec une souche Nine Mile. Deux à quatre de ces organismes provoquent une séroconversion, une hyperthermie et la présence de bactéries dans les rates de cobayes, 30 jours après l'inoculation. Les cellules cibles de *Coxiella burnetii* sont essentiellement les monocytes et les macrophages des organes infectés [104]. Cependant, le germe peut occasionnellement se retrouver dans les cellules endothéliales [14]. Lors d'une contamination par voie respiratoire, les macrophages broncho-alvéolaires sont les premières cellules infectées mais les cellules de Küppfer du foie peuvent également être infectées à la faveur d'une dissémination par voie hématogène. Lors d'une contamination par voie digestive, les cellules de Küppfer constitueraient les sites primaires de la multiplication bactérienne. Secondairement, d'autres organes peuvent être infectés, notamment la rate et, surtout, l'utérus et les glandes mammaires. Dans tous les cas, les organes colonisés par *Coxiella burnetii* sont surtout ceux de la sphère génitale : l'utérus gravide et la mamelle [49]. Une persistance de l'agent pathogène dans les nœuds lymphatiques rétromammaires est fréquente chez les ruminants.

L'inhalation de poussières infectées constitue le principal mode de contamination de l'homme. La multiplicité des réservoirs, la contamination massive de l'environnement, la résistance du germe dans le milieu extérieur, le pouvoir infectieux élevé du germe (une bactérie suffit à contaminer l'homme) et la dissémination de poussières contaminées par le vent expliquent que les circonstances de la contamination humaine sont multiples [41].

IV. SYMPTOMES

La fièvre Q est une maladie caractérisée par l'absence de signes cliniques et lésionnels spécifiques, ce qui rend le diagnostic clinique peu opérationnel. Les symptômes présentent une certaine variabilité selon l'origine de l'infection : infections expérimentales et infections dans les conditions naturelles.

IV.1 Infections expérimentales

Une étude a été réalisée à l'INRA de Tours en 1973 et portait sur l'inoculation de *Coxiella burnetii* par voie intradermique à douze génisses de huit à onze mois [49]. Les animaux ont ensuite été suivis pendant dix-huit mois, au cours desquels deux phases successives ont pu être mises en évidence.

Une première phase, aiguë, se caractérise par une hyperthermie, une anorexie et une pneumonie chez toutes les génisses, dans les vingt quatre à quarante huit heures suivant l'inoculation, puis une guérison clinique apparente dans les sept jours.

La deuxième phase, chronique, se caractérise par des troubles de la reproduction : deux génisses avortent et trois restent stériles. Certaines sont abattues et autopsiées et des lésions myocardiques et pulmonaires ont été observées.

En 2001, une expérience a porté sur trois groupes homogènes de chèvres gestantes indemnes de fièvre Q (sérologies négatives), inoculées à quatre vingt dix jours de gestation, par des doses variables de *Coxiella burnetii* [10]. Vingt sur vingt cinq des chèvres avortent, quelle que soit la dose inoculée. On observe deux vagues d'avortements, l'une à vingt neuf jours, l'autre à quarante trois jours après inoculation. Une analyse bactériologique portant sur les placentas, montre que tous, sauf une, sont contaminés par la bactérie. Chez le fœtus, le principal organe contaminé est le poumon.

IV.2 Infections naturelles

IV.2.1 Chez les animaux

L'incidence clinique de la fièvre Q chez les ruminants est faible, l'infection est donc majoritairement inapparente. [104]. Cependant, on peut parfois observer des signes cliniques non spécifiques comme des troubles de la reproduction. L'avortement demeure le signe clinique majeur de la fièvre Q chez les ovins et caprins, et occasionnelle chez les bovins et a lieu en fin de gestation [88]. Lors de la primo-infection d'un troupeau, on observe une vague

d'avortements sur des animaux pour la première fois en contact avec le germe. Puis l'enzootie évolue de façon cyclique, le nombre d'avortements diminue et ne concerne plus que les primipares. Les gestations suivantes ne semblent pas perturbées.

On peut également observer d'autres troubles, tels que des mortinatalités, des mises-bas prématurées ou des naissances d'animaux chétifs. [105].

Chez les bovins, on observe plus fréquemment des métrites en série, et des troubles de la fertilité. [18, 105]. La voie de pénétration majeure de la bactérie est la voie aérienne. Les macrophages alvéolaires et les cellules de Küppfer constituent les premières cibles. Malgré cela, les manifestations pulmonaires de la maladie ne sont pas très fréquentes. Des bronchopneumonies associées à de la toux sont observées et avec des complications dues à de la pasteurellose [117]. Les symptômes cardiaques sont également très rares en dehors de l'infection expérimentale. Il en va de même pour les symptômes digestifs, tels que des gastro-entérites [36].

IV2.2 Chez l'homme

Dans la majorité des cas, l'infection par *Coxiella burnetii* demeure asymptomatique et, en moyenne, sur 100 individus infectés seuls 40 présentent des signes cliniques. Même lorsqu'elle est cliniquement exprimée, la fièvre Q évolue le plus souvent sous une forme modérée si bien que l'hospitalisation ne concerne en moyenne que 2 à 4% des malades. Après une incubation d'une à trois semaines, la fièvre Q évolue sous une forme aiguë ou sous une forme chronique.

Les formes chroniques sont les plus graves et elles sont plus fréquentes chez les patients immunodéprimés (infections par le virus VIH, cancers, traitements immunosuppresseurs) ou souffrant d'une valvulopathie, ainsi que chez les femmes enceintes [117].

La fièvre Q aiguë se traduit le plus souvent par des signes cliniques non spécifiques évoquant un syndrome grippal voir un accès palustre (fatigue, fièvre, frissons, céphalées, arthralgies). Elle peut parfois se manifester sous forme de pneumonies atypiques accompagnées de détresse respiratoire ou par des signes d'atteinte hépatique (augmentation des enzymes hépatiques, parfois hépatomégalie, rarement jaunisse). Des myocardites, des péricardites, des méningo-encéphalites ou des éruptions cutanées sont aussi parfois observées.

Certains malades présentent à la fois de la fièvre, des signes hépatiques et des signes pulmonaires. Dans tous les cas, le pronostic des infections aiguës est bon, les symptômes

régressent en deux à trois semaines et la mortalité est inférieure à 1 p. cent. Par contre, la séroprévalence élevée du sida et le paludisme endémique constitueraient des facteurs aggravants de cette zoonose en Afrique où les populations d'une manière générale vivent étroitement avec les animaux domestiques comme les ruminants.

La fièvre Q chronique qui peut se produire plusieurs mois ou années après une infection aiguë, se définit par une évolution clinique d'une durée supérieure à six mois et par la présence d'IgG ou d'IgA dirigées contre les antigènes des bactéries en phase I. Elle se traduit principalement par des endocardites (généralement fatales en l'absence de traitement), chez des sujets souffrant de lésions valvulaires auxquelles peuvent être associées des hépatites chroniques. Plus rarement, on note des infections sur anévrisme vasculaire ou sur prothèse vasculaire, des ostéomyélites chroniques, des ostéoarthrites chroniques, des infections pulmonaires chroniques, des hépatites sans endocardite ou un syndrome de fatigue chronique.

L'évolution des formes chroniques est grave et le taux de mortalité peut atteindre 15%

Chez les femmes enceintes, la fièvre Q peut provoquer une atteinte du placenta et conduire à des naissances prématurées, à des avortements ou à des morts *in utero*. En France, la fièvre Q de la femme enceinte semble être un véritable problème de santé publique. Ainsi, dans la région de Martigues, l'incidence de l'infection a été estimée à 1 cas pour 540 grossesses soit une incidence nettement supérieure à celle de la toxoplasmose, de la listériose ou de la rubéole [117].

V. LESIONS

Les organes cibles de *Coxiella burnetii* se retrouvent essentiellement au niveau de l'appareil génital femelle et de ses annexes. Les lésions seront donc à rechercher principalement sur le placenta et sur le fœtus.

V.1 Placentaires

Au cours de la gestation, les bactéries envahissent le placenta et occasionnent des lésions macroscopiques et microscopiques.

Macroscopiquement, le placenta est œdématié parfois même dans des cas extrêmes, autolysé [72, 110]. Les cotylédons apparaissent souvent normaux. En revanche, les zones intercotylédonaires peuvent être œdématiées et épaissies, avec parfois un exsudat jaunâtre [104]. Le chorion quant à lui, peut être épaissi et plissé [72].

Microscopiquement, une inflammation du placenta (placentite) peut être observée et celle des vaisseaux placentaires est mise en évidence par une hyperhémie, ou une thrombose [104, 72].



Figure 2 : lésions placentaires

Source: Service de pathologie de la reproduction ENVV

V.2 Chez l'avorton : l'avorton est souvent normal ou avec des lésions discrètes comme une congestion hépatique [72]. Mais en raison du délai entre la mort du fœtus et l'avortement, il peut parfois être autolysé ou momifié [36].

VI. DIAGNOSTIC

Les avortements à *Coxiella* ne présentent pas de signes cliniques spécifiques. Les lésions macroscopiques du fœtus ou du placenta ne permettent pas d'établir un diagnostic de la fièvre Q. Le vétérinaire ne peut se baser que sur des présomptions [101]. Le diagnostic ne peut être établi qu'après des examens de laboratoire.

Il faut rappeler que *Coxiella burnetii* est une bactérie extrêmement infectieuse pour l'homme et que les infections accidentelles au laboratoire sont courantes. Des précautions doivent être prises avec cet agent du groupe de risque 3. Les cultures vivantes et le matériel contaminé ne doivent être manipulés que dans des laboratoires avec des équipements qui permettent la maîtrise des agents pathogène de niveau 3 [22].

La présence de *Coxiella* peut être mise en évidence par plusieurs méthodes selon le type d'échantillon et l'objectif du diagnostic [43]. Différents type de prélèvements peuvent être utilisés : le sérum pour la sérologie, le contenu stomacal, le foie ou le poumon de l'avorton, des calques placentaires, des écoulements vaginaux, le lait de mélange ou individuel, le colostrum ou des échantillons de matières fécales.

VI.1 Bactériologie

- **Coloration** : pour la bactérioscopie, plusieurs méthodes de coloration ont été élaborées pour mettre en évidence *Coxiella* dans les prélèvements biologiques. Ces méthodes rapides, peuvent être réalisées dans de nombreux laboratoires, mais l'interprétation des résultats est délicate et nécessite un personnel expérimenté. La bactérioscopie se fait préférentiellement à partir de frottis ou de calques placentaires sur des cotylédons présentant des lésions. A défaut de ce type de prélèvement, on peut utiliser le contenu stomacal de l'avorton, les sécrétions et/ou les écouillons vaginaux. Les sécrétions vaginales ont l'avantage de révéler l'infection moyenne du placenta qui peut varier énormément d'un cotylédon à l'autre [101]. La coloration rapide est possible selon plusieurs techniques : Stamp, Ziehl-Neelsen modifié, Gimenez, Giemsa, Macchiavello et Koster modifiée [46, 92, 106, 108]. La coloration de Stamp est réalisée avec une solution à base de fuschine à 2%, suivi d'une décoloration rapide avec une solution à 0,5% d'acide acétique, et une contre coloration avec une solution de 1% de bleu de méthylène ou de vert malachite. Les lames colorées sont examinées au microscope avec un objectif à immersion (x 500 ou plus). *Coxiella burnetii* est

caractérisée par un très grand nombre de fines bactéries coccobacillaires colorées en rose sur un fond bleu ou vert. Elles peuvent parfois être difficiles à détecter en raison de leur petite taille (0,3 à 1,5 µm de long x 0,2 à 0,4 µm de large). Il faut accorder une attention particulière à la lecture des lames car, au microscope, *Coxiella burnetii* peut être confondue avec *Chlamydomphila abortus* ou *Brucella* spp. Cependant, avec ces mêmes techniques de coloration, les chlamydias ont des contours plus nets, sont arrondies, petites et peuvent ressembler à des globules. Les brucellas sont plus grandes (0,6 à 1,5 µm de long x 0,5 à 0,7 µm de large), plus clairement définies et leur coloration plus intense. Des lames témoins positifs de *C. burnetii*, *Chlamydomphila abortus* et *Brucella* doivent être utilisées pour la comparaison. Le diagnostic réalisé sur la base de la microscopie, couplé avec des résultats sérologiques positifs, est habituellement suffisant [107]. Quand la coloration est peu concluante, une autre méthode peut être employée comme méthode de confirmation.

● **Isolement de *Coxiella burnetii* et mise en évidence de l'ADN par la PCR.** Dans certaines circonstances, il peut être nécessaire d'isoler l'agent. Il faut se souvenir que *Coxiella* ne peut être manipulé que dans des laboratoires de sécurité niveau 3. L'isolement requiert un prélèvement non contaminé par d'autres germes pathogènes et se fait habituellement par inoculation d'œufs de poule embryonnés ou sur culture cellulaire [55]. Une partie du prélèvement est homogénéisée en solution isotonique de chlorure de sodium tamponnée au phosphate (PBS) contenant des antibiotiques (streptomycine 100-200 µg/ml et pénicilline ou gentamicine 50-100 µg/ml). Après centrifugation à faible vitesse, des dilutions du surnageant sont inoculées dans des œufs de poule embryonnés de 5 jours au niveau du sac vitellin. Les œufs proviennent de préférence de poules indemnes de pathogènes. Les embryons qui meurent pendant les 5 premiers jours qui suivent l'inoculation sont jetés. Les sacs vitellins sont récoltés après 10 à 15 jours d'incubation. Des frottis colorés de sac vitellin sont examinés pour s'assurer de l'absence de la contamination bactérienne et pour déterminer la présence de *C. burnetii*. L'analyse par PCR peut être employée pour confirmer la présence de *C. burnetii*. D'autres passages peuvent être requis pour l'obtention d'un isolat pur. Pour la microculture cellulaire, les tubes bijoux destinés à isoler les virus ont été adaptés pour isoler les bactéries intracellulaires strictes ou facultatives, y compris *C. burnetii*. Une telle méthode a été décrite pour *C. burnetii* en 1990 [43, 96]. Des suspensions

d'échantillons sont inoculées sur des fibroblastes embryonnaires de poumon humain (HEL) multipliés sur des lamelles placées dans un tube bijoux. Une centrifugation de 1 h à 700g augmente l'attachement et la pénétration des bactéries dans les cellules. Trois tubes bijoux sont utilisés pour un même échantillon, et l'effet cytopathogène (ECP), des vacuoles caractéristiques de *C. burnetii* dans les cellules HEL, est examiné à J-3, J-10 et J-21 à l'aide d'un microscope inversé. Après 10 jours, la détection de *C. burnetii* dans les cellules est réalisée directement sur la lamelle à l'intérieur du tube bijoux par une analyse d'immunofluorescence directe avec des anticorps polyclonaux spécifiques de *C. burnetii* et un anticorps anti-espèce approprié. Les cellules du tube restant sont récoltées et transférées en boîte de culture. L'incubation peut être suivie durant 3 mois, en changeant le milieu de culture une fois par semaine. L'infection peut être surveillée par la microscopie sur des cellules provenant de surnageant et colorées par la coloration de Gimenez, et par l'analyse PCR des surnageants de culture. Quand les observations d'ECP et la coloration Gimenez ou les résultats PCR sont positifs, un passage en flacon est réalisé. Le surnageant de culture est ensuite inoculé sur un tapis confluent de cellules VERO ou de fibroblastes de souris L929 en flacon afin d'établir un isolat de *C. burnetii*. Cette méthode a été développée pour l'homme, mais pourrait être adaptée pour les animaux [115]. Avec des échantillons fortement contaminés, tels que les placentas, les écoulements vaginaux, les fèces et le lait, l'inoculation d'animaux de laboratoire peut être nécessaire. Les souris et les cobayes sont les animaux de laboratoire les plus appropriés pour cet objectif [112]. Après une inoculation intrapéritonéale avec une dose de 0,5 ml par animal, la température corporelle et le statut en anticorps sont surveillés. Cette méthode devrait toujours être réalisée en même temps que les recherches sérologiques sur d'autres cobayes ou souris qui ont été inoculés avec les mêmes échantillons. Les sérums sont collectés 21 jours après l'inoculation. Un résultat positif confirme le diagnostic de l'infection à *C. burnetii*. Si une augmentation de la température est observée, l'animal est sacrifié et la rate est prélevée pour l'isolement de l'agent par inoculation sur oeufs embryonnés de poule ou sur cultures cellulaires. L'examen de *Coxiella burnetii* au microscope est réalisé sur les rates à partir de calques colorés. Alternativement, la PCR peut être faite systématiquement sur les rates récoltées 7 à 9 jours après inoculation [21]. Bien que la caractérisation des isolats semble nécessaire pour la compréhension des variations épidémiologiques de la fièvre Q dans différents secteurs géographiques, aucune

méthode de typage discriminatoire n'est disponible actuellement. À cette fin, les efforts doivent se concentrer sur des méthodes de typages génétiques.

La mise en évidence de l'ADN (PCR) est réalisée à partir d'un prélèvement de culture cellulaire, d'un broyat de placenta ou d'écouvillons vaginaux. La PCR demeure la méthode de diagnostic directe la plus sensible, susceptible d'être utilisée pour traiter les échantillons de lait, de colostrum, et de fèces où la charge bactérienne est plus faible [15]. La PCR permet de détecter de 1 à 10 *Coxiella* par prélèvement, alors que, dans les meilleures conditions, la culture en détecte 10 à 100 fois moins. La sensibilité de la PCR peut encore être augmentée en utilisant des séparations immunomagnétiques [82] ou en associant PCR et ELISA [83]. Cette technique ne peut être réalisée que par des laboratoires convenablement équipés dotes :

- (i) d'un appareillage et des réactifs onéreux ;
- (ii) d'un personnel expérimenté ;
- (iii) de conditions de travail très rigoureuses.

La grande sensibilité de cette technique peut entraîner des réactions faussement positives s'il y'a des contaminations d'un prélèvement à l'autre. Les réactions faussement négatives sont plus difficiles à résoudre. Elles sont généralement dues à la présence d'inhibiteurs dans les échantillons comme les écouvillons vaginaux et le lait. Les amorces les plus utilisées dérivent du gène IS1111 codant la transposase (numéro d'accès M80806) [15]. Au moins 19 copies de ce gène sont présentes dans le génome de *C. burnetii* [54]. Les autres gènes cibles pouvant être employés dans la PCR pour l'identification spécifique de *C. burnetii* sont : le gène de la superoxyde dismutase (SODB) (numéro d'accès M74242) ; le gène *com1* codant une protéine externe de membrane de 27kDa (numéro d'accès AB004712) ; et l'opéron de choc thermique codant 2 protéines de choc thermique (*htpA* et *htpB*) (numéro d'accès M20482). Le développement de la PCR en temps réel (RT-PCR) fournit des moyens supplémentaires pour la détection et la quantification [120]. Le développement d'une épreuve PCR multiplex, avec des amorces qui permettent l'amplification simultanée de l'ADN de plusieurs germes responsables d'avortement, constitue également un autre défi pour étudier les autres agents abortifs infectieux.

VI.2 Sérologie

L'immunofluorescence indirecte (IFI), l'ELISA et la réaction de fixation du complément (FC) sont les trois tests sérologiques les plus utilisés pour le diagnostic de la fièvre Q [43]. La

technique de microagglutination, l'épreuve d'agglutination capillaire et l'épreuve d'hémolyse indirecte ne sont plus employées pour le diagnostic courant. Les analyses sérologiques sont appropriées pour le sondage des troupeaux, mais l'interprétation au niveau individuel peut être difficile. En effet, les animaux peuvent rester séropositifs pendant plusieurs années à la suite d'une infection aiguë, quelques animaux peuvent excréter la bactérie et engendrer un risque d'infection avant le développement des anticorps, et d'autres animaux infectés semblent ne pas développer d'anticorps [3, 16, 21].

L'interprétation des résultats exige au moins l'examen de 10 animaux (ayant avortés ou non). Les réponses sérologiques et la mise en évidence de la bactérie sont nécessaires pour établir la présence de l'infection.

- **Immunofluorescence indirecte**

Des antigènes de *C. burnetii* de phase I et de phase II sont employés ; l'antigène de phase II est obtenu par multiplication de *C. burnetii* souche Nine Mile (ATCC VR 615) en culture cellulaire, alors que l'antigène de phase I est obtenu à partir de rates d'animaux de laboratoire inoculés avec *C. burnetii* en phase II. En effet, quelques bactéries en phase I peuvent toujours être présentes dans la population de phase II et peuvent être sélectionnées et propagées chez les animaux. L'antigène est dilué, déposé sur les puits d'une lame de microscope, celles-ci sont séchées, et fixées avec de l'acétone. Les 2 formes de l'infection, aiguë et chronique, ont des profils sérologiques différents : pendant la phase aiguë de la maladie, des titres d'anticorps de type IgG sont élevés contre la phase II, tandis que pendant la phase chronique de la maladie, des niveaux élevés d'anticorps de type IgG anti-phase I et phase II sont observés [120]. Des lames contenant des puits chargés d'antigènes sont disponibles dans le commerce, fournissant un antigène de phase II, ou à la fois les antigènes de la phase I et II de *C. burnetii*. Des dilutions de 2 en 2 du sérum à tester sont déposées sur les puits des lames précédemment chargés avec un ou 2 antigènes. Si les anticorps spécifiques sont présents, ils se fixent sur l'antigène de la lame. Le complexe est alors détecté par l'observation avec un microscope à fluorescence après l'addition du conjugué fluorescent reconnaissant les immunoglobulines de l'espèce animale adéquate.

- **Fixation du complément**

Il s'agit d'une microméthode de fixation à froid développée par Kolmer qui est réalisée sur des plaques de microtitrage de 96 puits à fond rond. Le test détecte les anticorps fixant le complément dans le sérum. La méthode de fixation du complément (FC) est spécifique mais moins sensible que l'ELISA ou l'IFI [43]. La séroconversion est détectée plus

tardivement par rapport à l'IFI ou l'ELISA, mais les anticorps FC peuvent persister pendant de longues périodes après la maladie ; le test de FC donne d'excellents résultats pour le diagnostic de routine des maladies abortives dans les élevages [106, 109]. Le test de FC est encore fréquemment employé par beaucoup de laboratoires dans un grand nombre de pays. Cette méthode emploie souvent l'antigène de phase II préparé à partir d'un mélange de 2 souches (Nine Mile et Henzerling) [21]. La réaction est réalisée en 2 étapes. L'antigène et les anticorps fixant le complément sont d'abord mélangés, puis des érythrocytes de moutons, sensibilisés par un sérum anti-érythrocytes de moutons, sont ajoutés. La fixation du complément par le complexe d'antigène/anticorps pendant la première étape ne permet pas la lyse des érythrocytes ; en revanche, s'il n'y a aucun anticorps pour la fixation du complément, le complément induit la lyse des érythrocytes sensibilisés. De ce fait, le taux d'hémolyse est inversement proportionnel à la quantité d'anticorps spécifiques présents dans le sérum à tester.

- **ELISA**

Cette technique immunoenzymatique a une sensibilité élevée et une bonne spécificité [43, 123]. Elle est facilement réalisable dans les laboratoires équipés d'un spectrophotomètre et de réactifs nécessaires. L'ELISA tend à remplacer l'IFI et la FC pour le diagnostic vétérinaire pour le sondage des troupeaux à grande échelle. C'est une technique fiable pour démontrer la présence d'anticorps dirigés contre *Coxiella burnetii* dans diverses espèces animales [57, 114]. Il exige un antigène relativement pur. Des kits de diagnostic prêts à emploi sont disponibles dans le commerce et peuvent détecter des anticorps de phase II ou de phase I et II [24]. Les puits d'une microplaque sont sensibilisés avec un antigène total de *C. burnetii* obtenu par culture cellulaire et inactivé. Des dilutions de sérum sont ajoutées aux puits et réagissent avec les antigènes liés au support. Après une période d'incubation appropriée, les différents composants du sérum non fixés sont éliminés par lavage. Le conjugué (anti-Ig de ruminant marqué à la peroxydase) réagit avec les anticorps spécifiques qui se sont liés à l'antigène. Le conjugué non fixé est ensuite éliminé par lavage après une période d'incubation. Le substrat de l'enzyme est ajouté. La quantité de substrat utilisé est proportionnelle à la quantité d'anticorps fixés. La réaction est arrêtée après un temps approprié et l'intensité de la coloration est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre.

VII. TRAITEMENT

Le traitement de la fièvre Q repose sur l'utilisation des antibiotiques. Mais, *Coxiella burnetii* n'est pas cultivable sur milieux inertes si bien que l'antibiogramme ne peut être effectué selon les techniques classiques. Pour évaluer la sensibilité aux antibiotiques, et par conséquent appliquer un traitement adéquat, des modèles expérimentaux recourant à des œufs embryonnés, à des animaux de laboratoire ou à des cultures cellulaires ont été développés.

Force est de reconnaître que ces méthodes ne sont pas opérationnelles en routine. En fait, pour être actif vis-à-vis de *Coxiella burnetii*, un antibiotique doit pénétrer dans les cellules, se concentrer dans les phagolysosomes et rester actif à un pH inférieur à 5.

Toutes ces contraintes font que l'utilisation des antibiotiques donne des résultats variables. Sur le plan expérimental, en utilisant des œufs embryonnés inoculés par voie intravitelline, les bêta-lactamines, le chloramphénicol, la clindamycine et l'érythromycine sont dépourvus d'efficacité alors que les tétracyclines, la rifampicine, la péfloxacinine et l'ofloxacinine ont une activité bactériostatique. Chez le cobaye, la streptomycine est inefficace, à moins d'utiliser des doses très importantes de l'ordre de 40 à 50 mg/kg, toxiques pour l'homme et les animaux. Pour les cultures cellulaires, les souches de *Coxiella burnetii* isolées d'infections chroniques semblent plus résistantes aux antibiotiques, notamment à la doxycycline, que les souches isolées d'infections aiguës ce qui a conduit à développer des modèles d'étude faisant appel à des cultures cellulaires infectées depuis moins de 30 jours et à des cultures cellulaires infectées depuis plus de 400 jours. Dans les modèles d'infections aiguës, utilisant des cellules L929 ou HEL, une activité bactériostatique a été mise en évidence avec les tétracyclines, la doxycycline, la minocycline, la rifampicine, le cotrimoxazole, le chloramphénicol, l'ofloxacinine, la péfloxacinine, la ciprofloxacine, la lévofloxacine, la sparfloxacine, la ceftriaxone, la clarithromycine et dans une moindre mesure l'érythromycine. Dans un modèle d'infection chronique (cellules P388D1) la doxycycline, la rifampicine, la clarithromycine et la péfloxacinine sont bactériostatiques [80]. L'ensemble de ces exigences explique l'inefficacité des bêta-lactamines qui ne se concentrent pas dans les cellules (à l'exception d'une certaine efficacité de la ceftriaxone), l'inefficacité des aminosides qui pénètrent dans les phagolysosomes mais qui sont inactivés à pH acide et le manque d'efficacité des macrolides qui sont plus actifs à pH basique. De plus, des phénomènes de résistance acquise ont été décrits vis-à-vis des tétracyclines ou des quinolones (mutation conduisant au remplacement d'un résidu glycine au lieu d'un résidu d'acide glutamique sur la sous-unité A de l'ADN gyrase) et des différences de sensibilité selon les souches ont été rapportées vis-à-vis de la

doxycycline, de la ciprofloxacine et de la rifampicine. La fréquence des résistances acquises n'est pas vraiment connue mais elle pourrait être sous-estimée.

Parmi les antibiotiques généralement considérés comme actifs (rifampicine, cotrimoxazole, fluoroquinolones, tétracyclines et clarithromycine) aucun n'est doué de propriétés bactéricides vis-à-vis de *Coxiella burnetii*. Lors de fièvre Q aiguë, un simple traitement bactériostatique est suffisant mais lors de formes chroniques une antibiothérapie bactériostatique est insuffisante car elle contrôle l'infection sans entraîner une véritable guérison bactériologique. Il semble que l'absence d'activité bactéricide de certaines molécules soit liée à un manque d'efficacité à pH acide et que l'alcalinisation des phagolysosomes soit apte à restaurer une activité optimale. Ainsi, l'adjonction d'hydroxychloroquine (molécule apte à alcaliniser les phagolysosomes) aux fluoroquinolones ou à la doxycycline restaure l'activité bactéricide de ces antibiotiques [96]. Chez les animaux, les tétracyclines sont les molécules les plus utilisées pour le traitement ou pour l'antibioprophylaxie.

Chez l'homme, le traitement des formes aiguës fait également appel aux tétracyclines notamment à la doxycycline ou, en cas de contre-indication, à la rifampicine, au chloramphénicol ou au cotrimoxazole (notamment chez les femmes enceintes). Lors de formes chroniques, la doxycycline utilisée seule ou en association avec une fluoroquinolone ou avec la rifampicine doit être administrée durant au moins trois ans. En l'absence de contre-indication, l'utilisation conjointe d'hydroxychloroquine permet de réduire de moitié la durée du traitement. Dans tous les cas, le traitement ne doit être arrêté qu'après un contrôle sérologique (titre en IgG anti-phase I inférieur à 400 et absence d'IgA) et des contrôles sérologiques réguliers doivent être effectués afin de détecter d'éventuelles rechutes.

Chez les bovins, les métrites en série sont traitées par injections intrautérines de terramycine. L'efficacité de ce traitement requiert la vaccination du troupeau. Il est bon de rappeler que la fièvre Q est une maladie générale qui se localise secondairement sur l'appareil génital.

VIII. PROPHYLAXIE

Les pertes économiques engendrées par la fièvre Q sont peu importantes ce qui n'encourage pas une lutte active pour supprimer ou pour réduire l'infection des animaux domestiques. Mais, la pertinence de la prévention se justifie par l'importance des impacts négatifs que la maladie a sur la santé publique. La prévention de la zoonose repose sur les deux axes classiques de la prophylaxie : le volet sanitaire et le volet médical [39].

VIII.1 Sanitaire

La prophylaxie sanitaire de la fièvre Q repose avant tout sur les mesures d'hygiène et les bonnes pratiques d'élevage. Une gestion rigoureuse de l'hygiène des mises-bas avec la destruction des placentas et des produits de l'avortement peuvent limiter le développement de l'infection. Il faut également éviter d'introduire dans un troupeau indemne de fièvre Q, un animal à statut sérologique douteux. Dans les abattoirs et les industries agroalimentaires travaillant sur des denrées d'origine animale, le port de masques et de gants, pourrait, sans nul doute, limiter la contamination du personnel.

Les laboratoires qui manipulent des souches de *Coxiella burnetii* doivent être de type P3 employant un personnel qualifié et bien informé des risques. Les femmes enceintes et les individus susceptibles de développer des formes chroniques doivent éviter de consommer des produits animaux crus et limiter le contact avec des animaux douteux.

VIII. 2 Médicale

Chez les ruminants, la prophylaxie médicale fait appel aux antibiotiques ou à la vaccination. Les antibiotiques, notamment les tétracyclines, sont utilisés pour limiter les avortements au sein d'un troupeau infecté, mais ils ne permettent pas de supprimer l'excrétion bactérienne [98].

Les vaccins actuellement disponibles sont préparés à partir de souches en phase I ou de souches en phase II. Un vaccin inactivé, utilisant une souche en phase I, est disponible en Slovaquie et son utilisation s'est avérée efficace chez les bovins et les ovins [101].

En France, le seul vaccin disponible est un vaccin inactivé, destiné aux ovins, associant *Chlamydophila psittaci* et *Coxiella burnetii* COXEVACND. En ce qui concerne *Coxiella*

burnetii, la souche utilisée est en phase II ce qui peut expliquer que ce vaccin soit apte à réduire les avortements mais non l'excrétion de germe.

