ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

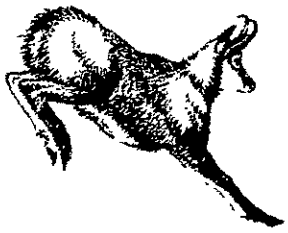
Année 2003 – Thèse n°140

Etude des maladies abortives non réglementées chez les ongulés sauvages et domestiques de la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage des Bauges

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD – LYON I
(Médecine – Pharmacie)
et soutenue publiquement le 24 novembre 2003
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par



Elsa Jourdain
Née le 3 mai 1977
à Aurillac

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

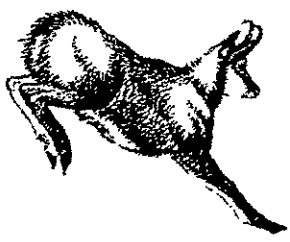
Année 2003 – Thèse n°140

Etude des maladies abortives non réglementées chez les ongulés sauvages et domestiques de la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage des Bauges

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD – LYON I
(Médecine – Pharmacie)
et soutenue publiquement le 24 novembre 2003
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par



Elsa Jourdain
Née le 3 mai 1977
à Aurillac

DEPARTEMENTS ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Directeur : Professeur J.-F. CHARY

Le 16 Janvier 2003

DEPARTEMENT	PREX	PR1	PR2	MC	Contractuel, Associé & IPAC	AERC	Chargés de consult et d'enseignement
DEPART SANTÉ PUBLIQUE VÉTÉRINAIRE							
Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale		Y. RICHARD		V. GUERIN-FAUBLEE A. KODJO D. GREZEL 80 %			
Pathologie infectieuse			A. LACHERETZ M. ARTOIS	J. VIALARD			
Parasitologie & Maladies parasitaires		C. CHAUVE	G. BOURDOISEAU	MP CALLAIT CARDINAL L. ZENNER			
Qualité et Sécurité des Aliments		G. CHANTEGRELET	P. DEMONT	C .VERNOZY	J. BOUVET MCC		
Législation & Jurisprudence			A. LACHERETZ.	A. GONTHIER			
DEPART DES ANIMAUX DE COMPAGNIE							
Anatomie		E. CHATELAIN	T. ROGER	S. SAWAYA	R. DA ROCHA CARARO		
Chirurgie et Anesthésiologie		J.P GENEVOIS	D. FAU E. VIGUIER D. REMY		S. JUNOT MCC	C. CAROZZO	G. CHANOIT A. MUGUET E. MORGANA C. DECOSNE JUNOT (50%) K PORTIER
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie		J.P. MAGNOL		T. MARCHAL	D. WATRELOT-VIRIEUX MCC P. BELLI MCA D. PIN MCA		
Médecine interne		J.P COTARD C. FOURNEL	J.L. CADORE	L. CHABANNE	M. HUGONNARD	F. PONCE C. ESCRIOU	I. BUBLOT (60 %) A. LE GARRERES (40 %)
Imagerie médicale				P. BARTHEZ			
DEPART DES PRODUCTIONS ANIMALES							
Zootechnie