Les laboratoires CEVA ont développé un vaccin COXEVACND, une suspension injectable conditionnée en flacon de 20 ml. Ce vaccin induit une séroconversion vis-à-vis de *Coxiella burnetii* en phase I et en phase II. Il prévient les avortements et limite l'excrétion de l'agent pathogène. Les espèces cibles sont les bovins, les ovins et les caprins. La voie d'administration est la voie sous-cutanée au niveau du cou ou derrière l'épaule.

Chez les bovins, le protocole de vaccination consiste à faire deux injections de 4 ml à 3 semaines d'intervalle. Pour les petits ruminants (ovins et caprins), il est indiqué de pratiquer deux injections de 2 ml à 3 semaines d'intervalle.

Chez l'homme, les vaccins sont préparés à partir de *Coxiella burnetii* en phase I qui donnent de bien meilleurs résultats que les vaccins utilisant des souches en phase II. Un vaccin atténué, préparé à partir de la souche M-44, a été utilisé dans l'ancienne URSS dès 1965 mais il a été abandonné en raison d'un manque d'innocuité. Un vaccin inactivé par le formol, préparé à partir de la souche Henzerling en phase I, est commercialisé en Australie. Des études réalisées chez des employés d'abattoir montrent une efficacité certaine durant au moins 5 ans. Un autre vaccin, constitué d'une fraction soluble obtenue par traitement à l'acide trichloracétique de la souche Nine Mile en phase I, a fait l'objet d'essais en Slovaquie et en Moravie. Le vaccin conduit à des séroconversions mais son efficacité n'a pas été évaluée. Ces vaccins provoquent des réactions néfastes (érythème, œdème, granulome, induration, abcès, céphalée, syndromes généraux avec fièvre et frissons) notamment lorsqu'ils sont administrés à des individus déjà immunisés par une vaccination préalable ou par une infection naturelle. Aussi, les injections de rappel sont déconseillées et l'état immunitaire d'un sujet doit être établi avant une primovaccination. Les candidats à la vaccination sont les personnels des laboratoires travaillant sur *Coxiella burnetii* ainsi que les éleveurs, les vétérinaires, les employés d'abattoir et d'une manière générale, toutes les personnes qui ont des contacts fréquents avec les animaux ou leurs produits. Pour certains auteurs, il conviendrait d'envisager l'opportunité d'une vaccination chez les personnes susceptibles d'être victimes des formes chroniques de fièvre Q (individus immunodéprimés, individus atteints de valvulopathie...).

IX. AUTRES MALADIES ABORTIVES

IX.1 Brucellose

La brucellose est une maladie infectieuse grave due à une bactérie du genre *Brucella* notamment *Brucella abortus*, commune à certains animaux et à l'homme qui se contamine au contact des animaux infectés (bovins, caprins, ovins). La bactérie responsable de la maladie fait partie du genre *Brucella*. Les professionnels en contact avec les animaux contaminés représentent le principal groupe à risque de la brucellose : bergers, vétérinaires, bouchers, agriculteurs... [111].

IX.2 Salmonelloses

Les salmonelloses sont des infections bactériennes dues à des entérobactéries du genre *Salmonella* qui compte de nombreuses espèces. L'infection à *Salmonella* peut affecter diverses espèces animales. Les caractéristiques cliniques dépendent de l'espèce infectée. Les salmonelloses sont responsables de troubles de la reproduction.

IX.3 Chlamydophylose

La chlamydophylose est une maladie bactérienne largement répandue et pouvant affecter de nombreuses espèces animales. Elle est à l'origine principalement d'avortements et de métrites en série chez les bovins et d'avortements chez les petits ruminants. Enfin, il s'agit d'une maladie pouvant se transmettre à l'homme (zoonose) [100, 107].

IX.4 Diarrhée virale bovine

Le virus de la Diarrhée Virale Bovine (BVD) est une cause fréquente de maladies d'élevage. Il touche essentiellement les bovins. Les petits ruminants peuvent l'héberger mais sont surtout atteints par un virus proche : celui de la border disease. La transmission de la maladie se fait par les sécrétions et excréments des animaux infectés. Celles qui en contiennent le plus sont les sécrétions nasales. Les symptômes sont variés (diarrhée profuse, infécondité, avortements, naissance de veaux faibles ou malformés,...). Une conséquence commune à l'infection prénatale par ce genre de virus est la naissance d'animaux infectés permanents immunotolérants (I.P.I) qui sont responsables de la diffusion du virus au sein des troupeaux. La détection des I.P.I est de première importance pour le contrôle de cette maladie [101, 108].

Le diagnostic du virus de la BVD par la détection des anticorps spécifiques a de nombreuses indications :

- Mise en évidence d'une circulation virale au sein d'un cheptel ;
- Prédétection des animaux immunotolérants (I.P.I) ;
- Surveillance des troupeaux après élimination des I.P.I ;
- Réalisation d'enquêtes épidémiologiques.

IX.5 Rhino trachéite infectieuse bovine (IBR)

L'IBR est provoquée par un herpes virus bovin de type 1 (BHV-1). L'affection qui touche essentiellement les bovins, se traduit par une atteinte des voies respiratoires supérieures, mais peut éventuellement prendre la forme d'encéphalites (veaux), de conjonctivites, d'avortements et de métrites en série. L'IBR n'est pas transmissible à l'homme.

IX-6 Néosporose

La néosporose est une protozoose due à *Neospora caninum* qui sur le plan pathologique entraîne en reproduction animale des avortements et des troubles néonatales. Elle est décrite pour la première fois en 1984 par Bjerkas et *al.* [19] chez des chiens atteints d'encéphalopathies et de myosite. *Neospora caninum* a une structure et un cycle évolutif proche de *Toxoplasma gondii*. Le chien et certains canidés sont les hôtes définitifs [59], alors que les félidés comme le chat domestique sont les hôtes définitifs de *Toxoplasma gondii* [32].

La néosporose est responsable de troubles de la reproduction dans l'espèce bovine. Elle se manifeste cliniquement par des avortements chez la vache et des maladies néonatales chez de nombreux mammifères domestiques et sauvages : l'allongement de l'intervalle entre mises-bas, la réforme avant terme des femelles et une réduction importante de la production laitière [32]. Des études montrent que *Neospora caninum* pourrait être responsable de 42,5% des avortements parmi lesquels 15 à 20% ont été soumis à un diagnostic de laboratoire [59]. Les impacts de la néosporose sont d'ordre médicale et sanitaire mais surtout économique car les avortements peuvent se succéder sur plusieurs gestations chez le même animal. En absence d'avortement, le fœtus peut naître mort-né ou vivant avec ou sans signes cliniques. La voie de transmission naturelle connue est la voie verticale trans-placentaire.

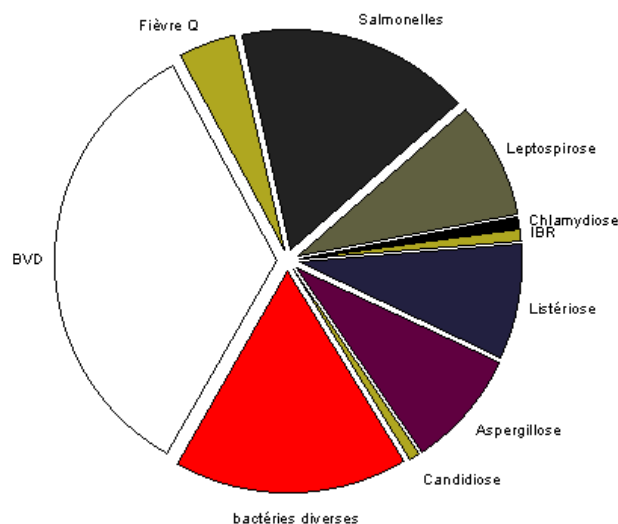


Figure 3 : Fréquences relatives des principaux agents infectieux retrouvés dans les avortements chez les bovins (Source, Berger, 1998).

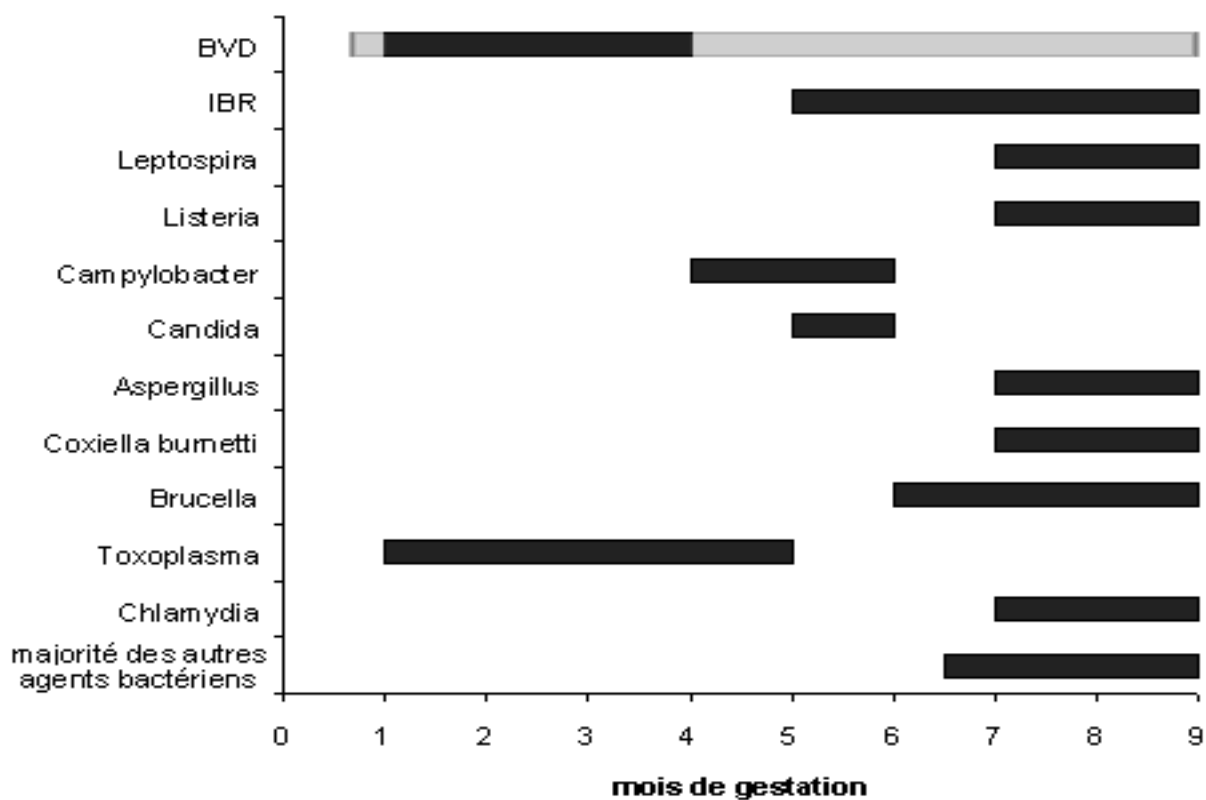


Figure 4 : Principales périodes d'actions des agents pathogènes responsables d'avortements chez les bovins (Source Hanzen, 1998).

Conclusion

La fièvre Q est une zoonose négligée provoquée par *Coxiella burnetii*, une petite bactérie intracellulaire. Sur le plan bactériologique, sa culture est inefficace sur milieu inerte et elle est très résistante dans le milieu extérieure. *Coxiella burnetii* existe sous deux phases : la phase I isolée de l'animal est la phase virulente et la phase II moins virulente obtenue après plusieurs passage sur œuf embryonné ou sur culture cellulaire.

Les signes cliniques et les lésions de la fièvre Q sont peu spécifiques ce qui rend le diagnostic clinique difficile. Les analyses sérologiques comme l'ELISA, le recours à la PCR et l'isolement du germe sont les méthodes de choix pour poser le diagnostic.

Le traitement utilise les antibiotiques comme les tétracyclines qui donnent des résultats variables. L'application des mesures classiques de prophylaxie sanitaire, ne garantie pas une bonne protection des troupeaux compte tenu de la diffusion aérienne de *Coxiella burnetii*, de sa résistance à la dessiccation et de la multiplicité de réservoirs. Cependant, la prévention est possible avec l'utilisation de la vaccination. Un vaccin en phase I a obtenu une ATU en France et les résultats sont encourageants.

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE EXPERIMENTALE DE LA
FIEVRE Q AU SENEGAL

I. MILIEU D'ETUDE

Le Sénégal est compris entre 12°8 et 16°41 de latitude nord et 11°21 et 17°32 de longitude Ouest. Sa pointe Ouest est la plus occidentale de toute l'Afrique Continentale. Le Sénégal s'étend sur 196 722 km² [12].

Le climat est du type sahélien. Il comporte une saison des pluies, que l'on appelle hivernage et une saison sèche. La saison des pluies s'étend de juin à octobre avec un pic en août-septembre et variable selon la latitude (moins de précipitations dans le nord par rapport au sud). C'est la période des moussons. La saison sèche dure de novembre à juin avec des alizés continentaux [71].

Les températures les plus élevées sont observées en hivernage, pendant la saison des pluies. Les plus basses se situent entre décembre et janvier.

Sur le littoral la mer apporte de la fraîcheur et les températures sont de l'ordre de 16 °C à 30 °C, mais dans le centre et l'est du pays elles peuvent atteindre 41 °C.

Le Sénégal est caractérisé par une bonne diversité sur le plan géographique et des écosystèmes. Excepté les deux collines des Mamelles, aucun relief n'agrément l'horizon de la côte. Les seules véritables collines sont celles du Fouta Djallon à la frontière guinéenne qui ne dépassent pas 500 mètres. Les estuaires du fleuve Sénégal, du Saloum et de la Casamance sont au-dessous du niveau de la mer à marée haute [56].

Le Sénégal présente six (6) zones agro écologiques (**figure 5**) qui ont été identifiées sur la base de critères physiques (pluviométrie, climat, type de sol), de critères socioculturels et démographiques (ethnies et densité) et de critères agricoles (type de cultures et d'équipements).

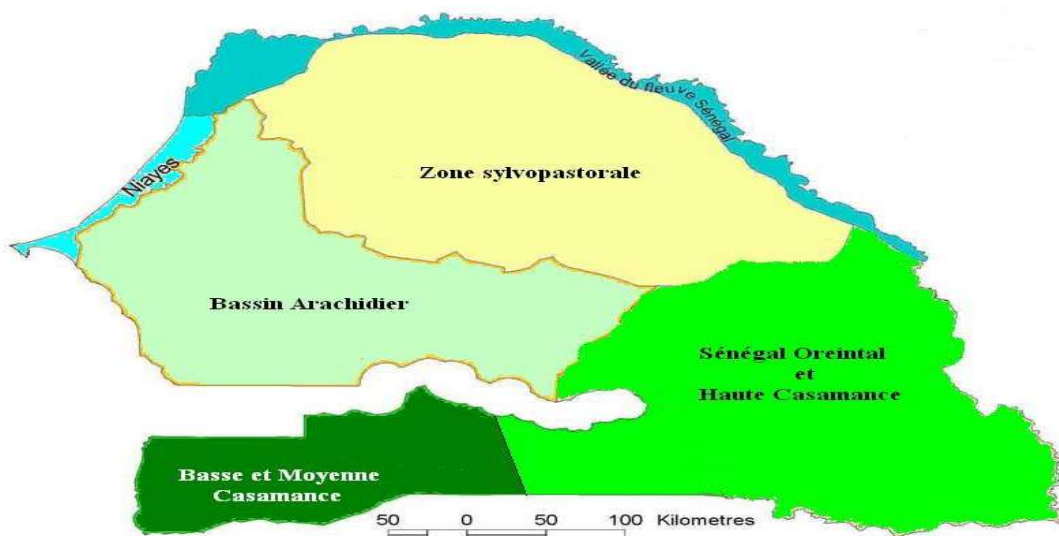


Figure 5 : Zones agro écologiques au Sénégal (Source : plan stratégique ISRA 2010).

I.1 Le Bassin Arachidier (BA)

La zone du bassin arachidier qui couvre le Centre Ouest du pays, possède une longue tradition de cultures vivrières et arachidière sous pluie et sur des sols ferrugineux tropicaux. En concentrant près de 60% de la population rurale, la zone fournit l'essentielle de la production agricole avec l'arachide comme principale spéculature. Avec la pression démographique, la réduction du temps de jachère et l'insuffisance voire l'absence de la fertilisation des terres, les sols deviennent de plus en plus pauvres et sont très vulnérables à l'érosion avec la destruction du couvert végétal. Cette zone est également confrontée à des problèmes de tarissement des points d'eau et de salinisation des nappes hydriques.

Elle a une position centrale qui la met à proximité des marchés de consommation avec des axes routiers fonctionnels. Elle est cependant confrontée à une diminution de la pluviométrie, à une forte dégradation des ressources naturelles, à l'insuffisance des infrastructures et des équipements agricoles, à une forte pression foncière et à une faible capacité de charge du bétail. Le bassin arachidier traditionnel couvre une superficie totale de 46.387 km². Mais on note un glissement progressif de la zone de production de l'arachide vers les régions du Sud-est [25]. L'élevage dans cette zone est de type agropastoral. Dans ce système, les animaux valorisent les résidus et les issues de récolte.

I.2 Le Sénégal Oriental Haute Casamance (SOHC)

La zone Sénégal Orientale Haute Casamance correspond aux régions administratives de Kolda, Kédougou, Sédhiou et Tambacounda. Avec la diversité de ses habitats naturels, cette zone abrite d'importantes réserves fauniques avec le parc du Niokoloba (élans de derby, buffles, éléphants, lions, léopards, pintades, cailles, phacochères lièvres, singes). Elle occupe ainsi une place de choix pour le tourisme cynégétique.

Dans cette zone se développent de plus en plus l'agriculture et l'élevage extensif avec le fort courant migratoire provoqué par l'épuisement des terres de la partie Ouest du pays et la précarité des pâturages du Nord du Sénégal. La partie amont du bassin du fleuve Gambie, se situe dans cette zone.

La zone est caractérisée par :

- d'importantes ressources naturelles (sols, cours d'eau, flore et faune) ;
- des terres agricoles faiblement utilisées et les réserves forestières très importantes ;

- l'importance de l'élevage des animaux trypanotolérant.

I.3 La Vallée du Fleuve Sénégal (VFS)

La zone agroécologique du fleuve Sénégal occupe l'extrême Nord et l'Est du territoire et s'étend le long de la rive gauche du fleuve Sénégal depuis Saint-Louis jusqu'à Bakel sur une superficie de près de 44.127 km² avec 700.000 habitants. Elle couvre les régions administratives de Saint Louis et de Matam et le département de Bakel. Les cultures pluviales occupent 35% des superficies cultivables avec une prédominance du mil, du sorgho, du niébé, de l'arachide et de la patate douce. La construction des barrages de Diama et Manantali a réduit les surfaces consacrées aux cultures pluviales au bénéfice de l'agriculture irriguée (culture du riz et du maïs). La petite transhumance est le mode d'élevage qui domine dans la moyenne et haute vallée.

Les activités économiques y sont dominées par l'agriculture (riziculture, maraîchage et culture de décrue dans la partie contiguë au fleuve appelée « Walo », la culture pluviale dans la partie méridionale exondée appelée « Diéri »). L'élevage extensif est pratiqué principalement dans le « Diéri ».

Le développement de la riziculture et d'autres cultures irriguées a généré des problèmes de pollution chimique des eaux qui viennent s'ajouter à ceux que la zone a longtemps connus comme l'érosion éolienne, hydrique, la salinisation et l'alcalinisation des sols. Les principales contraintes et menaces de cette zone sont : une pluviométrie faible et irrégulière, une salinisation et alcalinisation des sols lourds, un mauvais drainage, un envahissement du fleuve par les plantes aquatiques et une contamination chimique potentielle de l'eau souterraine avec l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides.

I.4 La Zone Sylvo-Pastorale (ZSP)

La zone sylvo-pastorale s'étend sur les régions de Saint-Louis, de Louga et de Matam et couvre une superficie de 56.269 Km², soit 29% du territoire National. Elle se situe immédiatement au Sud de la vallée du fleuve et occupe une partie du domaine Sahélien et Sahélo – Soudanien.

Longtemps exploité comme pâturage de saison des pluies en raison de l'inexistence avant les années 1950 de points d'eau permanents, la zone sylvo-pastorale est, de nos jours, soumise à une exploitation permanente, rendue possible avec l'implantation de nombreux forages dans les parcours naturels. En raison des progrès réalisés en matière de santé animale, la charge

animale a augmenté de façon importante. Les sols, constitués de ferrugineux tropicaux, brun-rouges subarides, lithosols et régosols, deviennent très sensibles à l'érosion (éolienne et hydrique) dès qu'ils sont dénudés surtout avec le surpâturage.

Cette zone agro-écologique, domaine de prédilection de l'élevage, abrite 22 à 30 % du cheptel national de bovins et petits ruminants avec des systèmes de production organisés suivant un mode extensif transhumant (disponibilité en pâturages et en points d'eau). Au Sud de la zone, dominant les systèmes agro-sylvo-pastoraux (avec des cultures de niébé, maraichères et l'élevage bovin d'embouche et laitiers. La détérioration des conditions écologiques (déficit en ressources ligneuses et fourragères), une pluviométrie faible et irrégulière, la détérioration du couvert végétal notamment autour des forages et les conditions climatiques sévères sont les principales caractéristiques de cette zone agro-écologique [25].

I.5 La zone des Niayes (ZN)

La zone des Niayes est située le long du littoral Nord, de Dakar à Saint-louis du Sénégal sur une bande côtière de 10 à 15km de large. Elle est située à la latitude Sahélienne, mais appartient au domaine climatique dit « des Canaries ». Elle est caractérisée par une succession de dunes et de dépressions interdunaires au fond desquelles apparaissent généralement des mares liées aux fluctuations de la nappe phréatique. Elle se singularise du reste du pays par un climat maritime doux et humide et des vents forts et relativement constants. La zone présente une végétation diversifiée où coexistent des espèces reliques à affinité guinéenne avec des espèces sahéliennes steppiques. Dans la zone des Niayes, l'eau disponible et accessible aux paysans provient essentiellement de deux sources : la nappe souterraine et les eaux de surface localisées au niveau d'un certain nombre de lacs. Les eaux souterraines sont celles des sables quaternaires provenant d'un écoulement souterrain des eaux infiltrées pendant la saison des pluies. C'est une nappe d'eau située à faible profondeur et sub-affleurent même dans les points bas et inonde le centre des dépressions interdunaires en saison des pluies. Les conditions naturelles favorables à la production horticole y ont attiré les populations. Les principales spéculations maraichères concernent le chou, la pomme de terre, la tomate, la carotte, l'oignon, le haricot vert, la salade, etc. La vocation pastorale de la zone s'estompe en raison du rétrécissement de l'espace pastoral au bénéfice des activités de production végétales.

Sur le plan agro-climatique, le Sénégal est caractérisé par une grande diversité. Les facteurs climatiques les plus significatifs sont la pluviométrie et la température.

Le gradient pluviométrique est très contrasté. Au nord du pays, le volume moyen annuel des précipitations tourne autour de 200 mm dont 90% se répartissent en 2 mois. Au sud-ouest, les 1500 mm sont atteints en 5 mois. Le régime pluviométrique influence les possibilités agricoles et pastorales à travers les ressources en eaux de surface et/ou en profondeur mais aussi les variations de la productivité de la biomasse fourragère [85].

Le gradient Ouest-Est renvoie à l'aménagement du territoire national avec l'extension du bassin arachidier. Un front agricole s'étend depuis près de 20 ans dans la zone sylvopastorale avec des tensions foncières mais aussi avec une complémentarité entre agriculteurs et éleveurs.

La répartition de l'élevage reflète en partie ces gradients agro-climatiques. Les seuils sont définis par les ressources pastorales, les conditions sanitaires et la concurrence de l'agriculture et de l'urbanisation.

Au nord de l'isohyète 400 mm, l'agriculture pluviale est trop risquée pour concurrencer l'élevage. Mais les aménagements agricoles du Delta au nord du pays n'ont réservé aucune place aux activités pastorales. Les éleveurs rencontrent beaucoup de peine pour accéder au fleuve et abreuver leurs animaux. Dans cette zone du delta, les animaux sont conduits selon le mode de la petite transhumance entre le « Diéri » et le « Walo » et bénéficient très peu des sous produits et issues agricoles.

Au sud de l'isohyète 800-900 mm, la trypanosomose n'autorise pas le développement de toutes les races. Seule, la race Ndama et à moindre mesure la Djakhore peuvent survivre dans ces régions pourtant bien pourvues en ressources fourragères (figure 6).

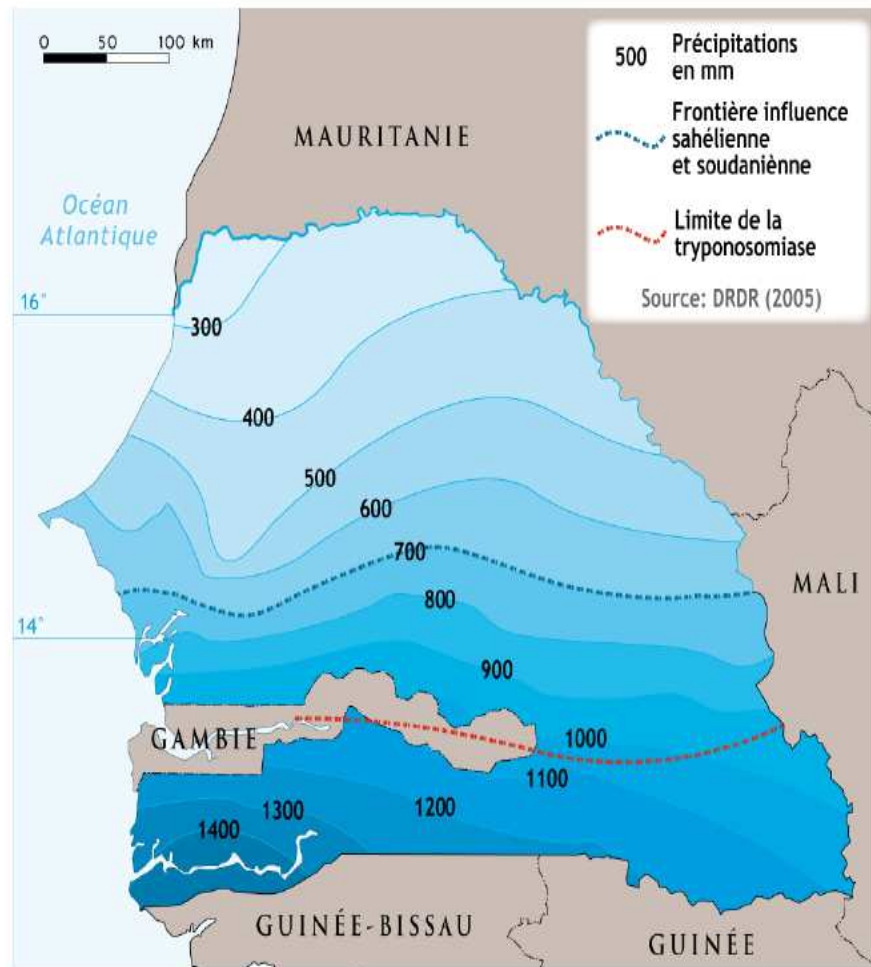


Figure 6 : Gradient nord-sud de la pluviométrie au Sénégal [25].

L'étude a été menée au Sénégal, du mois d'avril 2010 à avril 2011. Nous avons tenu compte de la diversité agroécologique sus étudiée pour procéder à un échantillonnage objectif. Des contraintes majeures ont fait que nous n'avons pas pu couvrir d'une façon homogène l'ensemble du territoire national.

L'échantillon est composé de 956 sérums : bovins (472), ovins (151), caprins (161) et humains (162). Le tableau II montre la répartition de l'échantillon en fonction des espèces animales et humaines, du taux d'avortement et des maladies testées.

Tableau II : Nombre de sérums étudiés pour rechercher la présence et les prévalences de la FQ et des principales maladies abortives en fonction de l'espèce et de l'incidence des avortements.

espèces	Eff	Av%	FQ	SAL	CHL	BRU	IBR	BVD	NEO
Bovins	472	22,5% (N=382)	455	141	76	45	99	31	285
Ovins	151	6,38% (N=141)	91	135	135	50	---	-----	-----
Caprins	161	26% (N=161)	161	73	50	50	----	-----	-----
Humains	162	-----	162	-----	-----	-----	----	-----	-----

Eff = Effectif **Av%** = taux d'avortement **FQ** = fièvre Q **SAL**= salmonellose

CHL = chlamydoxylose **BRUC** = brucellose **IBR** = rhino trachéite infectieuse bovine

BVD = diarrhée virale bovine.

Les figures numéros 7 et 8 montrent la répartition des ruminants au Sénégal.

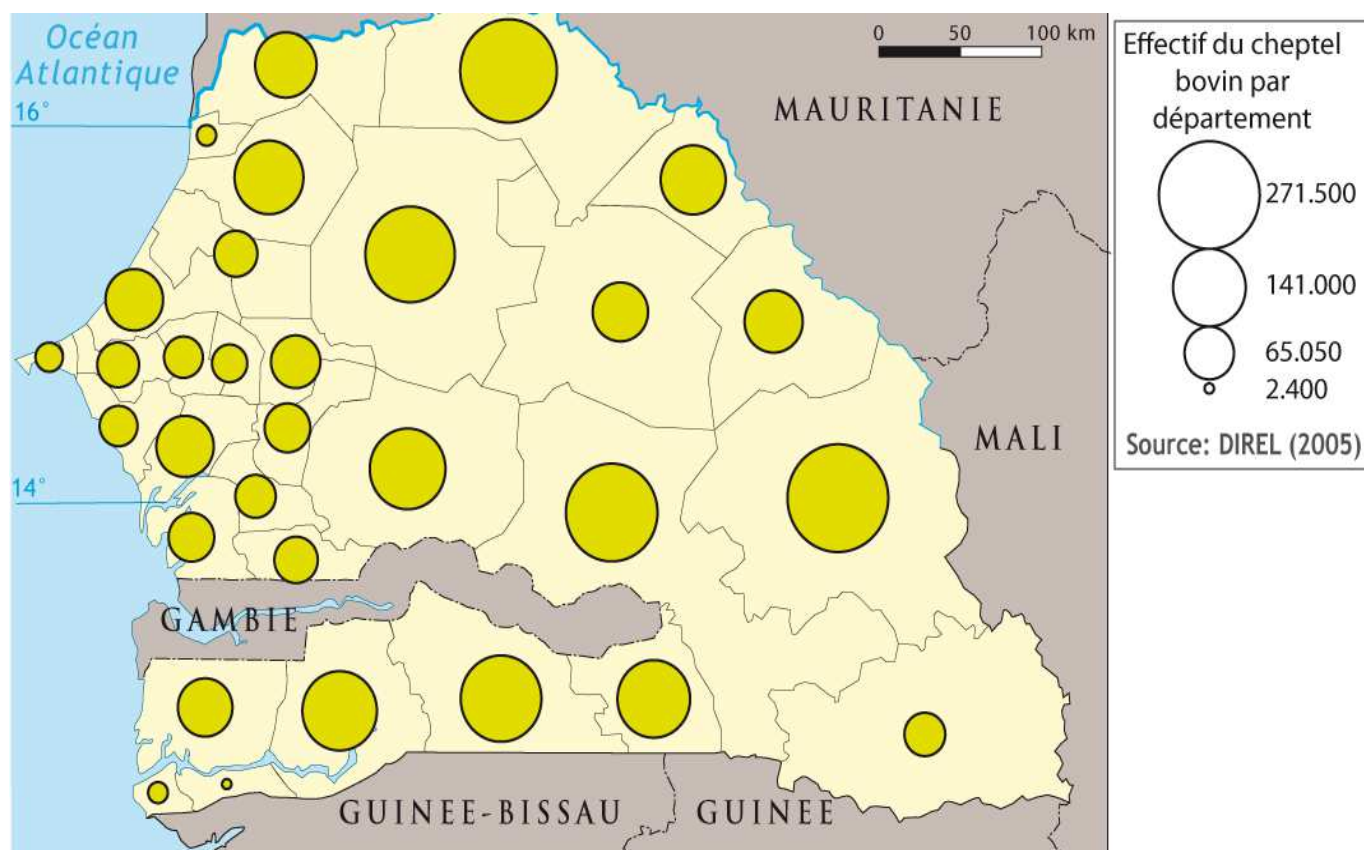


Figure 7 : Effectifs du cheptel bovin par Département au Sénégal [25].

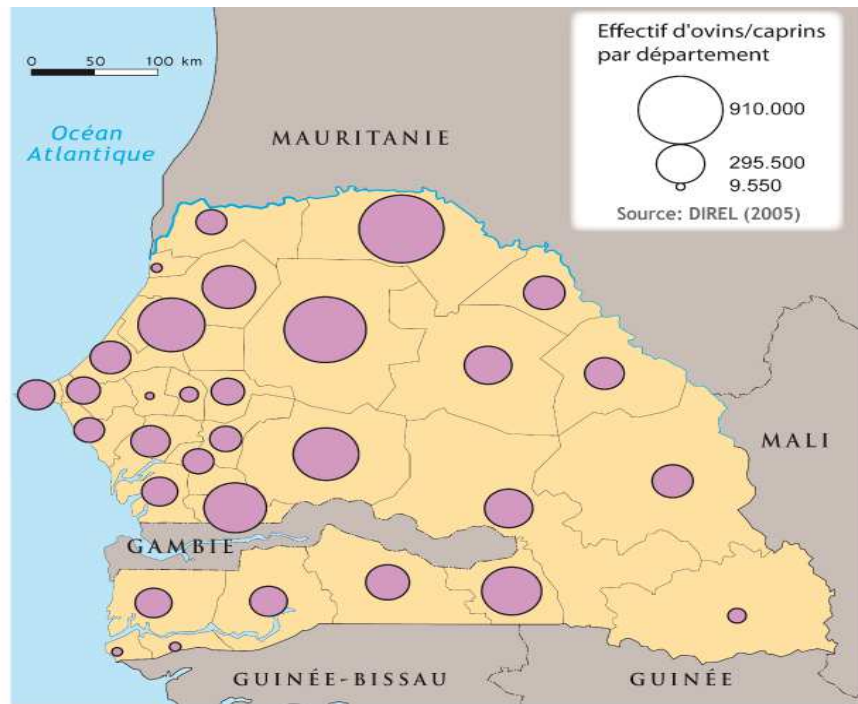


Figure 8 : Effectifs du cheptel ovin/caprin par Département au Sénégal [25].

Sur le plan géographique, notre échantillon est distribué sur six (6) régions administratives du Sénégal pour des raisons liées entre autres à des questions de ressources financières, des réticences des producteurs pour les prélèvements de sang et l'insécurité dans la région Sud du pays :

- La Région de Thiès, dans le Département de Mbour : nous avons ciblé le village de Badd ;
- La Région de Fatick dans sa banlieue et les villages environnants ;
- La Région de Diourbel dans le Département de Bambey autour de la ville du même nom ;
- La Région de Dakar, dans les quartiers populaires de la Médina et de la Guelle-tapée et dans le Département de Rufisque au niveau des villages de Keur Moussa, Boya, Niacoulrab et sangalkam;
- La Région de Tambacounda dans le Département de Bakel : nous avons travaillé sur des troupeaux autour de la ville de Kidira ;

- La Région de Saint-Louis : trois sites ont été retenus (la ville de Saint-Louis, la banlieue de la ville de Mpal et celle de Richard-Toll). La figure 9 montre les sites retenus.

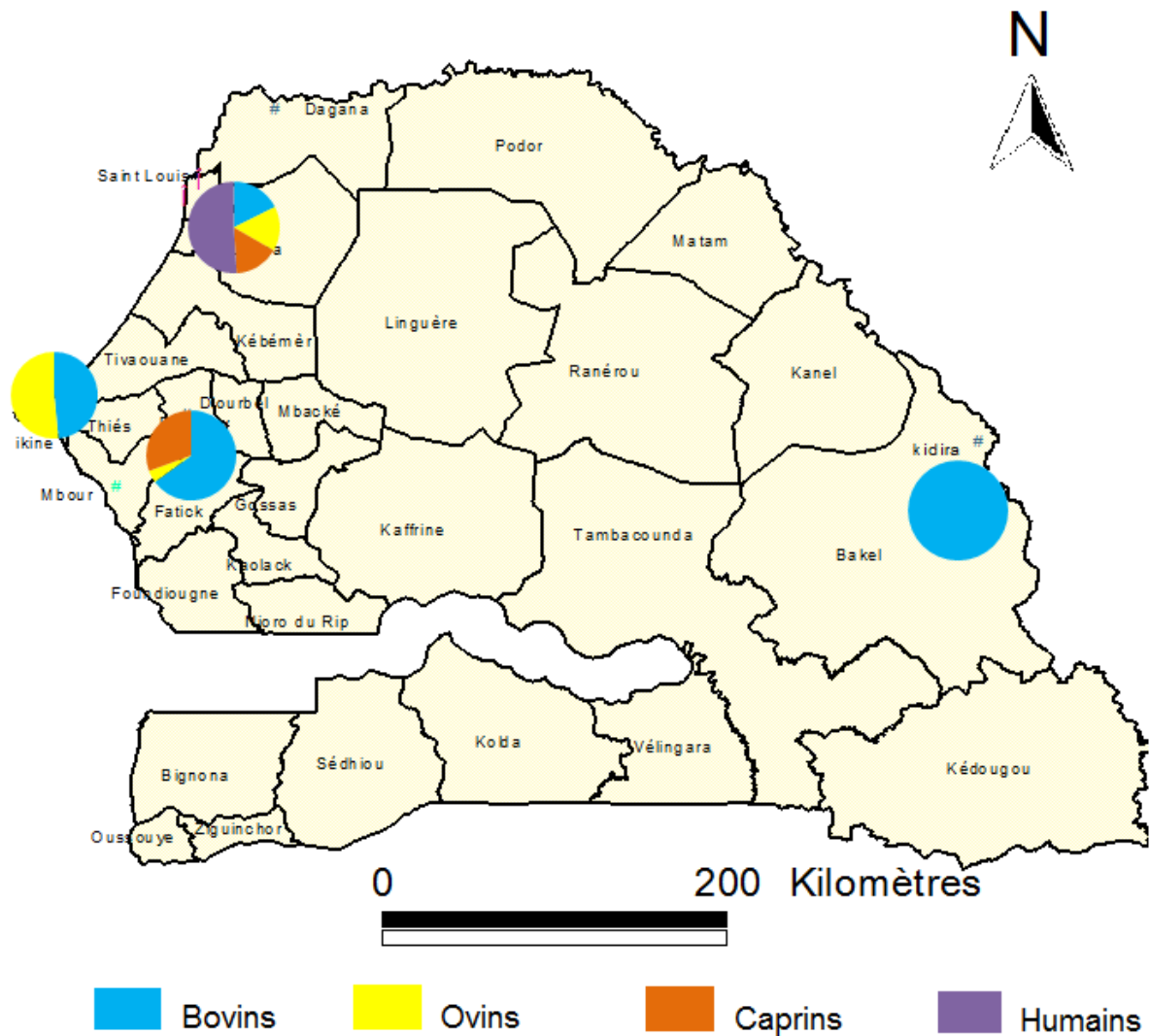


Figure 9 : Répartition spatiale de l'échantillon.

Tableau III: Répartition géographique des animaux et des femmes prélevés.

Zones écogéographiques	Bovins	Ovins	Caprins	Humains
Bassin arachidier - Fatick - Diourbel - Thiès	236	16	111	----
Les Niayes - Dakar - Rufisque et banlieue	80	85	----	-----
Le Delta du Sénégal - Saint-Louis - Mpal - Richard-Toll	56	50	50	162
Sénégal-Est - Kidira	100	-----	----	-----
TOTAUX	472	151	161	162

Le tableau III montre que dans la zone d'étude, l'accès à toutes les espèces n'a pas été possible pour diverses raisons évoquées plus haut.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1 Population animale

II.1.1 Caractéristiques de l'échantillon

L'échantillon est composé de 784 ruminants dont 151 brebis de race Peulh-Peulh, Waralé et Touabir, 161 chèvres du Sahel et 472 vaches de races différentes (zébu Gobra, Ndama, Diakhoré, et des métisses issues de l'insémination artificielle avec les Holstein et Montbéliard). La Figure 10 montre la répartition des races bovines de l'échantillon.

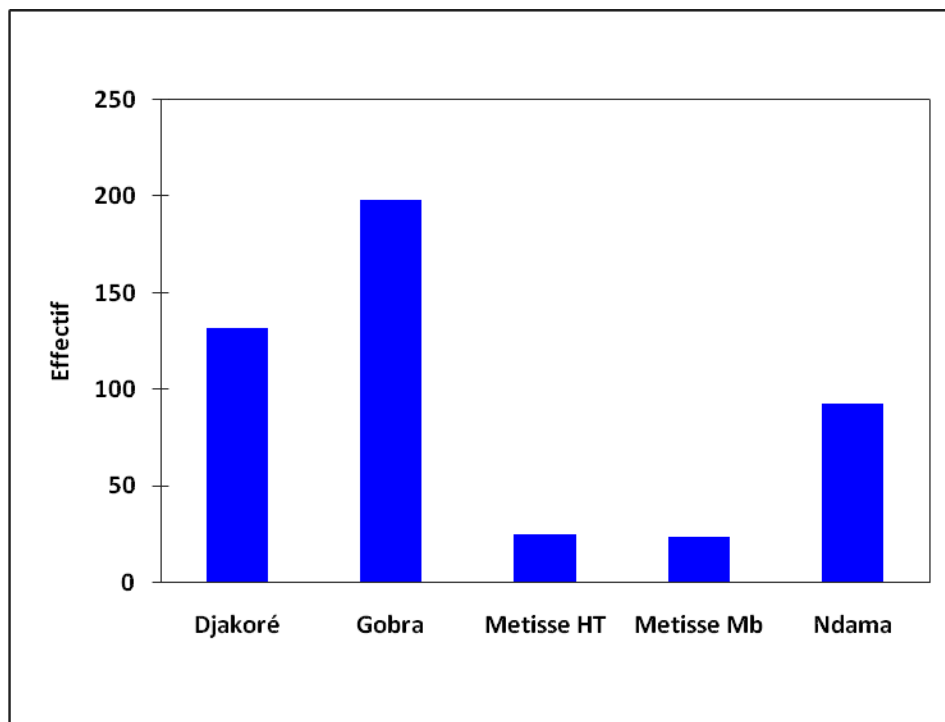


Figure 10 : Effectifs des races bovines de l'étude.

L'enquête a porté sur l'âge des animaux, le nombre de lactation, le nombre d'avortements. Le nombre de lactation (nombre de mise-bas) a été privilégié par rapport à l'âge dans l'étude dans la mesure où les enquêtes sur l'âge souffrent d'insuffisances. En effet les producteurs n'accordent pas beaucoup d'importance au facteur âge en élevage traditionnel. Il existe des méthodes de détermination de l'âge mais la contrainte est l'accès à l'animal puisque les éleveurs acceptent difficilement la manipulation de leurs animaux. Pour eux, la prise de sang est déjà un acte de trop. Les tableaux numéro IV, V et VI suivants montrent les caractéristiques de l'échantillon.

Tableau IV : Nombre de lactations et d'avortements chez les vaches étudiées.

Echantillon	Nb. d'observations	Nb. de valeurs manquantes	Modalités	Effectifs	Fréquences (%)
Nombre de lactation	472	2	0 lactation	50	10,64
			1 lactation	124	26,38
			2 lactations	138	29,36
			3 lactations	108	22,98
			4 lactations	39	8,30
			5 lactations	9	1,91
			6 lactations	2	0,43
Nombre d'avortement	472	0	0 avortement	382	80,93
			1 avortement	85	18,01
			2 avortements	5	1,06

Tableau V : Nombre de lactations et d'avortements chez les brebis étudiées.

Echantillon	Nb. d'observations	Nb. de valeurs manquantes	Modalités	Effectifs	Fréquences (%)
Nombre de lactation	151	0	0 lactation	62	41,06
			1 lactation	21	13,91
			2 lactations	23	15,23
			3 lactations	22	14,57
			4 lactations	9	5,96
			5 lactations	5	3,31
			7 lactations	3	1,99
			8 lactations	1	0,66
			9 lactations	2	1,32
			10 lactations	2	1,32
			11 lactations	1	0,66
Nombre d'avortements	150	0	0 avortement	141	93,38
			1 avortement	9	5,96

Tableau VI : Nombre de lactations et d'avortements chez les chèvres étudiées.

Echantillon	Nb. d'observations	Nb. de valeurs manquantes	Modalités	Effectifs	Fréquences (%)
Nombre de lactations	161	0	0 lactation	25	15,53
			1 lactation	24	14,91
			2 lactations	28	17,39
			3 lactations	19	11,80
			4 lactations	18	11,18
			5 lactations	27	16,77
			6 lactations	6	3,73
			7 lactations	3	1,86
			8 lactations	3	1,86
			9 lactations	2	1,24
			10 lactations	3	1,86
			11 lactations	1	0,62
Nombre d'avortements	161	0	0 avortement	83	51,55
			1 avortement	31	19,25
			2 avortements	29	18,01
			3 avortements	16	9,94
			4 avortements	2	1,24

II.1.2 Systèmes d'élevage

Le mode d'exploitation des animaux est variable en fonction des zones éco géographiques.

Le bassin arachidier où, la principale culture est l'arachide, est subdivisé en deux parties : le bassin septentrional et le bassin sud. Les productions végétales sont étroitement associées à l'élevage. Le mode de conduite est un système semi-extensif. Les animaux au retour des pâturages sont supplémentés et complémentés avec les sous produits et les issus agricoles. Cependant avec la pression foncière élevée, au cours de la saison des pluies, les animaux sont conduits vers la zone sylvopastorale. Après les récoltes, les périmètres cultivés sont envahis par de grands troupeaux venant du nord du pays.

Ainsi, il s'en suit un brassage des troupeaux avec de multiples conséquences sur le plan pathologique mais aussi génétique avec un brassage incontrôlé des races.

La zone des Niayes est une bande côtière qui s'étale sur 8883 km² le long de la Grande Côte. Le maraichage et l'arboriculture constituent les bases des systèmes de production. Cependant, l'élevage occupe une place importante avec des systèmes de conduite variés. Autour des grandes villes comme Dakar se sont développés des systèmes semi-intensifs et intensifs ouverts aux techniques modernes de l'élevage. Sur le reste persiste le système extensif traditionnel.

La Vallée et le Delta du fleuve Sénégal s'étendent sur 22 462 km². Sur le plan agricole coexistent deux types de systèmes d'exploitation : les cultures de décrue (sorgho, maïs, riz...) et les périmètres irrigués destinés essentiellement à la riziculture et à la culture de la tomate industrielle. Cette zone propice au développement de l'élevage, avec le développement des infrastructures hydro-agricoles laisse peu de place à l'élevage. En effet, les animaux ont de plus en plus de difficultés pour accéder au fleuve pour les besoins d'abreuvement et profitent très peu des résidus de récolte.

Les animaux sont conduits selon le mode extensif dans la zone sylvopastorale, en semi-extensif en zone peri-urbaine et en stabulation en milieu urbain dans le cas des ovins. En général, les caprins sont laissés en divagation aussi bien en campagne qu'en ville avec toutes les conséquences hygiéniques et sanitaires.

En milieu rural, les troupeaux sont logés dans des hangars ou enclos sommaires, construits avec des matériaux locaux ou de récupération (tôle, grillage...).

Les animaux vont au pâturage naturel abondant en saison des pluies où ils se nourrissent toute la journée. Les animaux maigres et les femelles en lactation sont complémentés ou

supplémentés lorsqu'ils reviennent le soir avec des aliments concentrés d'origine industrielle ou à défaut de résidus ou d'issues de récolte.

Les animaux sont suivis par des vétérinaires ; un programme de déparasitage et de vaccination (fièvre aphteuse pour les métisses issues de l'insémination artificielle, le charbon bactérien, la pasteurellose et la dermatose nodulaire) est mis en place dans les différents troupeaux.

II.2 population humaine

Dans le protocole initial, il était question de faire des prélèvements de sang dans les familles d'éleveurs des troupeaux enquêtés. Ceux – ci ont été réticents, ce qui nous a amené à réaliser des prélèvements sanguins sur des femmes résidentes de Mpal et de Saint Louis en consultation prénatale dans les centres de santé. Ce critère d'inclusion se justifie par le fait que cette catégorie de femmes est la plus nombreuse en consultation dans les centres de santé. Le motif de consultation étant le diagnostic et le suivi de la grossesse. Par ailleurs, ces femmes font partie de la population à risque. Elles cohabitent étroitement avec les animaux et s'occupent le plus souvent de la mise-bas des femelles de ruminants, de la traite et de la transformation du lait et des produits laitiers. Cependant, elles ne communiquent pas sur leur passé médical et surtout les questions gynécologiques.

L'échantillon est composé de 162 femmes en consultation prénatale dans les centres de santé de Mpal et de Saint Louis. Pour des raisons déontologiques et éthiques, les responsables de ces centres hospitaliers n'ont pas accepté de nous communiquer les informations qui pourraient nous permettre de mieux analyser les résultats. Ceci constitue pour ce travail une limite méthodologique non négligeable.

II.3 Prélèvements de sang, analyses sérologiques et traitements statistiques

II.3.1 Prélèvements de sang

Nous avons prélevé dans des tubes secs, 10 ml de sang par animal par ponction de la veine jugulaire. Chez les femmes, après consentement éclairé, l'infirmier chef de poste a réalisé un prélèvement sanguin de 5 ml sur tube sec au niveau du pli du coude dans les conditions d'asepsie. Les prélèvements sont conservés 1 à 4 heures sur glace fondante. Le sang est centrifugé à 5000 tours par minute pendant 10 mn.

II.3.2 Analyses sérologiques

Les sérums sont conservés à -20°C pour analyse sérologique au laboratoire de sérologie d'ONIRIS de Nantes en France entre septembre 2010 et septembre 2011 et ont porté sur :

II.3.2.1 Fièvre Q : le coffret ELISA multi-espèces ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA a été utilisé. La méthode ELISA est sensible et les coûts financiers sont intéressants.

Le principe du test : il s'agit d'une technique immunoenzymatique indirecte.

- Les échantillons et les témoins sont déposés dans la plaque sensibilisée avec de l'antigène fièvre Q. Les anticorps spécifiques anti-fièvre Q éventuellement présents se lient à l'antigène ;
- après lavage, un conjugué protéine G marqué à la peroxydase est ajouté et se fixe sur les anticorps préalablement fixés sur les microcupules ;
- le conjugué non fixé est éliminé par lavage avant addition d'un substrat chromogène. L'apparition d'une coloration bleue est la conséquence de l'oxydation du substrat par la peroxydase du conjugué ;
- après arrêt de la réaction, la coloration devient jaune. La lecture des résultats est réalisée par un lecteur de plaques ELISA. L'apparition d'une coloration jaune témoigne d'un échantillon positif. La coloration de chaque puits est proportionnelle au taux d'anticorps spécifiques fièvre Q présents dans l'échantillon dilué.

Le calcul des résultats se fait comme suit :

- calculer la Densité Optique moyenne du Sérum Négatif témoin : **DOmCN**
- calculer la Densité Optique moyenne du Sérum Positif témoin : **DOmCP**
- pour chaque échantillon, calculer le ratio E/P (sample/Positive)

$$S/P = DO \text{ Echantillon} - DOmCN / DOmCP - DOmCN.$$

Il est possible d'obtenir des S/P négatifs pour des échantillons négatifs. Les résultats sont rendus sous forme de **titre = S/P x 100**

Le test est validé si : **DOmCP > 0,400 et DOmCP > 2 x DOmCN**

L'interprétation se fait comme suit (**Tableau VII**):

Tableau VII : interprétation des résultats ELISA de la fièvre Q chez les ruminants

Titres	Interprétation Sérum
titre<40	Négatif
40<titre<100	Positif +
100<titre<200	Positif ++
200<titre<300	Positif +++
titre>300	Positif ++++

Pour la FQ chez les humains, la technique est la même. L'antigène est une plaque LSI. Le sérum est dilué au 1/20^{ème} en tampon PBS-NaCl 0,5 M 1 heure à 37°C. Le conjugué du kit est dilué au 1/100^{ème} en tampon PBS-NaCl 1 heure à 37°C. TBM : 15 mn à 37°C. La lecture est faite à 620 nm. Le tampon PBS-Tween utilisé est composé comme suit:

NaCl	8 grammes
Na ₂ HPO ₄ ,12 H ₂ O	2,15 grammes
NaH ₂ PO ₄ ,2H ₂ O	0,4 gramme
Tween 80	0,5 ml
ED QSP	1000 ml
pH	7,2

II.3.2.2 Brucellose

La séroagglutination rapide avec l'Epreuve à l'Antigène tamponné (EAT) BENGATEST[®] (SYNBIOTICS) a été utilisée. Il s'agit d'une technique rapide, simple et peu coûteuse.

- Technique : mettre en contact un volume de sérum avec un volume d'antigène

- Le flacon distributeur d'antigène délivre 30 µL.
- Sur une plaque ou une lame de microscope, répartir 30µL de sérum puis une goutte d'antigène, mélanger avec une baguette. Il faut agiter pendant 4 m et puis faire la lecture.
- La lecture est basée sur la présence ou non d'agglutinats. La présence d'agglutinats

II.3.2.3 Salmonelloses

La Technique de séroagglutination lente classique (18 heures à 37°C) a été utilisée. L'antigène est une suspension colorée d'antigène H de *Salmonella abortus ovis*. Il a été fabriqué au laboratoire de sérologie du Département de Reproduction et de Pathologie de la Reproduction de ONIRIS et étalonné sur celle de l'AFSSA de Sophia Antipolis).

Il s'agit d'une technique en micro méthode. Elle consiste à réaliser une dilution sérique sérielle du 1/10^{ème} au 1/320^{ème} (raison 2) en PBS avec un volume de 25µL. Puis répartir 25µL d'antigène prêt emploi dans toutes les cupules et recouvrir la plaque et l'incuber 18 heures à 37°C. La lecture se fait de la manière suivante :

- Agglutination complète: présence d'agglutinats diffus au fond de la cupule ;
- Pas d'agglutination : présence d'un culot d'antigène au fond de la cupule.

L'interprétation des résultats se fait de la façon suivante :

- Présence d'agglutinats : réaction positive notée de 1+ à 4+ ;
- Pas d'agglutination : réaction négative notée –.

Le seuil habituel de positivité chez les bovins, ovins et caprins est de 2+ au 1/160^{ème} sérique.

II.3.2.4 Chlamydiophylose

Pour cette maladie, les analyses sérologiques les plus sensibles utilisent la technique ELISA avec deux variantes : l'ELISA non compétitive et L'ELISA compétitive. La deuxième variante a été utilisée. L'antigène est présenté sous forme de plaques sensibilisées (kit LSI). Le mode opératoire recommandé par le fabriquant est le suivant :

* Sérum à tester : 50µL au pur; incuber 1 heure à 37°C

* Sérum de lapin positif : 50µL au 1/200^{ème} en diluant sérum du kit; incuber 1 heure à 37 °C

* Conjugué anti lapin (sur âne): 50 µL au 1/8000^{ème} en diluant conjugué du kit; incuber 1 heure à 37 °C

* TMB du kit: 50µL; incuber 20 minutes à 37 °C

* Tampon de blocage : 50µL; lecture à 450 nm.

L'interprétation se fait comme suit :

- Si le titre < 25 le sérum est négatif ;
- Si le titre est compris entre 25 et 35, le sérum est positif et est noté + ;
- Si le titre est compris entre 35 et 60, le sérum est positif et est noté ++ ;
- Si le titre est compris entre 60 et 100, le sérum est positif et est noté +++ ;
- Si le titre > 100, le sérum est positif et est noté ++++ ;

II.3.2.5 Néosporose : la technique ELISA est utilisée avec un antigène soluble : Kit VMRD (LSI → REF: REF 280-2 (toutes espèces.))

II.3.2.6 IBR : Les analyses pour l'IBR sont réalisées avec le coffret ELISA : LSIVET IBR Gb BLOKHING VERSION IBROS 002-210111.

II.3.2.7 BVD : a été analysée par le livret : LSIVET BVD/BDp80 BLOCKING ONE STEP VERSION BVDIC 009-100309.

II.3.3 Traitements statistiques

La statistique descriptive a été réalisée avec le logiciel SPSS Inc Version 17.0. La variable à expliquer est la séroprévalence de fièvre Q dans les populations animales et humaines. Les variables explicatives ont été analysées avec le test de chi-carré au seuil de 5% afin d'évaluer l'influence de chacune sur la prévalence observée. Il s'agit des variables comme l'espèce animale, la zone écogéographique, les classes d'âge et le nombre d'avortement. Les données ont été saisies avec le logiciel Epidata 3.1, puis l'analyse a été faite à l'aide du logiciel R-commander 2.14.2.

III. RESULTATS

Les résultats seront présentés par espèces animales (bovins, ovins, caprins) et chez les humains. Ils prennent en compte également la répartition spatiale avec la zone de Mpal, le Bassin arachidier, la zone des Niayes et la zone de Kidira à l'Est du pays. Les classes d'âge, le nombre d'avortement seront pris également en compte. Les séroprévalences de la fièvre Q et des maladies abortives les plus représentatives au Sénégal sont calculées. Il s'agit de la brucellose (**BRUC**), des salmonelloses (**SALM**), de la Chlamydo phylose (**CHL**), de la rhinotrachéite infectieuse bovine (**IBR**), de la diarrhée virale bovine (**BVD**), et de la néosporose (**NEO**).

La présentation des résultats sera faite selon le plan suivant :

- ❖ Résultat 1 : Les performances de reproduction des troupeaux de ruminants au Sénégal,
- ❖ Résultat 2 : Les séroprévalence de la fièvre Q et des autres maladies abortives chez les ruminants,
- ❖ Résultat 3 : L'incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal,
- ❖ Résultat 4 : Le risque zoonotique de la fièvre Q au Sénégal

III.1. RESULTAT 1 : LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES TROUPEAUX DE RUMINANTS AU SENEGAL

L'enquête a porté sur 51 exploitations agricoles qui comptent : 611 personnes dont 302 de sexe masculin et 309 de sexe féminin avec une moyenne d'environ 12 par exploitation. Les exploitations où l'élevage est l'activité exclusive ou dominante comprennent 94,11% d'hommes contre 5,88% de femmes. L'âge des éleveurs enquêtés est compris entre 25 et 60 ans pour 72,55% des cas dont 91,90% sont des hommes. Les jeunes de moins de 25 ans sont tous des garçons et représentent 9,80% de l'échantillon. Les personnes du troisième âge sont de l'ordre de 17,65%.

L'activité principale dans cette zone demeure les productions végétales et l'élevage arrive en seconde position.

Les exploitations disposent d'une surface agricole utile faible d'environ deux hectares, destinée aux productions végétales, aux jachères et aux pâturages. Les cultures pratiquées dans cette zone sont le mil, le niébé, l'arachide, l'oseille de guinée, le gombo et la pastèque. Le matériel agricole est vétuste.

III.1.1. RESULTATS ZOOTECHNIQUES

III.1.1.1 Composition et structure du cheptel

Comme indiqué au **tableau VIII**, les élevages enquêtés comprennent 27,4 % de bovins, 40,29 % d'ovins, 29,45 % de caprins, 0,7 % d'équins et 2,16 % d'asins. Les bovins sont élevés en troupeaux de 30,29 têtes en moyenne. Le sex-ratio est de 1 mâle pour 4 femelles. Les effectifs moyens des troupeaux d'ovins et de caprins au niveau des concessions s'élèvent respectivement à $44,529 \pm 38,62$ et $32,568 \pm 21,65$. Le sex ratio est de 1 mâle pour 4 femelles chez les chèvres et de 1 mâle pour 4,5 femelles chez les ovins.

Tableau VIII : Structure des troupeaux bovins, ovins et caprins de l'échantillon.

	BOVINS		OVINS		CAPRINS		TOTAUX
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	
Effectifs enquêtés	315	1230	460	1811	304	1357	5477
Effectif moyen par concession	6,17 $\pm 8,87$	24,11 $\pm 34,65$	9,01 $\pm 7,98$	35,50 $\pm 33,41$	5,96 $\pm 6,46$	26,60 $\pm 17,52$	107,39 $\pm 108,91$

III.1.1.2 Origine des animaux

Les animaux qui composent l'échantillon sont nés dans le troupeau à 70%. Le reste provient (19%) d'autres troupeaux de la zone et environ le dixième (11 %) provient de l'extérieur c'est-à-dire en dehors de la communauté rurale.

III.1.2.3 Mode de conduite des troupeaux

Les troupeaux enquêtés sont gérés par le propriétaire et sa famille à 85% et 15% en confiage.

Les races élevées sont la race Gobra pour les bovins, la race Peulh-Peulh pour les ovins et la Chèvre du Sahel pour les caprins.

Les troupeaux sont logés dans des hangars ou enclos construits avec des matériaux locaux ou de récupération (tôle, zinc, grillage...). L'habitat des animaux est localisé à l'intérieur des concessions dans 87,6% des élevages enquêtés et hors des concessions dans 12,4% des cas.

Concernant l'alimentation, les animaux maigres et les femelles en lactation sont complétés ou supplémentés lorsqu'ils reviennent des pâturages avec des aliments concentrés d'origine industrielle ou à défaut de résidus ou d'issues de récolte. Ainsi, l'alimentation de base est constitué par la paille de brousse en saison sèche.

Pour ce qui est de l'hygiène et de la santé des animaux, tous les éleveurs enquêtés déparasitent leurs animaux : 21,6% plus de deux fois par an, 50,8% deux fois et le reste une seule fois soit 27,6%. Les pertes d'animaux par mortalité sont observées durant toute l'année mais principalement en deux périodes : la saison sèche froide (45,5%) et la saison des pluies (36,9%). Les symptômes qui précèdent les mortalités évoquées par les producteurs enquêtés sont variées (toux, diarrhée, constipation, gale, dystocie, etc.). Par contre, 17,8% d'entre eux n'ont pas observé ou décrit des signes de maladies. Les affections digestives et les maladies liées à la reproduction sont les plus fréquentes et sont respectivement de 36,6% et 16,3% et le reste non déterminée soit 52,9%.

III.1.2 PARAMETRES DE REPRODUCTION DES TROUPEAUX ENQUETES

Le tableau IX donne quelques paramètres de reproduction des animaux enquêtés dans la zone.

Tableau IX : Quelques paramètres de reproduction des bovins, ovins et caprins enquêtés dans la zone de Mpal (Sénégal)			
	Bovins	Ovins	Caprins
Age à la 1^{ère} mise bas	3,78 ± 0,94 ans	10,64 ± 2,18 mois	9,88 ± 2,21 mois
Intervalle entre mises bas	2,01 ans	8,98 mois	8,19 mois
Age au sevrage	1,68 an	5,96 mois	5,45 mois
Taux de fertilité (%)	93	96	98
Taux de fécondité (%)	81,87	83,04	94,25
Taux de prolificité (%)	87,94	86,19	96,45

III.2 RESULTAT 2 : SEROPREVALENCES DE LA FIEVRE Q ET DES AUTRES MALADIES ABORTIVES CHEZ LES RUMINANTS

Prévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les ruminants

Les taux de prévalence de la FQ et des principales maladies abortives chez les ruminants ont été calculés.

III.2.1 Séroprévalences en fonction des espèces animales

Les résultats figurent au tableau X suivant.

		Tableau X : Séroprévalences de la FQ et des principales maladies abortives en fonction des populations animales.						
		MALADIES						
ESPECES		FQ	SALM	IBR	BVD	CHL	BRUC	NEO
BOVINS	Effectifs	472	165	120	31	76	69	285
	Positif	11,7%	11,5%	49,2%	61,3%	6,6%	0%	58,9%
OVINS	Effectifs	151	135	NC	NC	50	76	0
	Positif	19,9%	8,9%	NC	NC	20%	0%	0
CAPRINS	Effectifs	161	73	NC	NC	50	74	0
	Positif	25,5%	28,8%	NC	NC	18,0%	0%	0

NC : non concernés

Un échantillonnage au hasard a été réalisé pour les principales maladies abortives et ceci à cause de contraintes matérielles liées au dosage et du fait que l'étude est centrée sur la fièvre Q. Pour cette maladie, les séroprévalences s'élèvent de 11,7% chez les bovins, de 19,9% chez les ovins, de 25,5% chez les caprins. Pour la néosporose, l'étude n'a concerné que les bovins et ceci à cause de contraintes liées à des contraintes financières du laboratoire.

III.2.2 Séroprévalences en fonction des zones écogéographiques

Le **tableau XI** donne les séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies chez les bovins de l'échantillon en fonction des zones éco-géographiques du pays : le Bassin arachidier (9,7%), les Niayes (16,3%), la zone de Saint-Louis (33,9%) et enfin la zone de Kidira (0%) pour la fièvre Q

Tableau XI : Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les bovins en fonction des zones écogéographiques.

MALADIES		FQ	SALM	IBR	BVD	CHL	BRUC	NEO
ZONE								
BASSIN ARACHIDIER	Effectifs	236	31	31	31	31	0	205
	Positif	9,7%	45,2%	61,3%	61,3%	0%	0%	56,6%
NIAYES	Effectifs	80	65	65	0	0	0	80
	Positif	16,3%	1,5%	38,5%	0%	0%	0%	65%
SAINT-LOUIS	Effectifs	56	45	0	0	45	45	0
	Positif	33,9%	8,9%	0%	0%	11,1%	0%	0%
KIDIRA	Effectifs	100	24	24	0	0	24	0
	Positif	0%	0%	62,5%	0%	0%	0%	0%

Après un zonage basé sur les conduites d'élevage, les conditions agroclimatiques et les effectifs de l'échantillon, deux zones ont été retenues : Le Centre-Ouest (Bassin arachidier et les Niayes) et le Nord du pays (Saint-Louis et sa Région). Trois publications personnelles ont été faites en fonction de ce zonage. Le tableau XII donne les résultats.

Tableau XII : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales maladies abortives des bovins dans le Bassin Arachidier et dans la zone des Niayes au Sénégal en fonction de l'âge.

Age en années	FQ positif	SALM positif	IBR positif	BVD positif
0-7	13,58% (N=162)	18,42% (N=38)	55,56% (N=36)	60,00% (N=15)
8 et plus	10,22% (N=137)	23,56% (N=34)	56,41% (N=39)	62,50% (N=16)
Totaux	12,00% (N=299)	22% (N=72)	55,00% (N=75)	61,30% (N=31)

Le **tableau XIII** donne les séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies chez les ovins de l'échantillon en fonction des zones écogéographiques du pays: le Bassin arachidier (43,75%), les Niayes (3,5%) et la zone de Saint-Louis (40%). Pour les autres maladies, toutes les zones ne sont pas concernées.

Tableau XIII : Séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies chez les ovins en fonction des zones écogéographiques dans le Bassin arachidier, les Niayes et à Saint-Louis.

MALADIES		FQ	SALM	CHL	BRUC
ZONES					
BASSIN ARACHIDIER	Effectifs	16	0	0	0
	Positif	43,75%	0%	0%	0%
NIAYES	Effectifs	85	85	0	26
	Positif	3,5%	11,8%	0%	0%
SAINT-LOUIS	Effectifs	50	50	50	50
	Positif	40%	4%	20%	0%

Le tableau XIV donne les séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies chez les caprins de l'échantillon en fonction des deux sites étudiés : le Bassin arachidier (23,4%), et la zone de Saint-Louis (30%).

Tableau XIV : Séroprévalences de la fièvre Q et des autres maladies chez les caprins en fonction des zones éco-géographiques dans le Bassin arachidier et à Saint-Louis.

Maladies		FQ	SALM	CHL	BRUC
ZONES					
BASSIN ARACHIDIER	Effectifs	111	23	0	26
	Positif	23,4%	26,1%	0%	0%
SAINT-LOUIS	Effectifs	50	50	50	50
	Positif	30%	30%	18%	0%

Le même travail de zonage effectué chez les bovins a donné chez les petits ruminants (ovins et caprins) les résultats du tableau XV.

Tableau XV : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales maladies abortives des petits ruminants dans le Bassin Arachidier et de la zone des Niayes en fonction de l'âge.					
Ovins			Caprins		
Ages en mois	% FQ+	% salm +	Ages en mois	%FQ+	% salm +
1-12	6,06% (N=33)	0% (N=6)	1-12	20% (N=25)	14,30% (N=7)
13-24	10% (N=20)	33% (N=6)	13-24	16,70% N=18	25% (N=4)
25 et plus	12,50% (N=48)	33% (N=12)	25 +	25% N=68	33,33% (N=12)
Totaux	9,90% (N=101)	25% (N=24)	Totaux	22,52% (N=111)	26% (N=23)

Pour les petits ruminants (ovins, caprins), trois classes d'âge ont été retenues : celles qui sont âgées de 1-12 mois qui généralement n'ont pas encore mis-bas, celles de 13-24 mois qui débutent leur carrière reproductive et enfin les femelles âgées de 25 mois et plus qui, elles, sont les véritables reproductrices dans les conditions du Sénégal.

III.2.3 Séroprévalences en fonction des classes d'âges.

Les taux de prévalence de la fièvre Q et des autres maladies abortives sont étudiés en fonction des classes d'âges. Pour la FQ, l'influence de l'âge sur les résultats en fonction des espèces figurent aux tableaux XVI, XVII et XVIII.

Chez les bovins, la séroprévalence diminue régulièrement. Elle est de 22,7% avant l'âge de 4 ans, de 11,4% entre 5 et 8 ans et de 9,9% chez les plus de 8 ans.

Chez les ovins, elle reste stable sauf chez les animaux de 1 à 2 ans (26,7%), contre 18,4% avant un an et 18,1% au-delà de 2 ans.

Chez les caprins, elle est plus forte sauf chez les animaux âgés de 1 à 2 ans (19,2%) contre 25,6% à un an et 27,1% chez les plus de 2 ans.

Tableau XVI : Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les bovins en fonction des classes d'âge.

Maladies		FQ	SALM	IBR	BVD	CHL	BRUC	NEO	DG IA
		Classe d'âge (ans)							
0-4	effectifs	22	6	6	2	2	3	13	236
	Positif	22,7%	0%	50%	50%	0%	0%	46,2%	46,2%
5-8	effectifs	359	117	81	21	57	47	221	183
	Positif	11,4%	11,1%	43,2%	61,9%	8,8%	0	57,5%	53%
8 et plus	effectifs	91	42	33	8	17	19	51	41
	Positif	9,9%	14,3%	63,6%	62,5%	0%	0%	68,6%	53,7%

Les classes d'âge ont été retenues en fonction de la carrière reproductive. La classe (0-4 ans) est composée de femelles qui ne sont pas encore entrées en reproduction, celle de 5-8 ans sont en pleine carrière et enfin les plus de 8 ans sont composées de celles qui commencent à vieillir.

Tableau XVII : Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les ovins en fonction des classes d'âge

Maladies		FQ	SALM	CHL	BRUC
		Classe d'âge (mois)			
0-12	effectifs	49	45	17	23
	Positif	18,4%	0%	5,9%	0%
13-24	effectifs	30	27	10	10
	Positif	26,7%	11,1%	30%	0%
+ 24	effectifs	72	63	23	37
	Positif	18,1%	14,3%	26,1%	0%

**Tableau XVIII : Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives
chez les caprins en fonction des classes d'âge**

Maladies		Classe	FQ	SALM	CHL	BRUC
Classe d'âge (mois)						
0-12	effectifs		39	21	14	21
	Positif		25,6%	28,6%	21,4%	0%
13-24	effectifs		26	12	8	12
	Positif		19,2%	16,7%	25%	0%
+ 24	effectifs		96	40	28	41
	Positif		27,1%	32,5%	14,3%	0%

III.3 RESULTAT 3 : L'INCIDENCE DE LA FIEVRE Q SUR LA FERTILITE DES TROUPEAUX DE RUMINANTS AU SENEGAL

III.3.1 Séroprévalences en fonction des avortements.

Les taux de prévalence de la fièvre Q et des autres maladies abortives étudiées ont été calculés chez les trois espèces de ruminants de notre échantillon en fonction de deux critères : la femelle a avorté une fois ou n'a jamais avorté.

Pour la FQ:

- Chez les bovins, le pourcentage des vaches positives à la fièvre Q ne présente pas de différences significative entre les deux lots : 11,8% chez les femelles qui n'ont jamais connu un avortement contre 11,1% chez celles qui ont au moins fait un avortement (tableau XIX) ;
- Chez les ovins, il n'y a pas de positifs dans le lot des femelles ayant avorté contre 21,3% chez celles qui n'ont jamais avorté (tableau XX) ;
- Chez les caprins, une séroprévalence de 19,3% est observée chez les femelles qui n'ont jamais avorté contre 32,1% chez celles qui ont au moins fait un avortement (tableau XXI) ;

Tableau XIX : Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les bovins ayant connu un avortement ou non.

Avortements		Maladies							
		FQ	SALM	IBR	BVD	CHL	BRUC	NEO	DG IA
NON	effectifs	382	140	101	27	66	58	233	194
	Positif	11,8	10,7	48,5	63	7,6	0	58,8	52,6
OUI	effectifs	90	25	19	4	10	11	52	53
	Positif	11,1	16,0	52,6	50	0	0	59,6	53,5

Tableau XX : Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les ovins ayant connu un avortement ou non.

Avortements		Maladies			
		FQ	SALM	CHL	BRUC
NON	effectifs	141	126	46	71
	Positif	21,3%	4,8%	19,6%	0%
OUI	effectifs	10	9	4	5
	Positif	0%	66,7%	25%	0%

Tableau XXI : Séroprévalences de la fièvre Q et des principales maladies abortives chez les caprins ayant connu un avortement ou non.

Avortements		Maladies			
		FQ	SALM	CHL	BRUC
NON	Nbre	83	35	25	35
	Positif	19,3%	31,4%	20%	0%
OUI	Nbre	78	38	25	39
	Positif	32,1%	26,3%	16%	0%

III.4 RESULTAT 4 : LE RISQUE ZOONOTIQUE DE LA FIEVRE Q AU SENEGAL

III.4.1 Séroprévalence de la fièvre Q chez les femmes en consultation prénatale

Pour les 162 femmes, des taux de séroprévalence très élevés de 84,56% ont été enregistrés. Ils sont quasi identiques au niveau des deux sites étudiés : Mpal (84,52%) et Saint-Louis (84,6%). Ces résultats ne présentent pas de différences statistiques significatives.

Les tableaux XXII et XXIII donnent les détails des résultats sérologiques de ces populations humaines. Les seuils sont différents : 0,200 pour les femmes de Mpal et 0,660 pour celles de Saint-Louis. Ces seuils ont été adaptés car les bruits de fonds diffèrent entre ces deux populations.

Tableau XXII : Séroprévalences de la fièvre Q chez les femmes de MPAL en consultation prénatale.

REF	DO 1/20	Seuil à 0,200	INTERPR	REF	DO 1/20	Seuil à 0,200	INTERPR	REF	DO 1/20	Seuil à 0,200	INTERPR
1	0,612	+	+++	29	0,724	+	+++	57	0,298	+	+
2	0,084	-	-	30	0,489	+	++	58	0,482	+	++
3	0,451	+	++	31	0,587	+	++	59	0,338	+	+
4	0,173	-	-	32	0,436	+	++	60	0,803	+	++++
5	0,264	+	+	33	0,717	+	+++	61	0,451	+	++
6	0,181	-	-	34	0,818	+	++++	62	0,364	+	+
7	0,095	-	-	35	0,521	+	++	63	0,141	-	-
8	0,427	+	++	36	0,451	+	++	64	0,296	+	+
9	0,293	+	+	37	0,431	+	++	65	0,226	+	+
10	0,181	-	-	38	0,334	+	+	66	0,363	+	+
11	0,299	+	+	39	0,113	-	-	67	0,832	+	++++
12	0,114	-	-	40	0,249	+	+	68	0,849	+	++++
13	0,369	+	+	41	0,806	+	++++	69	0,783	+	+++
14	0,068	-	-	42	0,801	+	++++	70	0,122	-	-
15	0,551	+	++	43	0,834	+	++++	71	0,377	+	+
16	0,336	+	+	44	0,469	+	++	72	0,075	-	-
17	0,869	+	++++	45	0,584	+	++	73	0,555	+	++
18	0,911	+	++++	46	0,261	+	+	74	0,215	+	+
19	0,609	+	+++	47	0,737	+	+++	75	0,765	+	+++
20	0,675	+	+++	48	0,184	-	-	76	0,326	+	+
21	0,836	+	++++	49	0,507	+	++	77	0,248	+	+
22	0,419	+	++	50	0,721	+	+++	78	0,209	+	+
23	0,258	+	+	51	0,297	+	+	79	0,594	+	++
24	0,888	+	++++	52	0,479	+	++	80	0,245	+	+
25	0,493	+	++	53	0,679	+	+++	81	0,175	-	-
26	0,564	+	++	54	0,294	+	+	82	0,676	+	+++
27	0,851	+	++++	55	0,128	-	-	83	0,871	+	++++
28	0,525	+	++	56	0,259	+	+	84	0,922	+	++++

***REF**

*** DO 1/20**

***INTERPR**

***Seuil à 0,200**

Interprétation en semi quantitatif:

Absorbance < 0,200: -;

0,200 <absorbance<0,400: +;

0,400 <absorbance<0,600: ++;

0,600 <absorbance<0,800: +++;

Absorbance > 0,800: ++++;

Tableau XXIII : Séroprévalences de la fièvre Q chez les femmes de Saint-louis en consultation prénatale.

REF	DO 1/20	Seuil à 0,660	INTERP	REF	DO 1/20	Seuil à 0,660	INTERP	REF	DO 1/20	Seuil à 0,660	INTERP
1	1,568	+	++	27	0,821	+	+++	53	1,118	+	+
2	0,407	-	-	28	0,372	-	-	54	0,201	-	-
3	0,946	+	+	29	1,526	+	++	55	1,921	+	+++
4	0,499	+		30	0,654	+	+	56	0,523	+	+
5	1,296	+	++	31	0,856	+	+	57	1,413	+	++
6	1,546	+	++	32	0,429	+	+	58	0,485	+	+
7	0,385	-	-	33	0,883	+	+	59	1,117	+	+
8	1,618	+	++	34	1,139	+	+	60	0,541	+	+
9	1,395	+	++	35	0,471	+	+	61	1,482	+	++
10	0,641	+	+	36	0,978	+	+	62	0,831	+	+
11	0,307	-	-	37	0,443	+	+	63	1,281	+	++
12	0,802	+	+	38	1,056	+	+	64	0,611	+	+
13	0,307	-	-	39	0,886	+	+	65	1,983	+	+++
14	0,761	+	+	40	0,942	+	+	66	0,871	+	+
15	1,587	+	++	41	0,488	+	+	67	1,644	+	++
16	1,511	+	++	42	0,207	-	-	68	0,545	+	+
17	0,341	-	-	43	1,723	+	++	69	0,712	+	+
18	0,528	+	+	44	1,089	+	+	70	1,196	+	+
19	0,846	+	+	45	0,455	+	+	71	0,875	+	+
20	0,912	+	+	46	0,387	+	+	72	0,943	+	+++
21	1,118	+	+	47	0,951	+	+	73	0,804	+	+++
22	0,415	-	-	48	0,544	+	+	74	0,413	-	-
23	1,241	+	++	49	1,157	+	+	75	1,647	+	++
24	0,269	-	-	50	1,511	+	++	76	0,632	+	+
25	1,435	+	++	51	1,139	+	+	77	0,794	+	+
26	0,394	-	-	52	0,224	-	-	78	1,453	+	++

Interprétation en semi quantitatif:

Absorbance < 0,660: -;

0,660 <absorbance<1,200: +;

1,200 <absorbance<1,800: ++;

Absorbance > 1,800: +++;

IV. DISCUSSION

Les méthodes sérologiques utilisées permettent de mettre en évidence des anticorps dirigés contre les agents pathologiques ciblés : fièvre Q, salmonelloses, Chlamydyphylose, brucellose, IBR, BVD et néosporose. La présence des anticorps ne signifient pas que les animaux sont malades mais qu'ils ont rencontré l'agent pathogène au cours de leur vie. Les analyses sérologiques et les résultats d'enquêtes doivent être complétés par des examens cliniques et d'autres moyes de laboratoire comme l'isolement de l'agent pathogène ou la PCR.

La discussion sera articulée autour des résultats globaux, des zones éco-géographiques et enfin de la population humaine.

Concernant les résultats globaux, l'étude est menée, entre juin 2010 et juillet 2011. Il a été traité 684 sérums de ruminants dont : 472 bovins, 151 ovins et 161 caprins ont été prélevés ainsi que 162 femmes en consultation prénatale dans la zone de Saint-Louis.

• La fièvre Q

Les séroprévalences de la fièvre Q sont de 12% pour les bovins, 20% pour les ovins, 25% pour les caprins et enfin 84,56% pour les femmes en consultation prénatale. Ce taux élevé chez les femmes pourrait s'expliquer par le fait que la consultation prénatale n'est pas systématique dans cette zone. et que les femmes en question soient sujettes à des troubles de la reproduction est une hypothèse à ne pas écarter. En effet, il n'a pas été possible d'obtenir des commémoratifs auprès des autorités médicales pour étayer cette thèse. Des études plus poussées sont nécessaires pour vérifier cette hypothèse.

- Chez les bovins

Chez les bovins, la séroprévalence présente des variations en fonction des zones étudiées et des tranches d'âges des animaux. Le taux de femelles positives diminue avec l'âge, la présence des anticorps est fugace. Les animaux sont contaminés pendant leur jeune âge et acquièrent un certain degré d'immunité. Avec le temps cette immunité baisse.

Cette maladie ne provoque pas systématiquement des avortements mais des accouchements prématurés (trois semaines avant terme) de veaux vivants et viables. Il aurait été plus

intéressant de rechercher l'incidence de cette maladie sur la fréquence des non délivrances et des métrites. Mais, les commémoratifs sont difficiles à obtenir des éleveurs.

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par OLLOY [86] qui a rapporté 12,04% au Congo et ceux de GAZYAGCI [45] en Turquie de 12,4%, alors que KONTE [61] a obtenu au Sénégal des résultats beaucoup plus faibles de 0,91%. Cette étude de KONTE est ancienne car elle a été réalisée en 1990. Il s'agissait pour l'auteur de vérifier et de confirmer l'existence de la maladie. Celle-ci a certainement évolué depuis lors.

Ces résultats ne diffèrent pas significativement avec ceux obtenus dans d'autres pays en Afrique au Sud du Sahara comme la République Centrafricaine [75], le Tchad [75, 111], le Soudan [99], la Tanzanie [53], le Kenya [122], le Nigéria [2] et le Cameroun [75] où des prévalences de la fièvre Q bovine de 3 à 41% ont été enregistrées.

- **Chez les petits ruminants**

Chez les petits ruminants (ovins et caprins), la séroprévalence est de 20% chez les ovins et 25% chez les caprins. La séroprévalence relativement plus élevée chez les petits ruminants, comparée à celle des bovins qui est de 11,7%, pourrait s'expliquer par le fait que ces animaux vivent pour l'essentiel de l'échantillon (animaux de l'agglomération urbaine de Dakar) en étroite relation avec d'autres animaux domestiques comme les chiens et les chats mais aussi les rongeurs (rats et souris). Cette situation est favorable à une bonne circulation de l'agent pathogène. D'autre part, le reste de l'échantillon qui vit en milieu rural est également en contact étroit avec des chiens bergers et sont en général très infestés par les tiques. Il est utile de signaler également le risque de contamination des populations humaine et le développement de cette zoonose négligée.

● **Autres maladies**

Des investigations sérologiques ont été réalisées pour la brucellose, la salmonellose, la chlamydoglyose, l'IBR, la BVD et la néosporose.

Pour la Brucellose : tous les animaux sont négatifs. Pourtant, aucun plan de lutte d'envergure significative n'est mis en œuvre. Le Sénégal n'est pas indemne de brucellose dans la mesure où de temps en temps des foyers sporadiques sont découverts. Ces résultats

peuvent s'expliquer par la faiblesse de l'échantillon mais aussi sa répartition. Il est utile de souligner que l'objet principal de cette étude est la fièvre Q et le coût des analyses constitue à terme une limite méthodologique. Les résultats n'ont pas porté sur toutes les espèces et dans toutes les zones.

Par contre d'autres maladies abortives ont des prévalences importantes dans l'échantillon étudié ce qui complique l'analyse multifactorielle des troubles de la reproduction et de la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal. En effet, l'étude permet difficilement de conclure sur le rôle exact que chacune de ces maladies jouent dans le domaine de la fertilité des troupeaux étudiés. Le rappel des principaux résultats confirme cette thèse.

- **La Salmonellose** est à 11,5% chez 165 bovins, 8,9% chez 135 ovins et 28,8% chez 73 caprins. Cette maladie est connue pour provoquer des avortements en série chez les petits ruminants et beaucoup moins chez les bovins.
- Cependant, aucune stratégie de lutte n'est systématiquement appliquée au Sénégal pour lutter contre cette maladie sauf en aviculture moderne.
- **La chlamydyphylose** est à 6,6% chez 76 bovins, 20% chez 50 ovins et 18% chez 50 caprins. Cette maladie provoque surtout des avortements chez les petits ruminants. Dans certains pays, elle apparaît comme étant la première maladie abortive des petits ruminants. Chez la vache, elle provoque des avortements sporadiques et des métrites en série.
- **L'IBR** est à 49,2% pour un échantillon de 120 bovins. Cette maladie provoque des avortements, des métrites en série et des troubles respiratoires.
- **La BVD** a une séroprévalence de 61,3% pour une population de 31 bovins. La maladie est connue pour provoquer chez les bovins des avortements sporadiques et des résorptions embryonnaires.
- **La néosporose** chez les bovins donne une séroprévalence de 58,9% pour une population de 285 bovins. Elle est cosmopolite et provoque des avortements chez la vache et principalement au cours du second tiers de gestation. Ces avortements peuvent être d'allure épizootique, enzootique ou sporadique. C'est certainement la première maladie abortive des bovins au Sénégal.

L'IBR, la BVD et la néosporose ont des prévalences beaucoup plus élevées que la fièvre Q, les salmonelloses et la chlamydyphylose.

Le taux d'avortement est de 28,32% chez les caprins, 7,42% chez les bovins et 3,70% chez les ovins. Sur la base de calculs statistiques, il n'a pas été possible d'établir des relations précises entre ces pathologies abortives et la FQ d'une part et le rôle que pourrait jouer chacune de ces maladies d'autre part. En effet, la fièvre Q entraîne surtout des accouchements prématurés (trois semaines avant terme) avec des veaux vivants et viables qui peuvent passer inaperçus aux yeux de l'éleveur. Cette maladie se manifeste souvent par une augmentation du nombre des non-délivrances et des métrites en série. Par contre chez les petits ruminants, des épizooties d'avortements en série peuvent être observées. RODOLAKIS [100] rapporte que dans les troupeaux infectés par *Coxiella burnetii*, le nombre d'avortement observé est souvent trop faible pour attirer l'attention de l'éleveur, bien que dans certains troupeaux caprins, de nombreuses chèvres peuvent avorter. Aucune étude jusqu'à présent n'a montré si chez les bovins *Coxiella burnetii* perturbe ou non plusieurs gestations successives comme chez la femme, la chèvre et la souris.

Sur le plan écopéographique l'étude révèle l'existence de la FQ dans presque toute les zones couverte par notre étude exceptée celle de Kidira à l'Est du Sénégal mais avec une certaine variabilité des résultats. Cette variabilité serait certainement due à des différences de modes de conduite des animaux et surtout les mesures d'hygiène appliquées aux élevages.

●● Au centre et à l'ouest : le Bassin Arachidier et les Niayes

Dans cette partie du pays, au cours du mois de juin 2010, 596 ruminants dont : 299 bovins, 186 ovins et 111 caprins ont été testés.

La séroprévalence de la FQ est de 12% chez les bovins avec des variations en fonction des zones étudiées et des tranches d'âges des animaux. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par d'autres auteurs au Congo [86] et en Turquie [45].

Chez les petits ruminants (ovins et caprins), les taux de prévalence obtenus sont de 9,90% chez les ovins (43,75% pour 16 animaux dans le Bassin arachidier contre 3,5% pour 85 animaux dans les Niayes) et un taux élevé de 22,52% chez les caprins (23,4% pour 111 animaux dans le Bassin Arachidier contre 30% pour 50 animaux dans les Niayes). La séroprévalence relativement faible chez les ovins pourrait s'expliquer par le fait que

l'essentiel des animaux testés vivent en agglomération urbaine dans la ville de Dakar (les Niayes) en élevage intensif entre la Médina et la Gueule-Tapée avec un niveau d'hygiène satisfaisant dans les bergeries. Des soins particuliers sont apportés aux animaux, ce qui pourrait limiter la circulation de l'agent pathogène. Le contact réduit entre troupeaux avec le mode d'élevage sédentaire n'est pas favorable à la contamination inter-troupeau.

Des investigations sérologiques ont été réalisées pour la Brucellose, la salmonellose, l'IBR et la BVD. Les résultats ont donné :

- pour la salmonellose : 22% chez les bovins, 25% chez les ovins et 26% chez les caprins ;
- l'IBR 25% ;
- la BVD 61 %.

Le taux d'avortement est de 28,32% chez les caprins, 7,42% chez les bovins et 3,70% chez les ovins. Il n'a pas été possible d'établir des relations précises entre ces pathologies abortives et la FQ et le rôle que pourrait jouer chacune de ces entités pathologiques sur la fertilité des ruminants de la zone. Par contre les prévalences sérologiques relativement élevées de la BVD, de l'IBR et des salmonelloses, laissent présager un impact important de ces maladies dans les troubles de la fertilité des bovins. Les salmonelloses ont certainement un impact négatif sur les paramètres de reproduction des ovins et caprins et donc sur leur fertilité.

●● Pour le Nord du pays (zone de Mpal et de Saint-Louis)

Les 600 éleveurs enquêtés, sont pour l'essentiel (94,11 %) des hommes, contre seulement 5,88 % de femmes ; ceci est à l'inverse de ce que l'on observe généralement en milieu rural au Sénégal, où l'élevage des espèces à cycle court est surtout pratiqué par les femmes et les enfants.

L'âge des éleveurs enquêtés est compris entre 25 et 60 ans pour 72,55 % des cas dont 91,90 % sont des hommes, cet âge correspond à la période active des exploitants agricoles. Les jeunes de moins de 25 ans (9,80 %) et les personnes de plus de 60 ans (17,65 %) ne sont pas bien représentés. En effet, les jeunes migrent vers les grandes villes ou à l'étranger et sont de moins en moins attirés par le secteur agricole. Les plus âgés sont en pré-retraite et s'occupent de moins en moins de l'agriculture et de la conduite des animaux. Il faut tout de

même noter que l'essentiel des exploitations sont de type familial et ce sont les vieilles personnes qui sont pour l'essentiel les chefs d'exploitations.

Les faibles surfaces des exploitations (environ 2 hectares), la vétusté du matériel agricole et les risques climatiques, exigent des agropasteurs de développer des stratégies de production comme la diversification pour survivre. En ce qui concerne les productions animales, toutes les concessions possèdent des bovins, ovins, caprins, équins, asins et de la volaille. Cette stratégie, qui consiste à conduire en commun différentes espèces animales, favorise une bonne circulation des agents pathogènes comme *Coxiella burnetii*. La composition et la structure du cheptel, les élevages enquêtés sont composés de bovins (27,4 %), d'ovins (40,29 %), de caprins (29,45 %), d'équins (0,7 %) et d'asins (2,16 %). La prédominance des ovins et des caprins dans les élevages s'explique entre autres par le fait que ces espèces sont plus faciles à conduire et sont moins exigeantes en espace, élément qui constitue le principal facteur limitant de la pratique de l'élevage dans ces zones. Le sex-ratio élevé d'un mâle pour 4 femelles s'explique par le fait que les éleveurs privilégient l'élevage des mâles pour des raisons liées à la commercialisation.

Les modes de conduite des animaux à l'intérieur des concessions ou aux alentours s'expliquent par le fait qu'au Sénégal le vol du bétail est devenu la plus grande contrainte pour les éleveurs. Ce mode de conduite favorise une bonne circulation des maladies notamment les zoonoses comme la FQ et autres. Nous avons procédé à une analyse des performances de reproduction des animaux de la zone. L'exercice a consisté à combiner et à croiser les résultats issus d'enquêtes menées dans le cadre de cette étude et ceux des analyses sérologiques réalisées.

La productivité numérique d'un troupeau est étroitement liée aux performances de reproduction. Celle-ci est un facteur déterminant pour les productions des ruminants notamment la viande. Notons également qu'en production laitière, il est indispensable de maîtriser la conduite de la reproduction et d'améliorer la fertilité des troupeaux exploités.

Dans toutes les exploitations enquêtées, l'insémination artificielle n'est pas pratiquée. Les éleveurs peulhs sont particulièrement attachés au zébu Gobra.

Le mode de reproduction utilisé dans cette zone est la monte libre. La saillie se fait au niveau des pâturages ou dans les enclos.

Les mises-bas ont lieu à la fin de la saison sèche et en début d'hivernage, ce qui pose un véritable problème alimentaire au couple mère/nouveau né dans la mesure où cette période est caractérisée par des parcours naturels très pauvres.

La mise à la reproduction à un âge tardif, environ quatre ans et un an respectivement chez les bovins et les petits ruminants montre que les animaux dans cette zone sont peu précoces. Les facteurs alimentaires et pathologiques jouent certainement un rôle déterminant. Ainsi, l'âge moyen des bovins à la première mise-bas qui est de 3,78 ans \pm 0,94 ans, pour les ovins 10,64 \pm 2,18 mois et 9,88 \pm 2,21 mois pour les caprins, montre nettement une faiblesse des performances de reproduction comparables aux résultats de LO [70]. Les taux d'avortement élevés (34%), de mortinatalité (18%) et la faible fertilité seraient imputables pour la plupart à des conditions alimentaires difficiles mais aussi à des maladies de la reproduction (fièvre Q, salmonellose, chlamydyphylose) entraînant très souvent des avortements ou des baisses de la fertilité des troupeaux.

En effet, la faiblesse relative des performances de reproduction provient d'un ensemble d'interactions complexes avec plusieurs variables dont :

- Les questions génétiques pour lesquelles, très peu d'investigations ont été réalisées pour déterminer le rôle joué par les aspects génétiques en matière de reproduction chez nos ruminants domestiques ;
- Les facteurs alimentaires jouent un rôle important. Plusieurs travaux l'ont montré. Les relations étroites qui existent entre les conditions nutritionnelles défavorables de nos animaux et leur vulnérabilité vis-à-vis des maladies d'une manière générale et des maladies de la reproduction en particulier ne simplifient pas du tout le problème ;
- Des faiblesses et des insuffisances dans le domaine de la conduite de la reproduction : défaut de contrôle des saillies, mauvais suivi des chaleurs et la mise en reproduction de toutes les femelles sans distinction.

Les résultats sérologiques ont montré une séroprévalence assez élevée pour des maladies abortives comme les salmonelloses, la chlamydyphylose et la fièvre Q. La difficulté, est de savoir la part qui revient aux facteurs alimentaires et celle qui résulte de ces maladies de la reproduction.

La présente étude confirme la présence de la fièvre Q dans les populations animale et humaine de la région pastorale de Saint Louis (Mpal, la ville de saint-Louis et Richard-Toll).

Chez les bovins, la prévalence sérologique de la fièvre Q est de 27,59%. Elle est de 40% dans la commune de Mpal contre 14,29% dans la région de Saint Louis. Ces observations sont supérieures à celles observés par Konté au Sénégal dans les régions d'élevage extensif de Saint Louis (1,04%) et de Louga du Sénégal (2,46%) et dans l'ensemble du pays (0,91%) [62]. Dans d'autres pays en Afrique au Sud du Sahara comme la république centrafricaine [75], le Tchad [75, 111], le Soudan [100], la Tanzanie [53], le Kenya [122], le Nigéria [2] et le Cameroun [75], des prévalences de la fièvre Q bovine de 3 à 41% ont été enregistrées.

Chez les ovins, la prévalence est de 40% dans la population de l'étude. Cette prévalence est supérieure aux valeurs de 3 à 30% obtenus en République Centrafricaine [76] au Tchad [75], [111], au Sénégal [63], en Mauritanie [25], au Nigéria [2], en Tanzanie [53] et en Côte d'Ivoire [11]. Mais, elle est inférieure aux 62,5% observés au Soudan [99].

Les caprins ont enregistré une prévalence sérologique de 30%. Des prévalences similaires ont été observées en république centrafricaine [75], [99] et [50] avec des taux supérieures de 53% et 99% et ceci, respectivement au Soudan et au Niger. Cependant, des auteurs ont obtenu des prévalences inférieures au Tchad : 13% [111], en Tanzanie 13,6% [53] et au Nigéria 8,8% [2].

Dans le reste du monde, de nombreuses études sérologiques ont révélé des prévalences de la fièvre Q allant de 2,4 à 88% dans les cheptels bovins, ovins et caprins [1], [26] et [19].

Les variations de prévalences sérologiques de la fièvre Q pourraient s'expliquer par des différences méthodologiques dans le choix de la zone d'étude, du type d'élevage, de la taille des populations, du mode d'échantillonnage et aux caractéristiques des tests sérologiques utilisés. Les analyses sérologiques permettent de faire un sondage dans un troupeau afin de détecter les troupeaux infectés ou ayant été infectés. Ils ne peuvent en aucun cas être utilisés pour identifier individuellement les animaux infectés ou excréteurs au sein du troupeau. Ainsi, les tests ELISA en fièvre Q sont plus sensibles que les tests de fixation du complément [52]. En outre, le test ELISA que nous avons utilisé dans cette étude dans la zone de Saint-Louis semble être :

- (i) plus sensible que l'ELISA *CHEKIT*ND utilisant la souche *Nine Mile* et les autres tests utilisés dans les études antérieures [100], [111];
- (ii) mieux adapté pour des enquêtes séro-épidémiologiques [52].

Ainsi, un troupeau entièrement séronégatif en ELISA devrait être indemne de fièvre Q. En revanche, un troupeau séropositif n'est pas forcément excréteur de *Coxiella burnetii*. La réponse positive en anticorps persiste au moins 2 ans, même en absence de signes cliniques et d'excrétion [17]. Cependant, certaines femelles peuvent excréter pendant longtemps dans le mucus vaginal, les urines, les fèces ou le lait tout en étant séronégatives [100].

Les animaux sont conduits au pâturage naturel abondant en saison des pluies où ils se nourrissent toute la journée. Dans ce mode d'élevage de type traditionnel, les mises bas, les accouchements prématurés et les avortements sont le plus souvent difficiles à contrôler. Le statut des femelles au moment des avortements est inconnu, car aucune recherche n'a pu être effectuée pour voir si elles étaient porteuses et/ou excrétrices de *coxiella burnetii*. Aujourd'hui, les analyses effectuées *a posteriori* indiquent que certaines sont positives à la fièvre Q. Ainsi, en cas d'excrétion de *coxiella burnetii*, sa dissémination est favorisée par les poussières infectées comme les tempêtes de sable qui surviennent de décembre à mai dans la région de Saint Louis. Des foyers de fièvre Q ont été identifiés sur les circuits de transhumance des bovins, ovins et caprins en zone méditerranéenne [91], dans les steppes d'Asie [124], en suisse [31] et dans les savanes sèches africaines [67].

La plupart des épidémies humaines de fièvre Q ont été liées au contact direct avec des animaux ou leurs viscères mais la poussière joue indirectement un rôle important dans la transmission par inhalation [94].

Dans cette étude, 73,5% de femmes en consultation prénatale de l'étude ont témoigné être en contact avec des ruminants. Par ailleurs, elles ont affirmé consommer du lait cru (85,8%) et manipuler de la viande fraîche de ruminants (100%) au sein de leurs familles. Ainsi, la manipulation des produits animaux infectés qui libèrent des millions de bactéries dans l'environnement, l'inhalation des poussières probablement infectées et la consommation du lait cru pourraient expliquer la prévalence élevée de la fièvre Q. Une séroprévalence de 84,56% au total a été observée avec une légère variation en fonction des sites : Mpal (84,52%) et Saint-Louis (84,6%) dans la population de femmes en consultation prénatale dans la Région de Saint Louis. Les résultats obtenus dans cette étude sont supérieurs aux taux de 1 - 3,5% et

3,9% respectivement observés au Tchad [75], [111] et en Tanzanie [53]. Cependant, ils se rapprochent des prévalences sérologiques de 35 à 75% obtenues au cours des enquêtes réalisées au sud du Tchad dans une population d'éleveurs, de bouchers et de vendeurs de viandes [47], au Kenya [122] et au Sud du Soudan [99].

Malgré une séroprévalence élevée de la fièvre Q dans la population humaine, l'infection est souvent inapparente. Dans sa forme bénigne, la maladie peut être confondue avec d'autres maladies fébriles comme le paludisme et la grippe.

De ce fait, les cas sporadiques ne sont souvent pas diagnostiqués et l'incidence exacte de la maladie est ignorée par le corps médical traitant qui pense rarement à cette maladie. Ainsi, le diagnostic clinique de la fièvre Q est masqué, tout comme beaucoup de maladies bactériennes, par l'administration sans discernement d'antibiotiques aux malades fiévreux [1]. Ceci pourrait justifier la vétusté des études disponibles sur la fièvre Q en Afrique.

Les prévalences élevées de la fièvre Q dans les populations animale et humaine suscitent des inquiétudes au sein des professionnels de la santé surtout les vétérinaires. Par ailleurs, les médecins et les vétérinaires sont appelés à mieux collaborer dans le dépistage et la prise en charge de ces maladies négligées conformément à l'esprit du concept « Une Santé ».

V. RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude, il est possible de décliner les recommandations suivantes :

- les pouvoirs publics assurent une bonne sensibilisation des populations sur les risques liés à la fièvre Q : les pertes de productivité en lait, viandes et autres denrées d'origine animale et le risque zoonotique ;
- les chercheurs constituent des équipes de recherche pluridisciplinaires qui vont contribuer à mieux faire connaître la maladie. Il est possible d'utiliser les moyens modernes d'investigation pour identifier les souches de *Coxiella burnetii* qui sévissent au Sénégal ;
- utiliser les vaccins disponibles chez les populations animales et humaines à risque ;
- tous les acteurs comme les vétérinaires, les médecins et les producteurs doivent collaborer pour lutter contre la maladie.
-

CONCLUSION GENERALE

La fièvre Q ou Query Fever est une zoonose décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie).

L'agent pathogène est une petite bactérie, *Coxiella burnetii* qui entraîne chez les ruminants des troubles de la reproduction, des avortements, des mises-bas prématurées, des métrites et des troubles de la fertilité. Les impacts sanitaires chez ces animaux ne sont pas trop importants comparés aux pertes économiques.

Les ruminants (bovins, ovins et caprins) sont généralement à l'origine de la contamination de l'homme. La cohabitation étroite entre ruminants et homme au Sénégal, aussi bien en milieu rural qu'urbain serait sans nul doute un facteur favorisant la circulation de *Coxiella burnetii*.

Coxiella Burnetii est une bactérie intracellulaire obligatoire. Sa culture est impossible sur milieu inerte mais sur œufs embryonnés ou sur culture de différentes lignées cellulaires. Sur le plan génétique, le génome de *Coxiella burnetii* présente des variations portant à la fois sur l'ADN chromosomique et sur l'ADN plasmidique (1 à 4 plasmides selon les souches). *Coxiella burnetii* présente des variations de phases antigéniques liées à des modifications du lipopolysaccharides de surface(LPS) comparables à celles observées chez les entérobactéries (variation lisse-rugueuse ou smooth-rough).

La phase I, est l'équivalente de la phase smooth (lisse) des entérobactéries. C'est la forme naturelle de la bactérie et elle ne doit être manipulée que dans un laboratoire de sécurité NSB3. La phase II, équivalente à la phase rough (rueuse), avec un LPS incomplet ou court est obtenue au laboratoire après plusieurs passages sur œufs embryonnés ou cultures cellulaires. La nature incomplète du LPS suite à une perte de certaines protéines de la membrane externe, a pour conséquence un pouvoir infectieux faible.

La présente étude confirme l'existence de la fièvre Q au Sénégal chez les ruminants (bovins, ovins et caprins) et chez les femmes en consultation prénatale au nord du pays. Les taux de prévalence sont assez élevés :11,7% chez les bovins, 19,9% chez les ovins, 25,5% chez les caprins et 82,7% chez les femmes en consultation prénatale.

La fièvre Q est associée à d'autres maladies abortives avec des séroprévalence relativement élevées comme :

- les salmonelloses (bovins : 11,5%, ovins : 8,9% et caprins : 28,8%) ;

- l'IBR :(49,2% chez les bovins) ;
- la BVD (61,3 chez les bovins) ;
- la Chlamydyphose (bovins : 6,6%, ovins : 20% et les caprins : 18%) ;
- la néosporose : 58,9% chez les bovins.

L'étude n'a pas pu révéler avec précision le rôle que joue chacune de ces maladies. D'autres travaux pourront s'atteler à cette tâche.

Les systèmes de productions animales pratiqués en général au Sénégal et en particulier dans les exploitations de cette étude, les facteurs climatiques comme les vents de sable et la mauvaise hygiène des parturitions, constituent autant de facteurs favorables au développement de la fièvre Q.

Cette infection a de multiples conséquences sur :

- la santé publique : elle entraîne des avortements chez les femmes enceintes en contact directe ou indirecte avec des animaux infectés : elles courent des risques d'avortement. Les personnes immunodéprimées ou souffrantes de valvulopathies peuvent mourir de cette maladie au cas où des soins appropriés ne sont pas prodigués à temps. Malheureusement les symptômes sont souvent confondus avec ceux de la grippe, du paludisme et d'autres maladies infectieuses plus connus par les services médicaux ;
- la fertilité des ruminants : les animaux infectés présentent une baisse de la fécondité, des pertes fœtales insidieuses et une réduction de la viabilité des nouveau-nés ;
- la rentabilité économique de l'exploitation : la croissance numérique du troupeau avec la baisse de la fertilité est affectée. Ceci est préjudiciable autant au niveau des troupeaux naisseurs en production de viande que chez les troupeaux laitiers où le veau est un mal nécessaire.

L'ignorance de la fièvre Q au Sénégal par le grand public et sa négligence par les services sanitaires et les conséquences graves qu'entraîne cette situation, requiert une étroite collaboration des services vétérinaires et des responsables et acteurs de la santé publique.

Au terme de cette étude, il est recommandé de :

- que les pouvoirs publics assurent une bonne sensibilisation des populations sur les risques liés à la fièvre Q;

- constituer des équipes de recherche pluridisciplinaires qui vont contribuer à mieux faire connaître la maladie ;
- utiliser les vaccins disponibles chez les populations animales et humaines à risque.

Comme perspectives de recherche, il est nécessaire de travailler sur l'épidémiologie de la fièvre Q sur l'ensemble du territoire du Sénégal, de caractériser la ou les souches de *Coxiella burnetii* qui sévissent dans le pays par la PCR et l'isolement et enfin de développer des vaccins efficaces à partir des souches isolées pour assurer une bonne protection des populations animales et humaines à risque.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ACHA P.N & SZYFRES B., 2005.** Fièvre Q in « Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux ». Volume II: chlamydioses, rickettsioses et viroses, ISBN : 92-9044-631-5, 3^{ème} Edition, OIE, Paris, 22-32.
2. **ADDO P.B. & SCHNURERBER P.R., 1977.** Q fever antibodies in foods animals of Nigeria: a serological survey of cattle, Sheep, and goats. Rev. Elev-Méd. Vét. Pays. Trop., 30 (4): 559-562
3. **ADESIYUN A.A JAGUN A.G, KWAGA J.K & TEKDEK L.B, 1985.** Shedding of *Coxiella burnetii* in milk by Nigerian dairy and dual purposes cows. Int. J. Zoonoses, 12, 1– 5.
4. **AMADOU A., 1982.** Contribution à l'étude épidémiologique de la fièvre Q et de la chlamydie bovine: Enquête sérologique dans la province du nord – Cameroun. Th: Méd. Vét: Dakar; 7.
5. **ANONYME, 2003-2008.** Plan local de développement de la communauté rurale de Mpal. 60p.
6. **ANONYME 2011.** Ministère de l'élevage: rapport d'activités.65p
7. **ANONYME 2004.** Fièvre Q: Rapport de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments sur l'évaluation des risques sur la santé publique et des outils de gestion des risques en élevage de ruminants. 68p.
8. **ANSD, 2010.** Situation économique et sociale du Sénégal. www.ansd/recherche. Page consultée le 3/12/11
9. **ANSD, 2009.** Situation économique et sociale du Sénégal. www.ansd/recherche. Page consultée le 3/12/11.
10. **ARRICAU-BOUVERY N., SOURIAU A., MOUTOUSSAMY A., LADENISE K. & RODOLAKIS A., 2001.** Etude de l'excrétion de *Coxiella burnetii* dans un modèle expérimental caprin et décontamination des lisiers par la cyanamide calcique. 8ème Rencontres Recherches Ruminants, Paris: 153-156.
11. **ARRICAU-BOUVERY N. & RODOLAKIS A., 2005.** Is Q Fever an emerging or re-emerging zoonosis? Veterinary research. 36, (3) (258 p.) pp. 327-349.
12. **ATLAS DU SENEGAL, 2007.** Paris, Éditions du Jaguar, 136 p. (ISBN 2869504144)

13. **ATSE N'DE A., 1992.** Épidémiologie des affections abortives majeures chez les ovins en Cote d'Ivoire: étude sérologique de la brucellose, la chlamydie, la fièvre Q et la fièvre de la vallée du rift dans les troupeaux suspects. Th: Méd. Vét: Dakar; 50.
14. **BAUMGARTNER W., DETTINGER H. & SCHMEER N., 1993.** Spread and distribution of *Coxiella burnetii* in C57BL/6J (H-2b) and Balb/cJ (H-2d) mice after intraperitoneal infection. J.Comp. Pathol. **108**, 165-184.
15. **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. Vet. Microbiol.**72**, 285–293.
16. **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. Vet. Rec. **148**, 502–505.
17. **BERRI M, SOURIAU A., CROSBY M. & RODOLAKIS A., 2002.** Shedding of *Coxiella burnetii* in ewes in two pregnancies following an episode of *Coxiella* abortion in a sheep flock. Vet. Microbiol, 85, 55.60.
18. **BILDFELL R.J., THOMSON G.W, HAINES D.M., MACEWEN B.J. & SMART N, 2000.** *Coxiella burnetii* infection is associated with placentitis in cases of bovine abortion. J. Vet. Diagn.Invest. 12, 419-425.
19. **BJERKAS I, MOHN S.F & PRESTHUS J., 1984.** Unidentified cyst-forming sporozoon causing encephalomyelitis and myositis in dogs. Z. Parasitenkd. 70: 271-274
20. **BONI M, DAVOUST B., TISSOT-DUPONT H. & RAOULT D., 1998.** Survey of seroprevalence of Q fever in dogs in the southeast of France, French Guyana, Martinique, Senegal and the Ivory Coast. Vet. Microbiol. 64.1-5.
21. **BOUVERY N.A, SOURIAU A., LECHOPIER P. & RODOLAKIS A., 2003.** Experimental *Coxiella burnetii* infection in pregnant goats: excretion routes. Vet. Res., 34, 423–433.
22. **BRENNER D.J., O'CONNOR S.P., WINKLER H.H. & STEIGERWALT A.G., 1993.** Proposals to unify the genera Bartonella and Rochalimaea, with descriptions of Bartonellaquintana comb. nov., Bartonellavinsonii comb.nov, Bartonellahenselae comb. nov., and Bartonellaelizabethae comb. nov., and to remove the family Bartonellaceae from the order Rickettsiales. Int. J. Syst. Bacteriol 43, 777-786.
23. **BURNET F. M. & FREEMAN M., 1937.** Experimental studies on the virus of "Q" fever. Med. J. Aust. 2:299-305.

24. **CENTER FOR DISEASE CONTROL & PREVENTION., 2000.** Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response. Recommendations of the CDC Strategic Planning Workgroup. MMWR. Recomm.Rep, 49, 1–14.
25. **CESARO J.D., MAGRIN G. & NINOT O., 2010 :** Atlas de l'élevage au Sénégal:commerce et territoires. 32p.
26. **CHAILLON A., BIND J.L., DELAVAL J., HAGUENOER K., BESNIER, J.M. & CHOUTET P., 2008.** Aspects épidémiologiques de la fièvre Q humaine en Indre-et-Loire entre 2003 et 2005 et confrontation à la fièvre Q caprine. Médecine et Maladies Infectieuses 38, 215-224.
27. **CHARTIER C. & CHARTIER F. 1988.** Enquête séro-épidémiologique sur les avortements infectieux des petits ruminants en Mauritanie. Rev.Elev. Méd. Vét. Pays-trop, , 41(4): 23-34
28. **CORNIAUX C., LE MERCIER J., DIA A.T., 2001.** Production de lait de vache dans le delta du fleuve Sénégal: une réelle activité de diversification en systèmes irrigués. Rev.Elev. Méd. Vét. Pays-trop., 54(1):47-54.
29. **CORNIAUX C., 2003.** Filière lait et produit laitier dans la région de Saint Louis, CIRAD, PPRI.58p
30. **CRAPLET C., 1960.** La vache laitière. In: Traité d'élevage moderne. Tome V. Vigot frères, éditeurs.23, rue de l'école-de-médecine-Paris-VI.726p.
31. **DERRICK E. H., 1937.** "Q" fever, a new fever entity: clinical features, diagnosis and laboratory investigation. Med. J. Aust. 2,281-299.
32. **DUBEY J.P., SCHARS G. & ORTEGA-MORA L.M., 2007.** Epidemiology and control of Neosporosis and Neospora caninum. Clin. Microbiol. Rev. , 20,323-367
33. **DUPUIS G., PETITE J., PETER O. & VOUILLOZ M. 1987.**An important outbreak of human Q fever in Swiss Alpine valley. Int J. Epidemiol, 16,282-287.
34. **DIA, N.A., 2008.** Etudes des contraintes hygiéniques et sanitaires de la production, de la collecte et de la transformation du lait dans la zone de Mpal. Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale des Cadres Ruraux, 32 p.
35. **DIEYE, P.N., FAYE, A., SEYDI, M. & CISSE, S.A., 2002.** Production laitière péri urbaine et amélioration des revenus des petits producteurs en milieu rural au Sénégal In : Cahiers Agricultures, 11, 251-257.
36. **DORDAIN-BOUESNARD C., 2001.** Revue bibliographique et contribution à l'étude épidémiologique de la fièvre Q en région Rhône-Alpes. Thèse Dr. Vet., Université Claude

Bernard, Lyon, 208p.

- 37. DUBUC-FORFAIT C., ROUSSET E., CHAMPION J.L., MAROIS M., DUFOUR P., ZERHAOUI E., THIERY R. & SABATIER P., 2009.** Démarche d'appréciation du risque d'excrétion de *Coxiella burnetii* dans les troupeaux caprins laitiers dans le sud-est de la France. *Epidémiologie et santé animale* 55, 117-136.
- 38. DUFOUR B., SANAA M., BENET J.J., SHAW A., MOUTOU F. & LOUZA A., 2001.** Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures. Maison Alfort, France AEEMA. 2ème édition. 68 p.
- 39. DURAND P. & DURAND J.L., 1983.** La fièvre Q. *Epidémiologie et prophylaxie humaine et animale. Bul. Soc. Vét. Prat. De France*, 77, 269-297.
- 40. DUVERGE A., 2006.** Quel avenir pour la filière viande bovine au Sénégal. Mémoire de fin d'études. ISTOM. 105 p.
- 41. EUZEBY J.P., 2009.** Dictionnaire de bactériologie vétérinaire en ligne.
<http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/cc/coxiella.html>. Page consultée le 16 octobre 2009.
- 42. FAUGERE O., DOCKES A.C., PERROT C. & FAUGERE B., 1990.** L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal.1. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* 43,249-259.
- 43. FOURNIER P.E., MARRIE T.J. & RAOUL T.D., 1998.** Diagnosis of Q fever. *J. Clin. Microbiol.*, 36, 1823–1834.
- 44. FRAZIER. M.E., 1990.** Use of pulsed field gel electrophoresis to differentiate *Coxiella burnetii* strains. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 590:504-513.
- 45. GAZYGCI S., AKTAS M. S., KILIC S., BABOUR C., CELEBI B. & DURU S.Y., 2011.** Seroprevalence of Q fever in dairy cattle in the Konya province, Turkey. *Revue Med. Vet.* 162, 387-390.
- 46. GIMENEZ D.F., 1964.** Staining *rickettsia* in yolk-sack cultures. *Stain. Technol.*, 39, 135–140.
- 47. GIROUD P., LE GAC P., BRIZARD H. & LAURENT, G., 1951.** Réactions allergiques à l'antigène *Rickettsia burnetii* chez le personnel Africain assurant le ravitaillement et l'alimentation en viande de l'Oubangui-Chari (A.E.F.). *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 44, 165–169.
- 48. GHIGO E., PRETAT L., DESNUES B., CAPO C., RAOULT D. & MEGE J.L., 2009.** Intracellular life of *Coxiella burnetii* in macrophages. *Ann N. Y. Acad Sci.*

- 1166:55-66 (pubmed online).
- 49. GUATTEO R., BEAUDEAU F. & RODOLAKIS A., 2005.** Fièvre Q chez les bovins. Infection des bovins par *Coxiella burnetii*. Point Vet., 36, **259**, 24-28.
50. HAUMESSER J.B. & POUTRE L B., 1973. Contribution à l'étude des rickettsioses au Niger. Enquête épidémiologique réalisée dans la région de Maradi. Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop. 26(3), 293-298.
- 51. HEINZEN R. A., STIEGLER G. L., WHITING L. L., SCHMITT S. A., MALLAVIA L. P. & FRAZIER M.E., 1990.** Use of pulsed field gel electrophoresis to differentiate *Coxiella burnetii* strains. Ann. N. Y. Acad. Sci. 590:504-513.
- 52. HORIGAN M.W., BELL M.M., POLLARD T.R., SAYERS A.R. & PRITCHARD G.C., 2011.** Q fever diagnosis in domestic ruminants: comparison between complement fixation and commercial enzyme-linked immunosorbent assays. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 23 (5), 924–931
- 53. HUMMEL H.P., 1976.** Incidence in Tanzania of complement fixing antibody *Coxiella burnetii* in sera from man, cattle, sheep and goats. Vet. Rec. 98 (25),501-505
- 54. HOOVER T.A., VODKIN M.H. & WILLIAMS J.C. 1992.** A *Coxiella burnetii* repeated DNA element resembling a bacterial insertion sequence. J. Bacteriol., 174, 5540–5548.
- 55. HO T., HTWE K.K., YAMASAKI N., ZHANG G.Q., OGAWA M., YAMAGUCHI T., FUKUSHI H. & HIRAI K., 1995.** Isolation of *Coxiella burnetii* from dairy cattle and ticks, and some characteristics of the isolates in Japan. Microbiol. Immunol.39, 663–671.
- 56. IBRAHIMA S., 1984.** La vallée du Sénégal dans la géographie d'Al-Bakri et celle d'Al-Idrisi: étude comparative. Mémoire de maîtrise, Université de Dakar, 71 p.
- 57. JASPERS U., THIELE D. & KRAUSS H., 1994.** Monoclonal antibody based competitive ELISA for the detection of specific antibodies against *Coxiella burnetii* in sera from different animal species. Zentralbl. Bakteriologie 281, 61–66.
- 58. KAMGA – WALADJO A.R., GBATI O.B., KONE S.P., ASSOUMY M., BAKOU S.N., DIOP B.M., DIOP P.E.H. & PANGUI L.J., 2012.** Avortements chez les populations animale et humaine: causes invisibles. Afrique One News N°003, Janvier – Avril, 4-5
- 59. KAMGA-WALADJO A. R., 2009.** Incidence de la prévalence sérologique de *Neospora caninum* sur la reproduction des animaux d'élevage au Sénégal. Thèse de Doctorat

unique. Université polytechnique de Bobo Dioulasso.181 p.

60. **KELLY P. J., MATTHEWMAN L. A., MASON P. R. & RAOULT D., 1993.** Q fever in Zimbabwe. A review of the disease and the results of a serosurvey of humans, cattle, goats and dogs. S. Afr. Med. J. 83, 1, 21-25.
61. **KONTE M., NDIAYE M. & NDIAYE A.H.S., 1990.** Note sur les infections à *Coxiella burnetii* chez les bovins au Sénégal. Rapport. LNERV. Patho. Inf., 58, 13p.
62. **KONTE, M., 1994.** Pathologie de la reproduction chez les bovins au Sénégal. Séro-épidémiologie des maladies bactériennes. Mise au point d'une sonde de détection des leptospires pathogènes par la technique PCR. Thèse Doct. d'Etat en Sciences naturelles, Cheikh Anta Diop de Dakar, 261 p.
63. **KONTE M., DESOUTTER D. & NDIAYE A.M.S., 1990.** Les rickettsioses des petits ruminants au Sénégal: enquêtes sérologiques sur les infections à *Coxiella burnetii*. L.N.E.R.V Dakar (Sénégal), 64 Path. Inf, 7 p.
64. **KRIEG N.R. & HOLT J.G. 1984.** (ed.), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 1, The Williams & Wilkins Co, Baltimore, 687-729.
65. **LABRENZ M. & HIRSCH P., 2003.** The genus *Coxiella*. In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Garrity G., Boone D. & Castenholz R.,eds. Springer-Verlag, New York, USA.
66. **LANG G.H. 1990.** Coxiellosis (Q fever) in animals. In: Q fever. Volume I: The Disease, Marrie T.J., ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 23-48.
67. **LE GAC, P., ROUBY M. & SAUVER MANN M., 1953.** Un cas de pneumonie atypique primitive chez un indigène de l'Oubangui-Chari (AEF). Bull. Soc. Pathol. Exot., 46 :19-23.
68. **LETAIEF A.O., YACOUB S., TISSOT-DUPONT H., LE CAM C., GHACHEM L., JEMNI L. & RAOUL D., 1995.** Seroepidemiological survey of rickettsial infections among blood donors in central Tunisia. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.89 (3), 266-268.
69. **LINDSAY D. S., DUBEY J. P. & DUNCAN R. B., 1999.** Confirmation that dog is a definitive host for *Neospora caninum*. Vet. Parasitol , 82, 327-333.
70. **LO M., 1989.** Relations recherche-développement: exemple de l'élevage des petits ruminants au Sénégal. Thèse vet. 9. 137p.
71. **Mamadou M., 1976.** La pluviométrie au Sénégal de 1951 à 1953, Dakar, Université de Dakar, Mém. de Maîtrise. 71 p.

- 72. MARRIE T. J., 1990 .**Q fever. A review. Can. Vet. J. 31, 555-563
- 73. MARRIE T.J. & RAOULT D., 2002.** Update on Q fever, including Q fever endocarditis. Curr Clin Top Infect Dis., 22, 97-124.
- 74. MATTHEWMAN L., KELLY P., HEYTER D., DOWNIE S., WRAY K., BRYSON N., RYCROFT A. & RAOULT D., 1997.** Exposure of cats in southern Africa to *Coxiella burnetii*, the agent of Q fever. Eur. J. Epidemiol. 13, 4, 477-479.
- 75. MAURICE Y. & GIDEL, R., 1968.** Incidence de la fièvre Q en Afrique Centrale. Bull. Soc. Pathol. Exot. 61 (5): 721-736.
- 76. MAURIN M. & RAOULT D., 1999.** Q fever. Clin. Microbiol. Rev., 12, 518–553.
- 77. MAURIN M. & RAOULT D. 1997.** Bacteriostatic and bacterial activity of levofloxacin against *Rickettsia rickettsii*, *Rickettsia conorii*, ‘Israeli spotted fever group rickettsia’ and *Coxiella burnetii*. J Antimicrob Chemother. 39, 6, 725-30.
- 78. McCAUL T. F. & WILLIAMS J.C., 1981.** Development cycle of *Coxiella burnetii*: structure and morphogenesis of vegetative and sporogenic differentiations. J. Bacteriol. 147, 1063-1076.
- 79. MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES/Direction de la prévision et de la statistique (DPS) 2004.** Situation économique et sociale de Sénégal/ Edition 2002-2003, Dakar, Sénégal, décembre, 175 p
- 80. MOOS A. & HACKSTADT T., 1987.** Comparative virulence of intra and interstrain lipopolysaccharide variants of *Coxiella burnetii* in the Guinea Pig model. Infect. Immun. 55, 1144-1150.
- 81. MOULDER J.W., 1939.** Order I. Rickettsiales Gieszczykiewicz 1939, 25. In: R.E. BUCHANAN and N.E. GIBBONS (ed.), Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology, eighth edition, 1974, The Williams & Wilkins Co, Baltimore, 882-918.
- 82. MURAMATSU Y., MARUYAMA M., YANASE T., UENO H. & MORITA C., 1996.** Improved method for preparation of samples for the polymerase chain reaction for detection of *Coxiella burnetii* in milk using immunomagnetic separation. Vet. Microbiol. , 51, 179-185.
- 83. MURAMATSU Y., YANASE T., OKABAYASHI T., UENO H. & MORITA C., 1997.** Detection of *Coxiella burnetii* in cow’s milk by PCR-Enzyme-Linked Immunosorbent assays combined with a novel sample preparation method. Appel.

Environ. Microbiol. , 63, 2142-2146.

- 84. NDIAYE P., 2007.** Atlas du Sénégal, les Editions Jeune Afrique, 84p.)
- 85. OKABAYASHI T., HASEBE F., SAMUI K. L., MWEENE A. S., PANDEY S. G., YANASE T., MURAMATSU Y., UENO H. & MORITA C., 1999.** Short report: prevalence of antibodies against spotted fever, murine typhus, and Q fever rickettsia in humans living in Zambia. Am. J. Trop. Med. Hyg. 61, 1, 70-72.
- 86. OLLOY A., MASSOUMOU A. & AKAKPO A.J., 1994.** Epidémiologie des maladies abortives majeures des bovidés domestiques au Congo: enquête sérologique sur la brucellose, la chlamydie et la fièvre Q. Revue Med. Vet., 145, 8-9, 663-668.
- 87. ORMSBEE R., PEACOCK M., GERLOFF R., TALLENT G. & WIKE D., 1978.** Limits of Rickettsial infectivity. Infect. Immun. 19 : 239-245 Malosse N. 2008. La fièvre Q: risque zoonosique. Thèse Dr. Vet. N°012. Université Claude Bernard, Lyon, 124 p.
- 88. PALMER N.C., KIERSTEAD M., KEY D.W., WILLIAMS J.C., PEACOCK M. G. & VELLEND H., 1983.** Placentitis and abortion in sheep and goats in Ontario caused by *Coxiella burnetii*. Can. Vet. J. 24, 61.
- 89. PETER O., DUPUIS G., PEACOCK M.G. & BURGDORFER W., 1987.** Comparison of enzyme-linked immunosorbent assay and complement fixation and indirect fluorescent-antibody tests for detection of *Coxiella burnetii* antibody. J. Clin. Microbiol., 25, 1063–1067.
- 90. PHILIP C.B., 1938.** Order I. Rickettsiales Buchanan and Buchanan 1938, emend. Gieszczykiewicz, 1939. In: R.S. BREED, E.G.D. MURRAY et N.R. SMITH: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, seventh edition, the Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1957, 934-984.
- 91. QUIGNARD H.J.P., 1981.** Contribution à l'étude épidémiologique de la fièvre Q à partir d'une enquête menée sur les petits ruminants dans la région MIDI-PYRENNES. Th. Méd. Vét: Toulouse; 4
- 92. QUINN P.J., CARTER M.E., MARKEY B. & CARTER G.R., 1994.** Bacterial pathogens: microscopy, culture and identification. In: Clinical Veterinary Microbiology. Wolfe Publishing, Mosby-Year Book Europe Limited, 21–30.
- 93. RAOULT D. & MARRIE T.J., 2005.** Mege J.I: Naturel history and pathophysiology of Q fever. Lancet infectious diseases, 5, issue 4, 219-226.

- 94. RAOULT D., LEVY P. Y., TISSOT-DUPONT H., CHICHEPORTICHE C., TAMALET C., GASTAUT J.A. & SALDUCCI J., 1993.** Q fever and HIV infection. *AIDS*, 7, 1, 81-86.
- 95. RAOULT D. 2002.** Q fever: still a mysterious disease. *QJM.* , **95**, 491-492.
- 96. RAOULT D., VESTRIS G. & ENEA M., 1990.** Isolation of 16 strains of *Coxiella burnetii* from patients by using a sensitive centrifugation cell culture system and establishment of the strains in HEL cells. *J. Clin. Microbiol*, 28, 2482–2484.
- 97. RAOULT D., 1993.** Treatment of Q fever. *Antimicrob Agents Chemother.* 37, 9, 1733-1736.
- 98. RAOULT D., 2002.** Q fever: still a mysterious disease. *QJM.* , 95, 491-492.
- 99. REINTHALER F.F., MASCHER F., SIXL W. & ARBESSER C.H., 1988.** Incidence of Q fever among cattle, sheep and goats in the Upper Nile province in southern Sudan. *Vet Rec* 122-137.
- 100. RODOLAKIS A., 2006.** Chlamydie et Fièvre Q, similitudes et différences entre ces deux zoonoses. 13^{ème} Renc. Rech. Ruminants, 395-402.
- 101. RODALAKIS A. & ARRICAN-BOUVERY N. 2000.** Diagnostic de la chlamydie et de la fièvre Q. *Vet. Repro.* , 2, 29-33.
- 102. ROGES G. & EDLINGER E., 1986.** Immunoenzymatic test for Q-fever. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.*, 4, 125–132.
- 103. ROUSSET E., RUSSO P., PEPIN M. & RAOULT D., 2001.** Epidémiologie de la fièvre Q animale. Situation en France. *Med. Mal. Infect.* 31, suppl. 2, 233-246.
- 104. ROUSSET E., RUSSO P., PEPIN M. & RAOULT D., 2000.** La fièvre Q : une zoonose encore mystérieuse. *Bull. GTV.* 7, 139-143.
- 105. ROUSSET E., EON L., RUSSO P., PEPIN M. & AUBERT M., 2002.** La fièvre Q : épidémiologie d'une zoonose. *Bull. GTV.* , 17, 81-87.
- 106. RUSSO P., 1997.** Infection à *Coxiella burnetii* ou Fièvre Q. In: Manuel pratique de diagnostic de laboratoire des avortements infectieux des petits ruminants, Rodolakis A. & Nettleton P., eds. *L'Espace Vétérinaire*, Casablanca, Morocco, 103–114.
- 107. SANCHIS R., RUSSO P., CALAMEL M. & PEPIN M., 1997.** Diagnostic différentiel des avortements infectieux des petits ruminants. In: Manuel pratique de diagnostic de laboratoire des avortements infectieux des petits ruminants, Rodolakis A. & Nettleton P., eds. *L'Espace Vétérinaire*, Casablanca, Morocco, 25–34.

- 108. SANCHIS R., 1982.** Diagnostic direct des avortements infectieux des petits ruminants. Rev. Méd. Vét., 133, 351–356.
- 109. SANCHIS R., RUSSO P., CALAMEL M. & PEPIN M., 1997.** Diagnostic différentiel des avortements infectieux des petits ruminants. In: Manuel pratique de diagnostic de laboratoire des avortements infectieux des petits ruminants, Rodolakis A. & Nettleton P., eds. L'Espace Vétérinaire, Casablanca, Morocco, 25–34.
- 110. SANFORD E., JOSEPHSON G. & MACDONALD A., 1994.** *Coxiella burnetii* (Q fever) abortion storms in goat herds after attendance at an annual fair. Can. Vet. J. 35, 376-378.
- 111. SCHELLING, E., DIGUIMBAYE, C., DAUD, S., NICOLET J., BOERLIN P., TANNER, M. & ZINSSTAG, J., 2003.** Brucellosis and Q-fever seroprevalences of nomadic pastoralists and their livestock in Chad. Prev. Vet. Med. 61, 279–293.
- 112. SCOTT G.H., WILLIAMS J.C. & STEPHENSON E.H., 1987.** Animal models in Q fever: pathological responses of inbred mice to phase I *Coxiella burnetii*. J. Gen. Microbiol., 133, 691–700.
- 113. SESHADRI R., PAULSEN I.T., FISEN J.A., READ T.D., NELSON K.E., NELSENW.C., WARD N.L., TETTELIN H., DAVIDSEN T.M. ,BEANAN M.J., DEBOV R.T., DAUGHERTY S.C., BRINKACL M., MADUPU R. ,DODSON R.J., KHOURI H.M., LEE K.H., CARTY H.A., SCALAN D., HEINSEN R.A., THOMPSON H.A., SAMUEL J.E., FRASER C.M. & HEIDELBERG J.F., 2003.** Complete genome of the Q-fever pathogen *Coxiella burnetii*: Proc Natl Acad Sci. U.S.A. Apr. 29: 100 (9): 5455- 60.
- 114. SOLIMAN A.K., BOTROS B.A. & WATTS D.M., (1992).** Evaluation of a competitive immunoassay for detection of *Coxiella burnetii* antibody in animal sera. J. Clin. Microbiol.30, 1595–1597.
- 115. SPYRIDAKI I., PSAROULAKI A., LOUKAIDES F., ANTONIOU M., HADJICHRISTODOLOU C. & TSELENTIS Y., 2002.** Isolation of *Coxiella burnetii* by a centrifugation shell-vial assay from ticks collected in Cyprus: detection by nested polymerase chain reaction (PCR) and by PCR-restriction fragment length polymorphism analyses. Am. J.Trop. Med. Hyg., 66, 86–90.
- 116. STEIN A., 2000. In: FRENEY J. RENAUD F. HANSEN W. & BOULLET C., 2000.** Précis de bactériologie clinique, Editions ESKA, Paris, 1625-1634.

- 117. STEIN A. & RAOULT D., 1999.** Pigeon pneumonia in Provence: a bird-borne Q fever outbreak. *Clin. Infect. Dis.*, 29, 3, 617-620.
- 118. STEMMLER M. & MEYER H., 2002.** Rapid and specific detection of *Coxiella burnetii* by LightCycler PCR. In: *Methods and Applications. Microbiology and Food Analysis*, Reisch U., Wittwer C. & Cockerill F., eds. Springer, Berlin, Germany 149–154.
- 119. TAN C.K. & OWENS L., 2000.** Infectivity, transmission and 16S RNA sequencing of a rickettsia, *Coxiellacheraxi* sp. nov., from freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Dis. Aquat. Org.*, 41, 115-122.
- 120. TISSOT-DUPONT H., THIRION X. & RAOULT D., 1994.** Q fever serology: cutoff determination for microimmunofluorescence. *Clin. Diagn. Lab. Immunol.*, 1, 189–196.
- 121. TOURRAND J.F., 2000.** L'élevage dans la révolution agricole du waalo, delta du fleuve Sénégal. Ed. CIRAD, Paris, France. 165 p.
- 122. VANEK E. & THIMM B., 1976.** Q fever in Kenya. Serological investigations in man and domestic animals. *East Afr Med J.*, 53, 678–84.
- 123. WAAG D., CHULAY J., MARRIE T., ENGLAND M. & WILLIAMS J., 1995.** Validation of an enzyme immunoassay for serodiagnosis of acute Q fever. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 14, 421–427.
- 124. ZORODOWSKI P.F., 1964.** Les rickettsioses en URSS. *Bul. OMS*, 31, 33-43.

ANNEXES

PUBLICATIONS PERSONNELLES

ANNEXE N° I :

**ANALYSE DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES
TROUPEAUX DE RUMINANTS DANS LA zone DE MPAL.SENEGAL**

Article publié dans : Revue Africaine de Santé et de Reproduction Animales
(RASPA) Vol .8 N03-4, 2010

ANNEXE N°II :

**SEROPREVALENCE ET INCIDENCE DE LA FIEVRE Q SUR LAFERTILITE
DES TROUPEAUX DE RUMINANTS AU SENEGAL : CAS DU BASSIN
ARACHIDIER OUEST ET DES NIAYES**

Article publié dans Revue Africaine de Santé et de productions Animales
(RASPA) Vol.10 N2 ,2010

ANNEXE N° III :

**SEROPREVALENCE DE LA FIEVRE Q DANS LES POPULATIONS ANIMALES ET
HUMAINES DE SAINT-LOUIS SENEGAL**

Soumis et accepté : Société Médicale d Afrique Noire Francophone

ANNEXE N° I :

**ANALYSE DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES
TROUPEAUX DE RUMINANTS DANS LA zone DE MPAL, SENEGAL**

Article publié dans : Revue Africaine de Santé et de Reproduction Animales

(RASPA) Vol .8 N03-4, 2010



Analyse des performances de reproduction des troupeaux de ruminants dans la zone de Mpal, Sénégal

P.S. DIOP¹, A.R. KAMGA-WALADJO², F.T. DIOP³, F. KA³, G. CHATAGNON, G.J. SAWADOGO² et D. TAINURIER⁴

¹ Université Gaston Berger, B.P. 234 Saint Louis – Sénégal.

² Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar – BP: 5077 Dakar Fann Sénégal.

³ Centre National de Formation des Techniciens de L'élevage et des Industries Animales - BP 201 St-Louis – Sénégal

⁴ ONIRIS Nantes – Atlanpôle, La Chantrerie BP 40706 44307 Nantes cedex 3 France.

✉ Correspondance et tirés à part, e-mail : pisher59@yahoo.fr

Résumé

Au Sénégal, l'élevage est omniprésent. Un habitant sur trois s'y adonne dans presque tous les écosystèmes du pays. Mais ce secteur est confronté à des bouleversements rapides sous l'effet conjugué de mutations écologiques, d'une pression démographique et foncière soutenue, d'une urbanisation galopante et d'une libération des marchés. Cependant, en 2011, le dernier rapport de la Direction de la Prévision et des Etudes Economiques du Ministère de l'Economie et des Finances confirme que « l'activité du secteur primaire devrait croître de 4,5%, tirée par le dynamisme du sous secteur de l'élevage (7,3% en 2011 contre 6,6% en 2010) ». Face à cette problématique, une analyse approfondie des performances de reproduction des ruminants et des maladies liées à la reproduction s'impose. Cette étude est réalisée dans ce but, afin d'évaluer les paramètres zootechniques qui entravent la productivité des troupeaux de ruminants dans la zone de Mpal (Région de Saint Louis). Ce travail intitulé : « L'analyse des performances de reproduction des troupeaux de ruminants dans la zone de Mpal » entre dans ce cadre. L'étude a révélé que les contraintes de l'élevage dans cette zone ont pour nom : malnutrition, faible couverture sanitaire. De telles conditions ont pour conséquences de faibles performances de reproduction. Les races élevées sont la Gobra pour les bovins, la Peulh-Peulh pour les ovins et la chèvre du sahel pour les caprins. L'amélioration génétique ne constitue pas une préoccupation particulière pour les enquêtés. La reproduction est assurée par la monte naturelle. La mise à la reproduction se fait à un âge tardif entre quatre et cinq ans chez les bovins, les cas d'avortement (34%), de mortinatalité (18%) et d'infertilité seraient aussi imputables pour la plupart à des conditions alimentaires difficiles ou des difficultés nutritionnelles mais aussi à des maladies de la reproduction comme la fièvre Q, la brucellose, les salmonelloses, et la chlamydiafilose entraînant très souvent des avortements ou des baisses de la fertilité des troupeaux. (RASPA, 8 (3-4) : 139-143).

Mots-clés : Fièvre Q – Reproduction – Sérologie - Mpal - Sénégal

Abstract

Analysis of ruminant herds reproduction performances in the area of Mpal, Senegal

In Senegal, breeding is omnipresent. One inhabitant out of three devotes himself to it in almost all the ecosystem of the country. But this sector is facing many quick upheavals under the combined effect of ecological transformations, a sustained demographic and land pressure, a galloping urbanization and liberation of markets. Yet, in 2011, the last report of the direction of prevision and economic studies of the ministry of economy and finance confirms that "the activity of the primary sector should increase of 4, 5%, drawn by the dynamism of the sub-sector of breeding (7, 3% in 2011 against 6, 6% in 2010)". In front of this problem, a detailed analysis of the performances of the reproduction of ruminants and illnesses related to reproduction is indispensable. This study is realized with this objective, so that to assess the zootechnic parameters which hinder the productivity of herds of ruminants in the area of Mpal (in the region of Saint Louis). This work entitled: "the analysis of performances of reproduction of herds of ruminants in the area of Mpal" is related to that context. The study has revealed that the restrictions of breeding in that area are caused by: malnutrition, weak health protection. Such conditions have as consequences weak reproduction performances. The races bred are the Gobra for bovines, the peulh-peulh for ovines and the goat from sahel for caprins. The genetic improvement is not a particular worry for the inquired people. The reproduction is secured by the natural mating. The setting for reproduction is done in a late age between four and five years among bovines, the cases of abortion (34%), rate of stillbirths (18%) and of infertility would be as chargeable for most to difficult food conditions or nutritional difficulties but also to reproduction illnesses such as the Q fever, the brucellosis, the salmonellosis, and the chlamydiafilose that very often cause abortions or the reduction of animals fertility.

Keys – Words: Q fever- Reproduction- serology- Mpal- Senegal

Introduction

Au Sénégal, l'élevage est omniprésent. Un habitant sur trois s'y adonne dans presque tous les écosystèmes du pays. Mais ce secteur est confronté à des bouleversements rapides sous l'effet conjugué de mutations écologiques, d'une pression démographique et foncière soutenue, d'une urbanisation galopante et d'une libération des marchés [6]. Cependant, en 2011, le dernier rapport de la Direction de la Prévision et des Etudes Economiques du Ministère de l'Economie et des Finances confirme que « l'activité du secteur primaire devrait croître de 4,5%, tirée par le dynamisme du sous secteur de l'élevage (7,3% en 2011 contre 6,6% en 2010) [2, 20]. Le Sénégal est un pays dont l'économie est essentiellement agricole. En 2002, le sous secteur de l'élevage, la deuxième activité du secteur primaire représentait 35% du PIB de ce secteur et 4,8% du PIB national [20].

D'après les résultats de la 2ème Enquête Sénégalaise, réalisée en 2001-2002 auprès de 6 600 ménages [20], le bétail est un bien précieux en milieu rural. Le bétail est une source de prestige et de reconnaissance sociale. Plus de 56 % des ménages sénégalais possèdent du bétail : 7 % possèdent du gros bétail, 16,7% de petits ruminants et 32,4 % les deux types [13, 14]. La plupart des ménages ruraux propriétaires d'animaux (près de 55 % de l'ensemble des ménages) élèvent, à la fois, du gros bétail et des petits ruminants.

Face à cette problématique, une analyse approfondie des performances de reproduction des ruminants et des maladies liées à la reproduction semble indispensable afin d'estimer les paramètres suivants : prolificité, intervalle entre mises bas et âge à la première mise bas. Cette étude est réalisée dans ce but.

En effet, les productions de viandes et de lait sont faibles sous nos climats [5, 7, 8, 11]. Les maladies abortives comme la FQ, la brucellose, la chlamydyphyllose et les Salmonelles constituent également des contraintes non négligeables pour les productions animales.

La fièvre Q est une zoonose [12, 19, 21] décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie) [9]. La maladie sévit dans le monde entier excepté en Nouvelle Zélande et dans l'Antarctique. L'infection est due à *Coxiella burnetii*, une petite bactérie exclusivement intracellulaire [4]. La maladie affecte surtout l'homme et les ruminants domestiques [16]. Chez les ruminants, *Coxiella burnetii* entraîne des troubles de la reproduction, des avortements et des mises bas prématurées, des métrites et des troubles de la fertilité. Chez l'homme, la maladie est caractérisée par sa grande variabilité sur le plan clinique. La forme aigue est généralement bénigne sauf chez certains sujets à risque comme les femmes enceintes, les sujets souffrant d'anomalies des valvules cardiaques et les immunodéprimés, où la maladie peut évoluer sous une forme chronique grave. Cette forme se manifeste, le plus souvent, sous la forme d'une endocardite mortelle à 25-60 % en l'absence de traitement [21]. La voie de contamination la plus fréquente, autant chez l'homme que chez l'animal, est l'inhalation de poussières infectées. Le paludisme et le sida constituent des facteurs favorables pour le développement de l'infection [22].

L'agent causal, *Coxiella burnetii* est une bactérie intracellulaire stricte [15]. Sa paroi est similaire à celle des bactéries à Gram négatif mais la coloration à la technique de Gram est difficile [3]. La coloration de Gimenez est une des méthodes de choix [23]. Sa culture est impossible sur milieu inerte mais possible sur œufs embryonnés ou sur différentes lignées cellulaires. Le génome de *C. burnetii* mesure 1 995 275 paires de bases, mais varie d'une souche à l'autre. *Coxiella burnetii* présente des variations de phases antigéniques liées à des modifications du lipopolysaccharides de surface (LPS) comparables à celles observées chez les entérobactéries (variation lisse-rugueuse ou smooth-rough) [16, 24].

La brucellose est une maladie infectieuse grave due à une bactérie du genre *Brucella* notamment l'espèce *abortus*, commune à certains animaux et à l'homme qui se contamine au contact des animaux infectés (bovins, caprins, ovins). Les professionnels en contact avec les animaux contaminés représentent le principal groupe à risque de la brucellose : bergers, vétérinaires, bouchers, agriculteurs...

Les salmonelloses sont des infections bactériennes dues à des entérobactéries du genre *Salmonella* qui compte de nombreuses espèces. L'infection à *Salmonella* peut affecter diverses espèces animales et sont responsables de troubles de la reproduction entre autres.

La chlamydyphyllose est une maladie bactérienne largement répandue et pouvant affecter de nombreuses espèces animales. Elle est à l'origine principalement d'avortements et de troubles de la reproduction chez les bovins et les petits ruminants. Enfin, il s'agit d'une maladie pouvant se transmettre à l'Homme et faisant donc partie de la liste des zoonoses.

L'objectif général de cette étude est d'analyser les performances de reproduction des troupeaux de ruminants de la zone de Mpal (Région de Saint Louis) et d'avoir une meilleure connaissance des maladies de la reproduction sur les troupeaux de ruminants de cette zone.

Matériel et Méthodes

1. ZONE D'ÉTUDE

L'étude s'est déroulée dans la communauté rurale de Mpal au Sénégal (figure n°1), entre juillet et octobre 2010. Mpal appartient à l'Arrondissement de Rao dans la Région Administrative de Saint Louis. Elle est à cheval entre les provinces traditionnelles du Cayor et du Walo. La communauté rurale est composée de 51 villages. Sur le plan agro écologique, la communauté rurale de Mpal peut être subdivisée en trois zones différentes [1] :

- la zone du diéri ou zone agricole située au sud ;
- la zone centre est plus ou moins urbanisée : elle compte les deux plus grandes agglomérations (Fass et Mpal). Les activités commerciales dominent dans cette zone;
- la zone nord est presque exclusivement pastorale.

Le climat est de type sahélien, subcanarien plutôt mixte qui subit des influences sahéliennes et maritimes et est marqué par la prédominance de deux saisons :

- une saison des pluies allant de juillet à septembre ;
- une saison sèche qui va d'octobre à juin.

La pluviométrie est irrégulière. La moyenne pluviométrique de 1998 à 2007 est de 227,51mm en 21,1 jours de pluies. Cette situation n'est pas favorable à une intensification des productions animales. La production de biomasse destinée à l'alimentation du bétail est nettement insuffisante en quantité et en qualité.

2. MATÉRIEL ANIMAL

L'échantillon composé de 51 producteurs, concerne 250 ruminants dont 100 brebis, 100 chèvres et 50 vaches. Les producteurs ont été choisis dans les différentes zones qui composent la communauté rurale que sont les zones nord, centre et sud. Le système d'élevage pratiqué est le mode extensif avec pour les bovins une transhumance limitée à la saison des pluies. Pour les petits ruminants, les animaux pâturent dans le terroir et sont quelquefois complémentés durant la période de soudure. Les animaux vivent dans la concession ou non loin de celle-ci.

3. COLLECTE DES DONNÉES

L'étude s'est déroulée en plusieurs phases : le travail de terrain, le travail de laboratoire et le traitement des données.

Le travail de terrain a consisté à faire des enquêtes auprès des producteurs mais aussi des prélèvements de sang sur 250 ruminants. Une technique d'échantillonnage stratifié en grappes avec une sélection aléatoire a été utilisée. Les échantillons sont représentés par les villages (grappes) alors que les unités élémentaires d'observation sont les agro pasteurs.



Figure 1 : Situation géographique de Mpal

Toutes les données ont fait l'objet de dépouillement et de saisie informatique sur ACCESS. Les traitements statistiques sont effectués à partir du logiciel Excel. Ces analyses ont porté sur des statistiques descriptives (fréquences, moyennes, variances...)

4. PRÉLÈVEMENT DE SANG ET ANALYSES SÉROLOGIQUES

Chaque animal est prélevé sur tube sec au niveau de la veine jugulaire. La quantité prélevée est de 10 ml de sang conservé 1 à 4 heures sur glace fondante. Le sang est centrifugé à 5000 tours par minute pendant 10 mn. Les sérums sont ensuite conservés à -20°C jusqu'en septembre 2010 pour analyse sérologique au laboratoire de biotechnologie et pathologie de la reproduction d'ONIRIS de Nantes en France.

Les analyses ont porté sur la FQ avec le coffret ELISA multi-espèces ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA. La chlamydiaophilose a été également recherchée avec le coffret LSIVET RUMINANT SERUM CHLAMYDIOSIS version CHRS 0056260109, Kit de 2 plaques sécables (192 tests) utilisable sur sérums individuels (ou plasmas) de ruminants (bovins, ovins et caprins).

Pour la brucellose nous avons utilisé l'Epreuve à l'Antigène tamponné (EAT) BENGATEST® (SYNBIOTICS). La salmonellose : la technique de séro agglutination lente classique (18 heures à 37°C) a été utilisée. L'antigène est une suspension colorée d'antigène H de Salmonella abortus ovis. (Fabrication locale, étalonnée sur celle de l'AFSSA de Sophia Antipolis).

Résultats

1. CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS

Nous avons enquêté 51 exploitations agricoles qui comptent : 611 personnes dont 302 de sexe masculin et 309 de sexe féminin avec une moyenne d'environ 12 par exploitation.

Les jeunes de ces zones migrent le plus souvent vers les grandes villes comme Saint-Louis, Dakar, Kaolack et Mbour pour trouver du travail. Les exploitations à dominance élevage ou exclusivement élevage comprennent 94,11 % d'hommes contre 5,88 % de femmes. L'âge des éleveurs enquêtés est compris entre 25 et 60 ans pour 72,55 % des cas dont 91,90 % sont des hommes. Les jeunes de moins de 25 ans sont tous des garçons et représentent 9,80 % de l'échantillon. Les personnes du troisième âge sont de l'ordre de 17,65 %.

L'activité principale dans cette zone demeure les productions végétales et l'élevage arrive en seconde position.

Les exploitations disposent d'une surface agricole utile faible d'environ deux hectares, destinée aux productions végétales, aux jachères et aux pâturages. Les cultures pratiquées dans cette zone sont le mil, le niébé, l'arachide, l'oseille de guinée, le gombo et la pastèque.

Le matériel agricole est vétuste et ne permet pas d'optimiser les rendements.

2. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

2.1. Composition et structure du cheptel

Comme indiqué au tableau I, les élevages enquêtés comprennent 27,4 % de bovins, 40,29 % d'ovins, 29,45 % d'ovins, 0,7 % d'équins et 2,16 % d'asins.

Les bovins sont élevés en troupeaux de 30,29 têtes en moyenne. Le sex-ratio est de 0,25 mâle pour 1 femelle. Les effectifs moyens des troupeaux d'ovins et de caprins au niveau des concessions s'élèvent respectivement à 44,529 ± 38,62 et 32,568 ± 21,65. Le sex ratio est de 0,25 mâle pour une femelle chez les chèvres et de 0,22 mâle pour 1 femelle chez les ovins.

2.2. Origine des animaux

Les animaux qui composent notre échantillon proviennent de la productivité numérique du troupeau à 70% contre 19% d'autres troupeaux de la zone. Seul environ le dixième (11 %) provient de l'extérieur c'est-à-dire en dehors de la communauté rurale.

2.3. Mode de conduite

Les troupeaux enquêtés sont gérés par le propriétaire à 85% et 15% en confiage. Le reste des animaux sont gérés par les femmes et les jeunes de l'exploitation.

Les races élevées sont la race Gobra pour les bovins, la race Peulh-Peulh pour les ovins et la Chèvre du Sahel pour les caprins.

Les troupeaux sont logés dans des hangars ou enclos construits avec des matériaux locaux ou de récupération (tôle, zinc, grillage...). L'habitat des animaux est localisé à l'intérieur des concessions dans 87,6% des élevages enquêtés et hors des concessions dans 12,4% des cas.

Concernant l'alimentation, les animaux maigres et les femelles en lactation sont complétés ou supplémentés lorsqu'ils reviennent des pâturages avec des aliments concentrés d'origine industrielle ou à défaut de résidus ou d'issues de récolte.

Pour ce qui est de l'hygiène et de la santé des animaux, tous les éleveurs enquêtés déparasitent leurs animaux : 21,6% plus de deux fois par an, 50,8% deux fois et le reste une fois.

Les pertes d'animaux par mortalité sont observées durant toute l'année mais principalement en deux périodes : la saison sèche froide (45,5%) et la saison des pluies (36,9%). Les symptômes qui précèdent les mortalités évoquées par les producteurs enquêtés sont variées (toux, diarrhée, constipation, gale, dystocie, etc.). Par contre, 17,8% d'entre eux n'ont pas observé ou décrit des signes de maladies. Les affections digestives et les maladies liées à la reproduction sont les plus fréquentes et sont respectivement de 36,6% et 16,3%.

2.4. Conduite de la reproduction

L'essentiel du cheptel est élevé pour la production de viande. Dans toutes les exploitations enquêtées, l'insémination artificielle n'est pas pratiquée. Les éleveurs Peulhs sont particulièrement attachés au zébu Gobra. Le mode de reproduction utilisé dans cette zone est la monte libre.

Tableau I : Structure des troupeaux : bovins, ovins et caprins de l'échantillon.

	Bovins		Ovins		Caprins		Totaux
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	
Effectifs enquêtés	315	1230	460	1811	304	1357	5477
Effectif moyen par concession	6,17±8,87	24,11 ±34,65	9,01 ±7,98	35,50 ±33,41	5,96±6,46	26,60 ±17,52	107,39 ±108,91

La saillie se fait au niveau des pâturages ou dans les enclos de manière libre et le géniteur est rarement connu par l'éleveur.

2.5. Paramètres de reproduction des troupeaux enquêtés

Le tableau II donne quelques paramètres de reproduction des animaux enquêtés dans la zone.

	Bovins	Ovins	Caprins
Paramètres de reproduction			
Age à la 1ère mise bas	3,78 ±0,94 ans	10,64 ±2,18 mois	9,88 ±2,21 mois
Intervalle entre mises bas	2,01 ans	8,98 mois	8,19 mois
Age au sevrage	1,68 an	5,96 mois	5,45 mois
Taux de fertilité (%)	93	96	98
Taux de fécondité (%)	81,87	83,04	94,25

2.6. Résultats sérologiques

Le tableau III donne les séroprévalences de la fièvre Q et d'autres maladies abortives comme la Brucellose, les Salmonelloses et la chlamydophilose chez les ruminants dans la zone. La fièvre Q, montre des taux de séropositivité de l'ordre de 40% chez les bovins et ovins et de 30% chez les caprins. La chlamydophilose est présente à 20% chez les ovins et à 18% chez les caprins contre environ 1% chez les bovins. Les salmonelloses sont positives surtout chez caprins à 32% suivis des bovins, environ 9% et seulement 2% pour les ovins. Tous les animaux testés sont négatifs pour la brucellose.

Espèces	Séroprévalence (%)			
	Brucellose	Salmonellose	Chlamydophilose	Fièvre Q
Bovins	0 %	8,89 %	1,11 %	40 %
Ovins	0 %	2 %	20 %	40 %
Caprins	0 %	32 %	18 %	30 %

Discussion

Les éleveurs enquêtés (environ 600 personnes) sont pour l'essentiel (94,11 %) des hommes, contre seulement 5,88 % de femmes ; ceci est à l'inverse de ce que l'on observe généralement en milieu rural où l'élevage des espèces à cycle court est surtout pratiqué par les femmes et les enfants.

L'âge des éleveurs enquêtés est compris entre 25 et 60 ans pour 72,55 % des cas dont 91,90 % sont des hommes, cet âge correspond à la période active des exploitants agricoles. Les jeunes de moins de 25 ans (9,80 %) et les personnes de plus de 60 ans (17,65 %) ne sont pas bien représentés. L'explication est que les jeunes migrent vers les grandes villes ou à l'étranger alors que les plus vieux sont en préretraite.

Les faibles surfaces des exploitations (environ 2 hectares) et la vétusté du matériel agricole exigent des agropasteurs de développer des stratégies de production comme la diversification pour survivre.

Concernant la composition et la structure du cheptel, les élevages enquêtés sont composés de bovins (27,4 %), d'ovins (40,29 %), de caprins (29,45 %), d'équins (0,7 %) et d'asins (2,16 %).

La prédominance des ovins et des caprins dans les élevages s'explique entre autres par le fait que ces espèces sont plus facile à conduire et sont moins exigeantes en espace, élément qui constitue le principal facteur limitant de la pratique de l'élevage dans ces zones. Le sex-ratio élevé de 0,25 mâle pour 1 femelle s'explique par le fait que les éleveurs privilégient l'élevage des mâles pour des raisons liées à la commercialisation.

Les modes de conduite des animaux à l'intérieur des concessions ou aux alentours s'expliquent par le fait qu'au Sénégal le vol du bétail est devenu la plus grande contrainte pour les éleveurs.

Nous allons tenter d'esquisser une analyse des performances de reproduction obtenus au cours de notre travail. Il s'agira de combiner et de croiser les résultats issus de nos enquêtes et ceux du travail de laboratoire.

La productivité numérique d'un troupeau est étroitement liée aux performances de reproduction. Celle-ci est un facteur déterminant pour les productions des ruminants notamment la viande. Notons également qu'en production laitière, le veau est un mal nécessaire.

Dans toutes les exploitations enquêtées, l'insémination artificielle n'est pas pratiquée. Les éleveurs peulhs sont particulièrement attachés au zébu Gobra [10].

Le mode de reproduction utilisé dans cette zone est la monte libre. La saillie se fait au niveau des pâturages ou dans les enclos. Les mises-bas ont lieu à la fin de la saison sèche et en début d'hivernage, ce qui pose un véritable problème alimentaire au couple mère/nouveau né.

La mise à la reproduction à un âge tardif, environ quatre ans et un an respectivement chez les bovins et les petits ruminants montre que nos animaux n'ont pas une précocité suffisante. Les facteurs alimentaires et pathologiques joueraient certainement un rôle déterminant. Ainsi, l'âge moyen des bovins au premier vêlage qui est de 3,78 ans ± 0,94 ans, pour les ovins 10,64 ± 2,18 mois et 9,88 ± 2,21 mois pour les caprins, montre nettement une faiblesse des performances de reproduction comparables aux résultats de LO, 1989 [17]. Les taux d'avortement élevés (34%), de mortinatalité (18%) et la faible fertilité seraient aussi imputables pour la plupart à des conditions alimentaires difficiles ou des difficultés nutritionnelles mais aussi à des maladies de la reproduction (fièvre Q, salmonellose, chlamydophilose) entraînant très souvent des avortements ou des baisses de la fertilité des troupeaux.

Les résultats sérologiques ont montré une séroprévalence assez élevée pour des maladies abortives comme les salmonelloses, la chlamydophilose et la fièvre Q. La difficulté, certainement est de savoir la part qui revient aux facteurs alimentaires et celle qui résulte de ces maladies de la reproduction. En effet, la faiblesse relative des performances de reproduction provient d'un ensemble d'interactions complexes avec plusieurs variables dont :

(i) Les questions génétiques: très peu d'investigations ont été réalisées pour déterminer le rôle joué par les aspects génétiques en matière de reproduction chez nos ruminants domestiques ;

(ii) Les facteurs alimentaires jouent un rôle important. Plusieurs travaux l'ont montré. Les relations étroites qui existent entre les conditions nutritionnelles défavorables de nos animaux et leur vulnérabilité vis-à-vis des maladies d'une manière générale et des maladies de la reproduction en particulier ne simplifient pas du tout le problème ;

(iii) Des faiblesses et des insuffisances dans le domaine de la conduite de la reproduction : défaut de contrôle des saillies, mauvais suivi des chaleurs et la mise en reproduction de toutes les femelles sans distinction.

Conclusion

Ce travail a permis de mieux comprendre les pratiques de l'élevage et les performances de reproduction des troupeaux de ruminants dans la zone de Mpal mais également d'analyser l'incidence des maladies de la reproduction par rapport à ces dites performances.

Cette recherche, réalisée en zone sahélienne, une région caractérisée par un contraste saisonnier des disponibilités fourragères très marqué entre la saison sèche et la saison des pluies, n'a été effectuée que sur des troupeaux d'élevage traditionnel de ruminants.

L'enquête a révélé que l'élevage est pratiqué dans la zone de Mpal, pour la plupart, par les hommes comme une activité secondaire. Eu égard à la facilité de manipulation des petits ruminants et à la faiblesse du niveau d'investissement en début d'activité, l'élevage des ovins et des caprins pourrait contribuer largement à la lutte contre la pauvreté chez les jeunes et les femmes qui constituent les couches les plus vulnérables de la population.

Cette étude a aussi permis d'identifier un certain nombre de contraintes qu'il convient de lever pour un meilleur avenir de l'élevage dans la zone de Mpal, il s'agit entre autres :

- de lutter efficacement contre le vol du bétail
- de la formation technique et de l'organisation des éleveurs ;
- du manque d'espace nécessaire à la pratique de l'élevage ;
- du problème d'hygiène des habitats ;
- du manque de structure de financement prenant en charge le secteur.

Au terme de cette étude il sera recommandé :

- de former les éleveurs sur l'hygiène et la santé reproductive des troupeaux ;
- d'adopter l'insémination artificielle comme méthode de reproduction pour permettre l'amélioration génétique et l'augmentation des différentes productions.
- d'améliorer les pratiques d'élevage au niveau de la zone.

Bibliographie

- 1 - ANONYME, 2003-2008. Plan local de développement de la communauté rurale de Mpal. 67p
- 2 - ANONYME, 2011. Ministère de l'élevage : rapport d'activités. 65p
- 3 - ANONYME, 2004. Fièvre Q : Rapport de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. 128p
- 4 - BURNET F. et M. FREEMAN M., 1937. Experimental studies on the virus of "Q" fever. Med. J. Aust. 2:299-305.
- 5 - CRAPLET C., 1960. La vache laitière. In : Traité d'élevage moderne. Tome V. Vigot frères, éditeurs. 23, rue de l'école-de-médecine-Paris-VI.
- 6 - CESARO J.D., MAGRIN G. et NINOT O., 2010. Atlas de l'élevage au Sénégal : commerce et territoires. 32p.
- 7 - CORNIAUX C., 2001. Production de lait de vache dans le delta du fleuve Sénégal : une réelle activité de diversification en systèmes irrigués. Revue élevage méditerranée vétérinaire pays tropicaux, 54(1).
- 8 - CORNIAUX C., 2003. Filière lait et produit laitier dans la région de Saint Louis, CIRAD, PPRI.
- 9 - DERRICK E.H., 1937. "Q" fever, a new fever entity: clinical features, diagnosis and laboratory investigation. Med. J. Aust. 2:281-299.
- 10 - DIA Nd.A., 2008. Etudes des contraintes hygiéniques et sanitaires de la production, de la collecte et de la transformation du lait dans la zone de Mpal. Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale des Cadres Ruraux, 32 pages.
- 11 - DIEYE P.N., FAYE A., SEYDI M. et Cisse S.A., 2002. Production laitière péri urbaine et amélioration des revenus des petits producteurs en milieu rural au Sénégal In : Cahiers Agricultures, 11: 251-257.
- 12 - DIOP P.S., 2010. Incidence de la Fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants (In press)
- 13 - DUVERGE A. 2006. Quel avenir pour la filière viande bovine au Sénégal
- 14 - FAUGERE O., DOCKES A.C., PERROT C. et FAUGERE B., 1990. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. 1. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 43 : 249-259.
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/animal_production.html consulté le 16 septembre 2010
- 15 - HEINZEN R.A., STIEGLER G.L., WHITING L.L., SCHMITT S.A., MALLAVIA L.P. et FRAZIER M.E., 1990. Use of pulsed field gel electrophoresis to differentiate *Coxiella burnetii* strains. Ann. N. Y. Acad. Sci. 590:504-513.
- 16 - LANG G.H., 1990. Coxiellosis (Q fever) in animals. In: Q fever. Volume I: The Disease, Marrie T.J., ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 23-48.
- 17 - LO M., 1989. Relations recherche-développement: exemple de l'élevage des petits ruminants au Sénégal. Thèse vet. N°9 137p.
- 18 - McCAUL T.F. et WILLIAMS J.C., 1981. Development cycle of *Coxiella burnetii* : structure and morphogenesis of vegetative and sporogenic differentiations. J. Bacteriol. 147, 1063-1076.
- 19 - MARRIE T.J., RAOULT D., 2002. Update on Q fever, including Q fever endocarditis. Curr Clin Top Infect Dis., 22, 97-124.
- 20 - MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES/Direction de la prévision et de la statistique (DPS), 2004. Situation économique et sociale de Sénégal/ Edition 2002-2003, Dakar, Sénégal, décembre, 175 p
- 21 - RAOULT D., 2002. Q fever: still a mysterious disease. QJM. , 95, 491-492.
- 22 - RAOULT D., LEVY P.Y., TISSOT-DUPONT H., CHICHEPORTICHE C., TAMALET C., GASTAUT J.A. et SALDUCCI J., 1993. Q fever and HIV infection. AIDS. vol.7, 1, 81-86.
- 23 - STEIN A. et RAOULT D., 1999. Pigeon pneumonia in Provence: a bird-borne Q fever outbreak. Clin. Infect. Dis. Vol. 29, 3, 617-620.
- 24 - ROUSSET E., EON L., RUSSO P., PEPIN M. et AUBERT M., 2002. La fièvre Q : épidémiologie d'une zoonose. Bull. GTV. , 17, 81-87.
- 25 - TOURRAND J.F., 2000. L'élevage dans la révolution agricole du waalo, delta du fleuve Sénégal. Ed. CIRAD, Paris, France. 165p.



ANNEXE N°II :

**SER OPREVALENCE ET INCIDENCE DE LA FIEVRE Q SUR LAFERTILITE
DES TROUPEAUX DE RUMINANTS AU SENEGAL : CAS DU BASSIN
ARACHIDIER OUEST ET DES NIAYES**

Article publié dans Revue Africaine de Santé et de productions Animales

(RASPA) Vol.10 N2 ,2010



Séroprévalence et incidence de la fièvre Q sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal : cas du bassin arachidier ouest et des niayes

P.S. DIOP¹, A.R. KAMGA – WALADJO², O. KANE³, G.J. SAWADOGO²,
G. CHATAGNON⁴, D. TAINURIER⁴

¹ Université Gaston Berger, B.P: 234 Saint Louis – Sénégal.

² Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar – BP: 5077 Dakar Fann Sénégal.

³ Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale – BP : 54 Bambey – Sénégal

⁴ ONIRIS Nantes – Atlanpôle, La Chantrerie BP 40706 44307 Nantes cedex 3 France.

✉ Correspondance et tirés à part, e-mail : pisher59@yahoo.fr

Résumé :

La fièvre Q ou Query Fever est une zoonose, due à *Coxiella burnetii*, décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie). L'objectif du travail est d'estimer l'incidence de la FQ sur la fertilité des troupeaux bovins, ovins et caprins du Bassin arachidier Ouest et de la Zone dunaire des Niayes au Sénégal et d'avoir une meilleure connaissance de la maladie dans ce pays. L'étude a été réalisée dans les zones éco géographiques suscitées et qui sont à cheval entre les Régions administratives de Thies, Fatick, Diourbel et Dakar. Elle a été menée du mois d'avril 2010 à avril 2011 et a porté sur 596 ruminants dont : 299 bovins, 186 ovins et 111 caprins. Toutes sont des femelles. L'âge des animaux, les performances de reproduction et les pathologies de la reproduction ont été enregistrés sur des fiches individuelles. Chaque animal est prélevé sur tube sec au niveau de la veine jugulaire. La quantité prélevée est de 10 ml de sang conservé 1 à 4 heures sur glace fondante. Le sang est centrifugé à 5000 tours par minute pendant 10 mn. Les 596 sérums sont conservés à -20°C jusqu'en septembre 2011 pour analyse sérologique au laboratoire de sérologie d'ONIRIS de Nantes en France. Les analyses ont porté sur la FQ (ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA) ; la brucellose (Epreuve à l'Antigène tamponné (EAT) BENGATEST® (SYNBIOTICS)) ; la salmonellose (séro agglutination lente classique (18 heures à 37°C)) ; l'IBR (ELISA : LSIVET IBR Gb BLOKHING VERSION IBROS 002-210111) ; la BVD (LSIVET BVD/BDp80 BLOCKING ONE STEP VERSION BVDIC 009-100309). La séroprévalence de la FQ dans les troupeaux testés est respectivement de 12% chez les bovins, 09,90% chez les ovins et de 22,52% chez les caprins. Nous avons réalisé des investigations sérologiques pour la Brucellose, la salmonellose, l'IBR et la BVD. Pour la Brucellose : tous les animaux sont négatifs. La Salmonellose (22% chez les bovins, 25% chez les ovins et 26% chez les caprins), l'IBR 25% et la BVD 61%. Le taux d'avortement est de 28,32% chez les caprins, de 7,42% chez les bovins et de 3,70% chez les ovins. (RASPA, 10 (2) : 93-96).

Mots clés : Fièvre Q – Reproduction – Sérologie – Bassin arachidier-Niayes.

Abstract:

Seroprevalence and incidence of the Q fever on the fertility of ruminant herds in Senegal: case of the west centre and the Niayes.

The Q fever or query fever is a zoonosis, due to *coxiella burnetii*, described for the first time by Derrick in 1935 among employees of a slaughterhouse in Brisbane (Queensland, Australia). The objective of this work is to estimate the incidence of FQ in the fertility of bovine, ovine and caprin herds of the centre and the dune area of Niayes of Senegal and to have a better awareness of the illness in this part of the country. The study has been realized in the eco-geographic areas created and which sit astride the administrative regions of Thies, Fatick, Diourbel and Dakar. She was held from April 2010 to April 2011 and focused on 596 ruminants such as: 299 bovines, 186 ovines and 111 caprins. All are females. The age of animals, the reproduction performances and reproduction pathologies were registered on individual index cards. Each animal is charged on a dry tube on the level of the jugular vein. The charged quantity is 10 ml of blood preserved 1 to 4 hours on melting ice. The blood is centrifuged at 5000 turns per minute for 10 mn. The 596 serums are preserved at -20°C until September 2011 for serologic analysis at Nantes serology laboratory in France. The analysis were on FQ (ELISA multi-species ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA) ; brucellosis (dabbed antigen (EAT) BENGATEST (SYNBIOTICS)) ; salmonellosis (classic slow sero agglutination (18 hours at 37°C)) ; IBR (ELISA: LSTVET IBR Gb BLOKHING VERSION IBROS 00-210111). The seroprevalence of the FQ in tested herds is respectively of 12% among bovines, 9,90% among ovines and 22,52% among caprins. We have realized serologic investigations for the brucellosis, the salmonellosis, the IBR and the BVD. For the brucellosis: all animal are negative. The salmonellosis (2.2% among bovines, 25% among ovines and 26% among caprins), the IBR 25% and the BVD 61%. The rate of abortion is estimated at 28,32% among caprins, 7.42% among bovines and 3.7% among ovines.

Key words: Q fever- Reproduction- Serology- Centre of Senegal- Niayes

Introduction

La fièvre Q ou Query Fever (fièvre à élucider) est une zoonose [9, 13] décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie) [3]. La maladie sévit dans le monde entier excepté en Nouvelle Zélande et dans l'Antarctique. L'infection est due à *Coxiella burnetii*, une petite bactérie exclusivement intracellulaire [2]. Elle infecte de très nombreuses espèces animales : arthropodes, oiseaux, mammifères. La maladie affecte surtout l'homme et les ruminants domestiques [8]. Chez les ruminants, *Coxiella burnetii* entraîne des troubles de la reproduction, des avortements et des mises bas prématurées, des métrites et des troubles de la fertilité. Les animaux infectés excrètent irrégulièrement *C. burnetii* dans le placenta, le mucus vaginal, le lait, les fèces et l'urine. La prévalence de la fièvre Q chez les ruminants est généralement mal connue et vraisemblablement

sous-estimée car elle n'est pas souvent recherchée surtout en Afrique. Chez l'homme, la maladie est caractérisée par sa grande variabilité sur le plan clinique. La forme aiguë est généralement bénigne sauf chez certains sujets à risque comme les femmes enceintes, les porteurs d'anomalies des valvules cardiaques et les immunodéprimés, où la maladie peut évoluer sous une forme chronique grave [13]. La voie de contamination la plus fréquente, autant chez l'homme que chez l'animal, est l'inhalation de poussières infectées. Le paludisme et le sida constituent des facteurs favorables pour le développement de l'infection [12].

L'agent causal, *Coxiella burnetii* est une bactérie intracellulaire stricte [4, 6]. Sa paroi est similaire à celle des bactéries à Gram négatif, mais la coloration à la technique de Gram est difficile [1]. La coloration de Gimenez est une des méthodes de choix [15].

Sa culture est impossible sur milieu inerte mais possible sur œufs embryonnés ou sur culture de différentes lignées cellulaires. Le génome de *C. burnetii* mesure 1 995 275 paires de bases, mais varie d'une souche à l'autre. Coxielle burnetii présente des variations de phases antigéniques liées à des modifications du lipopolysaccharides de surface (LPS) comparables à celles observées chez les entérobactéries (variation lisse-rugueuse ou smooth-rough) [10, 14]. La phase I est l'équivalente de la phase smooth (lisse) des entérobactéries. Elle possède un LPS complet et est très virulente. Cette forme se développe chez les arthropodes, l'homme et les autres mammifères infectés. C'est la forme naturelle de la bactérie et elle ne doit être manipulée que dans un laboratoire de sécurité NSB3. La phase II, équivalente à la phase rough (rueuse), avec un LPS incomplet ou court est obtenue au laboratoire après plusieurs passages sur œufs embryonnés ou cultures cellulaires.

La brucellose est une maladie infectieuse grave due à une bactérie du genre *Brucella* notamment l'espèce abortus, commune à certains animaux et à l'homme qui se contamine au contact des animaux infectés (bovins, caprins, ovins) ou à l'occasion de l'ingestion d'aliments d'origine animale. La bactérie responsable de la maladie fait partie du genre *Brucella*. Les professionnels en contact avec les animaux contaminés représentent le principal groupe à risque de la brucellose : bergers, vétérinaires, bouchers, agriculteurs...

Les salmonelloses sont des infections bactériennes dues à des entérobactéries du genre *Salmonella* qui compte de nombreuses espèces. L'infection à *Salmonella* peut affecter diverses espèces animales. On distingue les salmonelloses aviaires, bovines, équine, humaine, porcine, etc., les caractéristiques cliniques dépendant de l'espèce infectée. Les salmonelloses sont responsables de troubles de la reproduction.

La diarrhée virale bovine : le virus de la Diarrhée Virale Bovine (BVD) est une cause fréquente de maladies d'élevage Il touche essentiellement les bovins. Les petits ruminants peuvent l'héberger mais sont surtout atteints par un virus proche : celui de la Border disease et le porc par le virus de la Peste Porcine Classique. La transmission de la maladie se fait par les sécrétions et excréments des animaux infectés. Celles qui en contiennent le plus sont les sécrétions nasales. Les symptômes sont variés (diarrhée profuse, naissance de veaux faibles ou malformés, infécondité, avortements...). Une conséquence commune à l'infection prénatale par ce genre de virus est la naissance d'animaux infectés permanents immunotolérants (I.P.I) qui sont responsables de la diffusion du virus au sein des troupeaux. La détection des I.P.I est de première importance pour le contrôle de cette maladie.

Le diagnostic du BVDV par détection des anticorps spécifiques a de nombreuses indications :

- Mise en évidence d'une circulation virale au sein d'un cheptel
- Prédétection des animaux immunotolérants (I.P.I).
- Surveillance des troupeaux après élimination des I.P.I
- Réalisation d'enquêtes épidémiologiques.

La rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR) est une maladie virale du bétail provoquée par un herpes virus bovin de type 1 (BHV-1). L'affection qui touche essentiellement les bovins, se traduit

par une atteinte des voies respiratoires supérieures, mais peut éventuellement prendre la forme d'encéphalites (veaux), de conjonctivites, d'avortements et de métrites. L'IBR n'est pas transmissible à l'homme.

L'objectif de ce travail est d'estimer la séroprévalence et l'incidence de la FQ sur la fertilité des troupeaux bovins, ovins et caprins des zones éco géographiques correspondant au Bassin Arachidier Ouest, de la zone dunaire des Niayes et dans la grande agglomération de Dakar au Sénégal et d'avoir une meilleure connaissance de la maladie dans notre pays. Il s'agit également de :

- comprendre certains aspects épidémiologiques de la maladie ;
- évaluer l'incidence de la FQ sur la fertilité de ces troupeaux de ruminants et les interrelations de celle-ci avec d'autres maladies abortives.

Matériel et Méthodes

1. MILIEU D'ÉTUDE

Le travail de terrain a été mené du mois d'avril 2010 à avril 2011 et a porté sur 4 régions administratives du Sénégal : Thies, Fatick, Diourbel et Dakar. Sur le plan éco géographique, la zone couvre une partie du Bassin et la zone dunaire des Niayes sur le littoral atlantique et est à cheval entre les Régions administratives de Thies, Fatick, Diourbel et Dakar. Le climat est de type sahélien avec deux saisons : une saison des pluies allant de juillet à septembre et une saison sèche qui va d'octobre à juin. La pluviométrie varie en moyenne entre 500 et 700 mm selon le gradient nord-sud. Cependant, il faut noter que la zone des Niayes est une niche écologique caractérisée par la présence de la mouche tsé-tsé, de la trypanosomose et l'abondance de tiques

2. MATÉRIEL ANIMAL

Le travail de prélèvement a été réalisé au cours du mois de juin 2010 et a porté sur 596 ruminants dont : 299 bovins, 186 ovins et 111 caprins. Toutes sont des femelles. Le système d'élevage pratiqué est le mode extensif avec pour les bovins une transhumance limitée à la saison des pluies. Pour les petits ruminants, les animaux pâturent dans le terroir et sont quelquefois complétés durant la période de soudure. Les animaux vivent dans la concession ou non loin de celle-ci.

3. COLLECTE DES DONNÉES

L'origine, l'espèce, la race, l'âge des animaux, les performances de reproduction et les avortements ont été enregistrés sur des fiches individuelles.

4. PRÉLÈVEMENT DE SANG ET ANALYSE SÉROLOGIQUES

La quantité prélevée par animal est de 10 ml de sang conservé 1 à 4 heures sur glace fondante. Le sang est centrifugé à 5000 tours par minute pendant 10 mn. Les 596 sérums sont conservés à -20°C jusqu'en septembre 2011 pour analyse sérologique au laboratoire de sérologie d'ONIRIS de Nantes en France. Les analyses ont porté sur la FQ avec le coffret ELISA multi-espèces ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA. Pour la brucellose nous avons utilisé l'Épreuve à l'Antigène tamponné (EAT) BENGATEST® (SYNBIOTICS). La salmonellose : la Technique de séro agglutination lente classique (18 heures à 37°C) a été utilisée. Les analyses pour l'IBR sont réalisées avec le coffret ELISA : LSIVET IBR Gb BLOKHING VERSION IBROS 002-210111. La BVD a été analysée par le livret : LSIVET BVD/BDp80 BLOCKING ONE STEP VERSION BVDIC 009-100309.

5. ANALYSES STATISTIQUES

Les résultats sérologiques et les relations entre le statut sérologique et l'âge ont été analysés avec le test KHI2. La différence est statistiquement significative lorsque la valeur $p < 0,05$.

Résultats

Dans le bassin arachidier nous avons testé 236 bovins, 16 ovins et 111 caprins. Les tableaux I et II montrent une séroprévalence de la FQ de 08,90%, de 43,75% et de 22,52% respectivement pour les bovins, ovins et caprins.

Nous avons obtenu pour les autres maladies, des taux de séropositivité importants chez les bovins : les salmonelloses (50%), IBR (55%) et la BVD (61%). Les caprins sont positifs à 26% pour les salmonelles. Seule la FQ a été recherchée chez les ovins. Les taux d'avortement sont de 08,03% chez les bovins, de 05,12% chez les ovins et de 28,32% chez les caprins. Ces résultats sont variables en fonctions des espèces animales mais aussi des tranches d'âges.

Les tableaux III et IV montrent une séroprévalence de la FQ dans la zone des Niayes de 22,22% et de 03,53% respectivement pour les bovins et ovins. Pour les autres maladies les bovins sont positifs à 2% aux salmonelles et à 57% à l'IBR. Les ovins présentent une séroprévalence de 25% pour les salmonelloses.

Les taux d'avortement sont de 09,77% chez les bovins et de 03,33 chez les ovins. Nous n'avons pas travaillé sur les caprins dans cette zone.

Les tableaux V et VI montrent une séroprévalence de la FQ dans les troupeaux testés, respectivement de 12% chez les bovins, 09,90% chez les ovins et de 22,52% chez les caprins. Nous avons réalisé des investigations sérologiques pour la Brucellose, la salmonellose, l'IBR et la BVD. Pour la Brucellose : tous les animaux sont négatifs (les résultats ne figurent pas aux tableaux). La Salmonellose (22% chez les bovins, 25% chez les ovins et 26% chez les caprins), l'IBR (bovins) 25% et la BVD (bovins) 61 %. Le taux d'avortement s'élève de 28,32% chez les caprins, de 7,42% chez les bovins et de 3,70% chez les ovins.

Discussion

Les méthodes sérologiques utilisées permettent de mettre en évidence les anticorps dirigés contre les agents pathologiques ciblés : La fièvre Q, les salmonelloses, l'IBR et la BVD. La présence des anticorps ne signifient pas que les animaux sont infectés. Les examens sérologiques et les résultats d'enquêtes doivent être complétés par des examens cliniques et des techniques comme la PCR.

Nous avons testé dans cette étude, au cours du mois de juin 2010, 596 ruminants dont : 299 bovins, 186 ovins et 111 caprins. Toutes sont des femelles.

Tableau I : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales pathologies abortives des bovins dans le Bassin Arachidier du Sénégal.

Age	Fièvre Q (%)	Salmonellose (%)	IBR (%)	BVD (%)	AV%
0-7ans	10,07%N=129	35,30%N=17	66,67%N=15	60,00%N=15	6,95%
8 ans et +	8,41%N=107	61,54%N=13	43,75%N=16	62,50%N=16	8,54%
Totaux	8,90%N=236 p>0,05	50%N=30 p<0,05	54,84%N=31 p>0,05	61,30%N=31 p>0,05	8,03%

Tableau II : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales pathologies abortives des petits ruminants dans le Bassin Arachidier du Sénégal.

Ovins			Caprins		
Ages	%FQ+	AV%	Ages	%FQ+	%SALM+ AV%
1-12 mois	50%N=4	0	1-12 mois	20%N=25	14,30N=7 0%
13-24 mois	66,67%N=3	0	13-24 mois	16,70%N=18	25%N=4 19,35%
25 mois et +	33,33%N=9	5,26	25 mois et +	25%N=68	33,33%N=12 30,76%
Totaux	43,75%N=16 p<0,05	5,12	Totaux	22,52%N=111 p>0,05	26%N=23 nc 28,32%

Tableau III : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales pathologies abortives des bovins dans la zone des Niayes au Sénégal.

Ages	%Fièvre Q+	%Salmonellose +	%IBR+	AV%
0 à 7 ans	27,27%N=33	4,76%N=21	47,62%N=21	9,52%
8 ans et +	16,67%N=30	0% N=21	65,22%N=23	9,89%
Totaux	22,22%N=63 p>0,05	2,38%N=42 p>0,05	56,82%N=44 p>0,05	9,77%

Tableau IV : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales pathologies abortives des ovins dans la zone des Niayes au Sénégal.

Ages	%Fièvre Q+	%Salmonellose+	Aortements%
1- 12 mois	0%N=29	0%N=6	0%
13 -24 mois	0%N=17	33%N=6	5,26%
25 mois et +	7,69%N=39	33%N=12	3,05%
Totaux	3,53%N=85 p>0,05	25%N=24 p>0,05	03,33%

Tableau V : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales pathologies abortives des bovins dans le Bassin Arachidier et de la zone des Niayes au Sénégal.

Age	%Fièvre Q+	%Salmonellose+	%IBR+	%BVD+	AV%
0-7ans	13,58%N=162	18,42%N=38	55,56%N=36	60,00%N=15	7,42%
8ans et +	10,22%N=137	23,56%N=34	56,41%N=39	62,50%N=16	8,79%
Totaux	12,00% N=289 p>0,05	22% N=72 p>0,05	55,00% N=75 p>0,05	61,30%N=31 p>0,05	8,35%

Tableau VI : Séroprévalence de la Fièvre Q et des principales pathologies abortives des petits ruminants dans le Bassin Arachidier et de la zone des Niayes au Sénégal.

Ovins			Caprins				
Tranches d'âges	%FQ+	%SALM+	AV%	Tranches d'âges	%FQ+	%SALM+	AV%
1-12 mois	6,06%N=33	0%N=6	0	1-12 mois	20%N=25	14,30%N=7	0%
13-24 mois	10%N=20	33%N=6	5	13-24 mois	16,70%N=18	25%N=4	19,35%
25 mois et +	12,50%N=48	33%N=12	3,55	25 mois et +	25%N=68	33,33%N=12	30,76%
Totaux	9,90%N=101 p>0,05	25%N=24 p>0,05	3,70	Totaux	22,52%N=111 p>0,05	26%N=23 nc	28,32%

AV : Avortements

BVD : Diarrhée Virale Bovine

FQ : Fièvre Q

IBR : Rhinotrachéite Infectieuse Bovine

SALM : Salmonellose

Discussion

La séroprévalence de la FQ est 12% chez les bovins avec des variations en fonction des zones étudiées et des tranches d'âges des animaux. Ces résultats sont comparables à ceux d'OLLOY *et al.* [11] qui ont trouvé 12,04% au Congo et ceux de GAZYAGCI *et al.* [5] en Turquie de 12,4%, alors que KONTE *et al.* [7] a obtenu au Sénégal des résultats beaucoup plus faibles de 0,91%.

Chez les petits ruminants (ovins et caprins) nous avons obtenu : 09,90% chez les ovins et un taux élevé de 22,52% chez les caprins. La séroprévalence relativement faible chez les ovins pourrait s'expliquer par le fait que l'essentiel des animaux testés vivent en agglomération urbaine dans des conditions particulières.

Nous avons réalisé des investigations sérologiques pour la Brucellose, la salmonellose, l'IBR et la BVD. Pour la Brucellose : tous les animaux sont négatifs. La Salmonellose (22% chez les bovins, 25% chez les ovins et 26% chez les caprins), l'IBR 25% et la BVD 61 %. Le taux d'avortement est de 28,32% chez les caprins, 7,42% chez les bovins et 3,70% chez les ovins. Nous n'avons pas pu établir des relations précises entre ces pathologies abortives et la FQ et le rôle que pourrait jouer chacune de ces entités nosologiques.

Conclusion

Ce sondage sérologique partiel de la FQ a été réalisé dans deux zones d'élevage majeures du Sénégal : le Bassin Arachidier Ouest et la Zone des Niayes. Cette partie du Pays est aussi caractérisée par l'importance du cheptel ruminant et la forte concentration humaine. Ainsi, une zoonose comme la FQ constitue un danger de santé publique et une entrave pour une bonne productivité des ruminants. Dès lors, il est nécessaire d'organiser une surveillance épidémiologique de cette zoonose et éventuellement de vacciner les animaux. Des vaccins efficaces existent sur le marché. Il est également évident que la lutte contre les tiques est indispensable pour freiner le développement de la FQ.

Il nous semble opportun de mettre en place des programmes de recherche avec des équipes pluri disciplinaires pour élucider

les risques que des pathologies comme les salmonelloses, la BVD et l'IBR présentent sur la fertilité des troupeaux de ruminants au Sénégal et dans la sous-région.

Bibliographie

1. ANONYME 2004. Fièvre Q : Rapport de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.
2. BURNET F.M. et FREEMAN M. 1937. Experimental studies on the virus of "Q" fever. *Med. J. Aust.* 2:299-305.
3. DERRICK E.H. 1937. "Q" fever, a new fever entity: clinical features, diagnosis and laboratory investigation. *Med. J. Aust.* 2:281-299.
4. EUZEBY J.P. Dictionnaire de bactériologie vétérinaire en ligne. <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/cc/coxiella.html>. Page consultée le 16 octobre 2009 à 9h 30mn.
5. GAZYGCI S., AKTAS M.S., KILIC S., BABOUR C., CELEBI B., DURU S.Y., 2011. Seroprevalence of Q fever in dairy cattle in the Konya province, Turkey. *Revue Med.* 162, 8-9, 387-390.
6. HEINZEN R. A., STIEGLER G. L., WHITING L. L. , SCHMITT S. A., MALLAVIA L. P. et FRAZIER M.E., 1990. Use of pulsed field gel electrophoresis to differentiate *Coxiella burnetii* strains. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 590:504-513[Medline].
7. KONTE M., NDIAYE M. et NDIAYE A.H.S. 1990. Note sur les infections à *Coxiella burnetii* chez les bovins au Sénégal. Rapport. *LNERV. Patho. Inf.*, 58, 13p.
8. LANG G.H., 1990. Coxiellosis (Q fever) in animals. In: Q fever. Volume I: The Disease, Marrie T.J., ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 23-48.
9. MARRIE T.J. et RAOULT D. 2002. Update on Q fever, including Q fever endocarditis. *Curr Clin Top Infect Dis.*, 22, 97-124.
10. McCAUL T.F. et WILLIAMS J.C. 1981. Development cycle of *Coxiella burnetii*: structure and morphogenesis of vegetative and sporogenic differentiations. *J. Bacteriol.* 147, 1063-1076.
11. OLLOY A. , MASSOUMOU A. et AKAKPO A.J. 1994. Epidémiologie des maladies abortives majeures des bovidés domestiques au Congo: enquête sérologique sur la brucellose, la chlamydiose et la fièvre Q. *Revue Med. Vet.*, 145, 8-9, 663-668.
12. RAOULT D., LEVY P. Y., TISSOT-DUPONT H., CHICHEPORTICHE C., TAMALET C., GASTAUT J.A. et SALDUCCI J. 1993. Q fever and HIV infection. *AIDS.* vol.7, 1, 81-86.
13. RAOULT D. 2002. Q fever: still a mysterious disease. *QJM.* , 95, 491-492.
14. ROUSSET E., EON L., RUSSO P., PEPIN M. et AUBERT M. 2002. La fièvre Q : épidémiologie d'une zoonose. *Bull. GTV.* , 17, 81-87.
15. STEIN A. et RAOULT D. 1999. Pigeon pneumonia in Provence: a bird-borne Q fever outbreak. *Clin. Infect. Dis.* Vol. 29, 3, 617-620.

ANNEXE N° III :

**SEROPREVALENCE DE LA FIEVRE Q DANS LES POPULATIONS ANIMALES ET
HUMAINES DE SAINT-LOUIS SENEGAL**

Soumis et accepté : Société Médicale d'Afrique Noire Francophone

SEROPREVALENCE DE LA FIEVRE Q DANS LES POPULATIONS ANIMALES ET HUMAINES DE SAINT LOUIS DU SENEGAL

SEROPREVALENCE OF Q FEVER IN ANIMAL AND HUMAN POPULATIONS OF SAINT LOUIS SENEGAL

Diop PS¹, Kamga-Waladjo AR², Kone SP², Kadja Wonou MC², Allanonto V², Kante S³, Chatagnon G⁴, Tainturier D⁴

1. Université Gaston Berger, Saint Louis, Sénégal.

2. Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar

3. Hôpital Ousmane NGom, Saint-Louis, Sénégal

4. ONIRIS Nantes – Atlanpôle, La Chantrerie, Nantes, France.

Résumé

Introduction. L'objectif de l'étude était de déterminer la séroprévalence de la fièvre Q dans les populations animales et humaines de la région de Saint-Louis (Sénégal).

Matériel et Méthodes. L'échantillon est composé de 187 ruminants et de 162 femmes en consultation prénatale dans les communes de Mpal et de Saint-Louis. Une enquête a enregistré des informations (âge, contact avec les ruminants et habitudes alimentaires) par interview des femmes. Après consentement éclairé, le médecin traitant a réalisé un prélèvement sanguin. Le prélèvement de sang sur les animaux a été suivi de l'enregistrement des informations (âge, type d'élevage et pertes fœtales). Les sérums obtenus ont été utilisés pour la recherche des anticorps anti *Coxiella burnetii* avec l'ELISA CoxLs multi-espèces. Le test de chi-carré (5%) et l'analyse linéaire multivariée ont apprécié l'effet de l'espèce et de l'origine sur la séroprévalence de la fièvre Q.

Résultats. Les séroprévalences réelles de 95±3,4% (femmes), 33,8±13,1% (caprins), 45,4±13,8% (ovins) et 31±9,7% (bovins) ont été observées. Cette étude démontre une influence de l'effet cumulé de l'espèce et de l'origine, sur la séroprévalence de la fièvre Q dans la région de Saint-Louis (p<0,05).

Conclusion. Les prévalences élevées dans les populations animales et humaines pourraient être le reflet du mode extensif de conduite des troupeaux et des habitudes alimentaires comme la consommation du lait cru provenant des animaux infectés.

Elles suscitent des inquiétudes surtout chez des donneurs de sang et interpellent les médecins et les vétérinaires pour une meilleure collaboration dans le dépistage et la prise en charge des maladies négligées.

Mots clés : Fièvre Q – Séroprévalence – Femmes – Ruminants domestiques – Saint-Louis – Sénégal

Summary

Introduction. The aim of the study was to determine the seroprevalence of Q fever in animal and human populations of the Saint-Louis region (Senegal).

Material and Methods. The sample is composed of 187 ruminants and 162 women received in antenatal consultation in the municipalities of Mpal and Saint-Louis.

An investigation recorded information (age, contact with production animals and dietary habits) by interview of the women received in antenatal consultation. Following written informed consent, the attending physician carried out a blood sample. The blood sample on the animals was followed by the recording of information (age, type of breeding and foetal losses). Sera obtained were used to search *Coxiella burnetii* antibodies with ELISA CoxLs multi-species. Chi-square test (5%) and multivariate linear analysis helped assess the effect of the species and the origin of the sample on the seroprevalence of the Q fever.

Results. The real seroprevalences 95±3.4% (women), 33,8±13.1% (goats), 45,4±13.8% (sheep) and 31±9.7% (cattle) were observed. This study highlights an influence of the cumulated effect of the species and origin, on the seroprevalence of Q fever in the Saint-Louis area (p<0.05).

Conclusion. The high prevalences in animal and human populations could reflect the extensive mode of animal rearing and dietary habits such as the consumption of raw milk from infected animals.

They particularly raise concerns for blood donors and call for better partnership between physicians and veterinary surgeons in screening and providing care for neglected diseases.

Key words: Q Fever – Seroprevalence – Women – Domestic ruminants – Saint-Louis – Senegal.

INTRODUCTION

Le concept « santé unique » est une initiative qui vise le renforcement du partenariat entre les biologistes, les médecins vétérinaires et humains pour le bien être des populations humaines et animales dans un environnement sain. Dans les pays en développement, de nombreuses maladies communes à l'homme et à l'animal sont négligées. La Fièvre Q est l'une de ces zoonoses négligées décrite pour la première fois par Derrick en 1935 chez des employés d'un abattoir de Brisbane (Queensland, Australie) [1]. Elle sévit dans le monde entier à l'exception de la Nouvelle Zélande et de l'Antarctique [2]. Cette affection est due à *Coxiella burnetii*, une bactérie strictement intracellulaire, qui peut infecter de très nombreuses espèces animales (ruminants, chiens, chats, oiseaux, rongeurs) et l'homme également. Chez les ruminants, la maladie est principalement associée à la survenue de troubles de la reproduction. En effet, *Coxiella burnetii* se localise préférentiellement sur le placenta et est associée à des vagues d'avortements en fin de gestation, des mises-bas prématurées et des nouveau-nés chétifs. Cependant, des prévalences de 2,4 à 88% ont été enregistrées dans des troupeaux de bovins, ovins, caprins et camélins [1, 3] en absence de signes visibles. L'absence de signes pathognomoniques peut expliquer pourquoi, le diagnostic de la fièvre Q n'est pas établi dans une proportion sans doute non négligeable de cas. Ainsi, les ruminants sont considérés comme des réservoirs pour l'homme qui s'infecte (i) principalement par la voie

respiratoire et conjonctivale en inhalant des aérosols ou des poussières contaminées et (ii) secondairement par consommation du lait cru ou des produits laitiers à base de lait cru.

La fièvre Q humaine passe souvent inaperçue, car elle peut être confondue avec un syndrome grippal se traduisant par des fièvres inexpliquées [4]. C'est ainsi que des enquêtes réalisées au sud du Tchad dans une population d'éleveurs, de bouchers et de vendeurs de viandes ont révélé des prévalences sérologiques de 35 à 75% [5].

La fièvre Q peut, par contre, avoir des conséquences dramatiques (i) chez la femme enceinte, se manifestant par des avortements ou des accouchements avant terme et (ii) chez des patients immunodéprimés ou atteints de valvulopathies. En effet, elle se manifeste, le plus souvent, sous la forme d'une endocardite mortelle (25-60%) en l'absence de traitement [2].

L'objectif de cette étude est de déterminer la séroprévalence de la fièvre Q dans les populations animales et humaines de la zone pastorale de la région de Saint-Louis (Sénégal).

MATERIEL ET METHODE

Zone et période d'étude

L'étude a été réalisée de juillet 2010 à juillet 2011 dans les communes de Mpal et de Saint-Louis, situées dans la région de Saint Louis (Sénégal) qui forme avec les régions de Louga et Matam, la zone sylvo-pastorale d'une superficie de 56.269Km², représentant 29% du territoire National. Cette zone agro-écologique est le domaine de prédilection de l'élevage et abrite 22

à 30 % du cheptel national de bovins et petits ruminants conduit essentiellement suivant un mode extensif transhumant. La zone soudano-sahélien de Saint-Louis est caractérisée par une saison des pluies chaude et humide d'une durée variable (Juin - Octobre) et d'une saison sèche (Novembre à Mai). Les températures les plus basses (15° - 20°C) sont enregistrées au mois de janvier. Le climat est très agréable de novembre à mai car Saint-Louis se trouve rafraîchie par les alizés maritimes. Néanmoins, de décembre à mai, les vents de l'Harmattan appelés « tempêtes de sables » descendent quelquefois du désert, donnant quelques journées chaudes et poussiéreuses. Le reste de l'année, les températures oscillent entre 20° et 40°C. Les précipitations sont très variables d'une année à l'autre et la pluviométrie moyenne annuelle est de 250 mm. Le pâturage naturel est abondant en saison pluvieuse et se compose de graminées et de légumineuses. Ce couvert végétal hivernal incite les éleveurs démunis, à conduire leurs animaux sur ce pâturage naturel. L'agriculture et l'élevage constituent les principales activités exercées par plus de 44% de la population active de la région de Saint-Louis estimée à 901.036 habitants en 2010 [6]. Ce qui explique le contact régulier entre les populations humaines et animales avec comme corollaire, un risque élevé de transmission de certaines maladies du bétail à l'Homme.

Par ailleurs, les communes de Mpal et de Saint-Louis produisent du lait et les produits carnés pour

les grands centres urbains comme la ville de Saint-Louis.

Matériel animal

L'échantillon est composé de 187 ruminants dont 50 brebis Peulh-Peulh, 50 chèvres du Sahel et 87 vaches Gobra issus d'élevages traditionnels des communes de Mpal et de Saint-Louis. Les prélèvements ont été réalisés de manière aléatoire sur des animaux exploités pour la viande et le lait. Le lait produit est essentiellement consommé dans la région de Saint-Louis.

Les troupeaux sont logés dans des hangars ou enclos construits avec des matériaux locaux ou de récupération (tôle, grillage...). Les animaux sont conduits au pâturage naturel abondant en saison des pluies où ils se nourrissent et s'abreuvent toute la journée. Les animaux maigres et les femelles en lactation sont complémentés lorsqu'ils reviennent des pâturages le soir avec des aliments concentrés d'origine industrielle ou à défaut, avec des résidus de récolte.

Les animaux sont suivis par des vétérinaires; un programme de déparasitage et de vaccination (le charbon, la pasteurellose et dermatose nodulaire) est mis en place dans les différents troupeaux.

Matériel humain

Dans le protocole initial, il était question que le médecin fasse des prélèvements de sang, dans les familles des éleveurs consentants, au sein des troupeaux enquêtés. Leurs réticences nous ont amené à travailler avec un échantillon de 162 femmes résidentes à Mpal et à Saint-Louis, en

consultation prénatale dans les centres de santé de la région de Saint-Louis. Ce critère d'inclusion se justifie par le fait que, cette catégorie de femmes est la plus importante, qui se présente pour des consultations dans ces centres de santé alors qu'elles ne présentent aucun signe de maladie. Le motif de la consultation étant le diagnostic et le suivi d'une éventuelle grossesse. Par ailleurs, ces femmes font partie de la population à risque car elles sont majoritairement au foyer. Ainsi, elles manipulent régulièrement de la viande, du lait et participent à la gestion des troupeaux. Cependant, elles ne communiquent pas sur leur passé médical comme des éventuelles fausses couches constatées.

Enregistrement des données, prélèvement de sang et analyses sérologiques

Un prélèvement a été réalisé dans les conditions d'asepsie sur chaque animal avec un tube sec au niveau de la veine jugulaire. Ce prélèvement a été suivi de l'enregistrement des informations sur le type d'élevage et les pertes fœtales observées chez les animaux par interview direct des éleveurs et/ou par consultation des registres des troupeaux lorsqu'ils existent.

Chez les femmes en consultation prénatale, une enquête a enregistré des informations par interview direct. Elle a porté sur l'âge des patientes, le contact avec les animaux de rente et les habitudes alimentaires notamment la consommation du lait cru ou pasteurisé. Puis, après consentement éclairé, le médecin traitant a réalisé un prélèvement sanguin sur tube sec au

niveau du pli du coude dans les conditions d'asepsie.

Le sang recueilli sur tube sec (5 ml) a été traité au centre de santé (pour les femmes) ou conservé sous froid dans une glacière pendant 2 à 3 heures, le temps de l'acheminement au laboratoire où il a été centrifugé à 1500 x g pendant 10 minutes (pour les animaux de rente). Le sérum recueilli dans des cryotubes identifiés, a été conservé à -20°C pour la recherche des anticorps anti *Coxiella burnetii* avec le coffret ELISA multi-espèces ELISA CoxLs version FQLS 004-031 208 Licence INRA, conformément aux recommandations du fabricant. Ces analyses sérologiques ont été effectuées à l'unité de sérologie du laboratoire de pathologie de la reproduction d'ONIRIS de Nantes en France.

Analyse statistique des données

La variable à expliquer est la séroprévalence de fièvre Q dans les populations animales et humaines de la région de Saint-Louis. Les variables explicatives (espèce, origine) ont été analysées avec le test de chi-carré au seuil de 5% afin d'évaluer l'influence de chacune sur la prévalence observée. Puis, elles ont été soumises à une analyse linéaire multivariée (glm) afin d'apprécier l'effet cumulé de l'espèce et de l'origine de l'échantillon sur la prévalence sérologique de la fièvre Q.

Ces données ont été saisies avec le logiciel Epidata 3.1, puis l'analyse a été faite à l'aide du logiciel R-commander 2.14.2. Les prévalences apparentes et les prévalences réelles avec leurs

intervalles de confiance à 95% ($IC_{95\%}$) ont été déterminées [7].

RESULTATS

Données sociodémographiques

Population animale

La population animale est composée de 187 ruminants dont 50 brebis, 50 chèvres et 87 vaches provenant des élevages de type traditionnel. Les petits ruminants sont âgés de 3 à 96 mois alors que l'âge des bovins varie de 3 à 11 ans. Ces troupeaux fournissent la région de Saint-Louis en viande et lait. Des avortements ont été enregistrés sur 14, 25 et 4 femelles issues respectivement des troupeaux bovins, caprins et ovins. L'interview des éleveurs et l'analyse des fiches de suivies des animaux nous informent que certaines femelles ont connu plus d'un avortement.

Femmes en consultation prénatale

La population féminine Saint-Louisienne reçue en consultation prénatale, est jeune; $87\pm 5,2\%$ des femmes appartiennent à la tranche d'âge 15-35 ans.

Ces femmes ont témoigné être en contact avec des ruminants ($73,5\pm 6,8\%$). Elles ont affirmé consommer du lait cru ($85,8\pm 5,4\%$) et manipuler de la viande fraîche (100%) au sein de leurs familles.

Séroprévalence de la fièvre Q dans les populations animales et humaines de Saint-Louis

La séroprévalence réelle de la fièvre Q chez les femmes en consultation prénatale est de $93\pm 5,5\%$

alors qu'elle est de $45,4\pm 14,6\%$ chez les bovins, $45,4\pm 13,8\%$ chez les ovins et $33,8\pm 13,1\%$ chez les caprins dans la commune de Mpal. La séroprévalence de la fièvre Q est plus élevée dans la population de femme ($p<0,05$), (tableau I).

Dans les effectifs cumulés des communes de Mpal et de Saint-Louis (région de Saint-Louis), des prévalences sérologiques réelles de $95\pm 3,4\%$, $33,8\pm 13,1\%$, $45,4\pm 13,8\%$ et $31\pm 9,7\%$ ont été observées respectivement chez les femmes en consultation prénatale, les caprins, les ovins et les bovins ($p>0,05$). En conséquence, la séroprévalence de la fièvre Q animale et humaine ne diffère pas entre les communes de Mpal et Saint-Louis ($p>0,05$). Cependant, l'analyse linéaire multivariée (glm) met en évidence, une influence de l'effet cumulé de l'espèce et de l'origine de l'échantillon, sur la prévalence sérologique de la fièvre Q dans la région de Saint-Louis ($p<0,05$), (Tableau I).

DISCUSSION

La présente étude confirme la présence de la fièvre Q dans les populations animales et humaines de la région pastorale de Saint-Louis.

La prévalence sérologique de la fièvre Q est de 31% dans la population bovine de l'étude ($45,4\%$ et $15,6\%$ respectivement dans les communes de Mpal et Saint-Louis). Ces observations sont supérieures à celles de Konté [8] réalisées dans les régions d'élevage extensif de Saint-Louis (1%) et de Louga (2,5%) du Sénégal. Dans d'autres pays en Afrique au Sud du Sahara comme la république centrafricaine [4], le Tchad [3, 4], le Soudan [9], la Tanzanie [10], le Kenya [11], le

Tableau I : Prévalence sérologique de la fièvre Q dans les populations animales et humaines de la région de Saint Louis de juillet 2010 à juillet 2011

	Fièvre Q					Avortements		
	Prévalence (%)					p	n	F Q (%)
	N	n	Apparente	IC _{95%}	réelle			
Commune de Mpal								
Espèce						p<0,05		
Bovins	45	18	40	26,1-55,6	45,4±14,6		9	22,2
Ovins	50	20	40	26,7-54,8	45,4±13,8		4	00
Caprins	50	15	30	18,3-44,8	33,8±13,1		25	28
Femme en consultation prénatale	84	68	81	70,6-88,4	93±5,5		-	-
Commune de Saint Louis								
Espèce						p<0,05		
Bovins	42	6	14,3	5,9-29,2	15,6±11		5	60
Femme en consultation prénatale	78	66	84,6	74,3-91,5	97,2±3,6		-	-
Région de Saint Louis								
Espèce (Commune Saint Louis & Mpal)						p<0,05 p>0,05		
Bovins	87	24	27,6	18,8-38,4	31±9,7		14	35,7
Ovins	50	20	40	26,7-54,8	45,4±13,8		4	00
Caprins	50	15	30	18,3-44,8	33,8±13,1		25	28
Femme en consultation prénatale	162	134	82,7	75,8-88,0	95±3,4		-	-

Nigéria [12] et le Cameroun [4], des prévalences de la fièvre Q bovine de 3 à 41% ont été enregistrées.

Les ovins de l'étude ont enregistré une prévalence de 45,4%. Ce taux est supérieur aux valeurs de 3 à 30% obtenues en République Centrafricaine [4], au Tchad [3, 4], au Sénégal [13], en Mauritanie [14], au Nigéria [12] et en Tanzanie [10]. Mais, il est inférieur aux observations (62,5%) de Reinthaler et coll. [9] au Soudan.

Les caprins ont enregistré une prévalence sérologique de 33,8%. Des prévalences similaires ont été observées en république centrafricaine [4]. Reinthaler et coll. [9] et Haumesser et Poutrel, [15] ont observé des prévalences supérieures de 53% et 99% respectivement au Soudan et au

Niger. Cependant, des auteurs ont obtenu des prévalences inférieures au Tchad (13% - [3]), en Tanzanie (13,6% - [10]) et au Nigéria (8,8% - [12])

Dans le reste du monde, de nombreuses études sérologiques ont révélé des prévalences de la fièvre Q allant de 2,4 à 88% dans les cheptels bovins, ovins et caprins [1, 16].

Les variations de prévalences sérologiques de la fièvre Q pourraient s'expliquer par des différences méthodologiques dans le choix de la zone d'étude, du type d'élevage, de la taille des populations, du mode d'échantillonnage et aux caractéristiques des tests sérologiques utilisés. Ces tests sérologiques permettent de faire un screening dans un troupeau afin de détecter les troupeaux infectés ou ayant été infectés. Ils ne peuvent en

aucun cas être utilisés pour identifier individuellement les animaux infectés ou excréteurs au sein du troupeau. Les tests ELISA en fièvre Q sont plus sensibles que les tests de fixation du complément [17]. En outre, le test ELISA utilisé dans cette étude semble être (i) plus sensible que l'ELISA CHEKITND utilisant la souche Nine Mile et les autres tests utilisés dans les études antérieures [3, 18] et (ii) mieux adapté pour des enquêtes séro-épidémiologiques [17].

Ainsi, un troupeau entièrement séronégatif en ELISA devrait être indemne de fièvre Q. En revanche, un troupeau séropositif n'est pas forcément excréteur de *Coxiella burnetii*. La réponse anticorps persiste au moins 2 ans, même en absence de signe clinique et d'excrétion [19]. Cependant, certaines femelles peuvent excréter pendant longtemps dans le mucus vaginal, les urines, les fèces ou le lait en étant séronégatives [18].

Les animaux sont conduits sur pâturage naturel abondant en saison des pluies où ils se nourrissent toute la journée. Dans ce mode d'élevage de type traditionnel, les mises bas et les avortements sont le plus souvent difficiles à contrôler. Le cas échéant, le statut des femelles au moment des avortements est inconnu, car aucune recherche n'a pu être effectuée pour voir si elles étaient porteuses et/ou excrétrices de *coxiella burnetii*. Aujourd'hui, les analyses effectuées *a posteriori* indiquent que certaines sont positives à la fièvre Q. Ainsi, en cas d'excrétion de *coxiella burnetii*, sa dissémination est favorisée par les poussières infectées comme les tempêtes de sables qui

surviennent de décembre à mai dans la région de Saint-Louis. Des foyers de fièvre Q ont été identifiés sur les circuits de transhumance des bovins, ovins et caprins dans les steppes d'Asie [20], en suisse [21] et dans les savanes sèches africaines [22].

La plupart des épidémies humaines ont été liées au contact direct avec les animaux ou leurs viscères. Dans notre étude, 73,5% de femmes en consultation prénatale ont témoigné être en contact avec des ruminants. Par ailleurs, elles ont affirmé consommer du lait cru (85,8%) et manipuler de la viande fraîche de ruminants (100%) au sein de leurs familles. Ainsi, la manipulation des produits animaux infectés qui libèrent des millions de bactéries dans l'environnement et l'inhalation des poussières probablement infectées pourraient expliquer la prévalence élevée de la fièvre Q (95%) dans la population de femmes en consultation prénatale dans la région de Saint-Louis. Les résultats obtenus dans cette étude sont supérieurs aux valeurs de 1- 3,5% et 3,9% respectivement enregistrées au Tchad [3, 4] et en Tanzanie [10]. Cependant, ils se rapprochent des prévalences sérologiques de 35 à 75% obtenues au cours des enquêtes réalisées dans une population d'éleveurs, de bouchers et de vendeurs de viandes au sud du Tchad [5], au Kenya [11] et au Sud du Soudan [9].

Malgré une séroprévalence élevée de la fièvre Q dans la population humaine [5], la plupart des infections par *Coxiella burnetii* sont inapparentes, car la fièvre Q est asymptomatique ou confondue

avec un syndrome grippal [4, 23]. La fièvre Q est une zoonose qui peut toutefois être dangereuse pour les malades atteints de valvulopathie, les personnes immunodéprimées ou les femmes enceintes. Chez ces patients qui présentent des facteurs aggravants, la maladie peut évoluer vers des formes chroniques graves se traduisant par des endocardites parfois mortelles en l'absence de diagnostic et de traitement adapté [2, 23] ou des fausses couches à répétition chez les femmes infectées et non traitées [23]. Toutefois, de nombreuses affections graves comme les hépatites, les pneumopathies et les méningo-encéphalites peuvent accompagner certaines formes aiguës de la fièvre Q [23].

C'est ainsi que les cas sporadiques ne sont souvent pas diagnostiqués et l'incidence exacte de la maladie est ignorée. Aussi, le diagnostic clinique de la fièvre Q est masqué, tout comme celui des maladies bactériennes, par l'administration sans discernement d'antibiotiques aux malades fiévreux [1]. Ce qui pourrait justifier la vétusté des études disponibles sur la fièvre Q en Afrique.

Les prévalences élevées de la fièvre Q dans les populations animales et humaines suscitent des inquiétudes surtout chez les donneurs de sang. Toutefois, pour prévenir la transmission de *Coxiella burnetii* d'un troupeau à l'autre ou à l'homme, il est indispensable de réaliser le diagnostic pour identifier les animaux et les troupeaux qui excrètent massivement la bactérie dans les placentas, les sécrétions vaginales, les urines, les fèces et le lait [17,18, 23].

Les outils de gestion dans les troupeaux infectés comme les mesures sanitaires classiques d'hygiène, les précautions lors d'introduction d'animaux dans le troupeau, la séparation des femelles en fin de gestation, associée à la destruction rapide des placentas et des avortons, peuvent être inopérantes compte tenu d'une part des conditions d'élevage traditionnelles et d'autre part, de la diffusion aérienne de *Coxiella burnetii*, de sa résistance à la dessiccation et de la multiplicité de réservoirs [1, 23].

La réforme des animaux excréteurs constitue un moyen de lutte mais, contraignant et onéreux pour limiter l'excrétion bactérienne et donc réduire les risques de contamination humaine et animale.

La vaccination demeure un excellent moyen de prévention qui permet de réduire le risque de transmission de la fièvre Q [1, 23].

Cependant, pour que la lutte soit efficace, une collaboration franche entre les médecins et les vétérinaires est nécessaire pour la prise en charge des maladies négligées conformément à l'esprit du concept « Santé unique ».

CONCLUSION

La présente étude confirme la présence de *Coxiella burnetii* dans la région de Saint-Louis. Les prévalences élevées dans les populations animales et humaines pourraient être le reflet du mode de conduite des troupeaux et des habitudes alimentaires comme la consommation du lait cru provenant des animaux infectés. Par ailleurs, les vents de sable périodiquement observés au Nord

du Sénégal pourraient entretenir l'infection par inhalation des poussières contaminées.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le « Consortium Africain de Recherche sur l'Ecosystème et la Santé de la Population (AfriqueOne) » et « l'Unité de Biotechnologies et Pathologies de la Reproduction de ONIRIS Nantes – Atlanpôle, La Chantrerie » pour la prise en charge de l'étude.

REFERENCES

- 1. Acha PN, Szyfres B.** Fièvre Q. *In* : « Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux ». Volume II : chlamydioses, rickettsioses et viroses, ISBN : 92-9044-627-7, 2005; 3^{ème} Edition, OIE, Paris, 22-32.
- 2. Chmielewski T, Tylewska-Wierzbanowska S.** Q Fever at the Turn of the Century. *Pol. J. Microbiol.* 2012; 61(2):81-89.
- 3. Schelling E, Diguimbaye C, Daoud S, Nicolet J, Boerlin P, Tanner M, Zinsstag J.** Brucellosis and Q-fever seroprevalences of nomadic pastoralists and their livestock in Chad. *Prev Vet Med.* 2003;61:279-293.
- 4. Maurice Y, Gidel R.** Incidence de la fièvre Q en Afrique Centrale. *Bull Soc Pathol Exot.* 1968;61(5):721-736.
- 5. Giroud P, LE Gac P, Brizard H, Laurent G.** Réactions allergiques à l'antigène *Rickettsia burnetii* chez le personnel Africain assurant le ravitaillement et l'alimentation en viande de l'Oubangui-Chari (A.E.F.). *Bull Soc Pathol Exot.* 1951;44:165-169.
- 6. ANSD.** Situation économique et sociale du Sénégal. 2010; www.ansd/recherche. Consulté le 3/12/11
- 7. Toma B, Dufour B, Sanaa M, Benet JJ, Shaw A, Moutou F, Louza A.** Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures. 2001; 2^{ème} édition, AEEMA, Maison Alfort, Paris, 68 p.
- 8. Konte M.** Pathologie de la reproduction chez les bovins au Sénégal. Séro-épidémiologie des maladies bactériennes. Mise au point d'une sonde de détection des leptospires pathogènes par la technique PCR. Thèse Doct. d'Etat es Sciences naturelles, UCAD, Dakar, 1994; 261 p.
- 9. Reinthaler FF, Mascher F, Sixl W, Arbesser CH.** Incidence of Q fever among cattle, sheep and goats in the Upper Nile province in southern Sudan. *Vet Rec.* 1988;122(6):137.
- 10 Hummel HP.** Incidence in Tanzania of complement fixing antibody *Coxiella burnetii* in sera from man, cattle, sheep and goats. *Vet Rec.* 1976;98(25):501-505.
- 11. Vanek E, Thimm B.** Q fever in Kenya. Serological investigations in man and domestic animals. *East Afr Med J.* 1976;53:678-684.
- 12. Addo PB, Schnurerber PR.** Q fever antibodies in foods animals of Nigeria: a serological survey of cattle, Sheep, and goats. *Rev. Elev-Méd Vét Pays Trop.* 1977;30(4):559-562.

- 13. Konte M, Desoutter D, Ndiaye AMS.** Les rickettsioses des petits ruminants au Sénégal : enquêtes sérologiques sur les infections à *Coxiella burnetii*. L.N.E.R.V Dakar (Sénégal). Path Inf. 1990; 64:7.
- 14 Chartier C, Chartier F.** Enquête séro-épidémiologique sur les avortements infectieux des petits ruminants en Mauritanie. Rev Elev Méd Vét Pays trop. 1988;41(4):23-34.
- 15. Haumesser JB, Poutrel B.** Contribution à l'étude des rickettsioses au Niger. Enquête épidémiologique réalisée dans la région de Maradi. Rev Elev Med Vet Pays Trop. 1973; 26(3):293-298.
- 16. Chaillon A, Bind JL, Delaval J, Haguenoer K, Besnier JM, Choutet P.** Aspects épidémiologiques de la fièvre Q humaine en Indre-et-Loire entre 2003 et 2005 et confrontation à la fièvre Q caprine. Méd Mal Infect. 2008;38 215-224.
- 17. Horigan MW, Bell MM, Pollard TR, Sayers AR, Pritchard GC.** Q fever diagnosis in domestic ruminants: comparison between complement fixation and commercial enzyme-linked immunosorbent assays. J Vet Diagn Invest. 2011;23(5):924-931.
- 18. Rodolakis A.** Chlamydie et Fièvre Q, similitudes et différences entre ces deux zoonoses. 13^{ème} Renc Rech Ruminants. 2006;395-402.
- 19. Berri M, Souriau A, Crosby M, Rodolakis A.** Shedding of *Coxiella burnetii* in ewes in two pregnancies following an episode of *Coxiella* abortion in a sheep flock. Vet Microbiol. 2002; 85:55-60.
- 20. Zorodowski PF.** Les rickettsioses en URSS. Bul OMS. 1964;31:33-43.
- 21. Dupuis G, Petite J, Peter O, Vouilloz M.** An important outbreak of human Q fever in Swiss Alpine valley. Int J Epidemiol. 1987;16:282-287.
- 22. LE Gac P, Rouby M, Sauver Mann M.** Un cas de pneumonie atypique primitive chez un indigène de l'Oubangui-Chari (AEF). Bull Soc Pathol Exot. 1953;46:19-23.
- 23. Rodolakis A, Dufour B.** Fièvre Q : Evaluation du risque pour la santé publique et outils de gestion en élevage. Bull Épidémiol. 2006;21:4-6.

Correspondance: Alain KAMGA-WALADJO.
 Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine
 Vétérinaires de Dakar
 BP 5077 Dakar Fann Sénégal.
 akwar2003@yahoo.fr. / a.kamga@eismv.org.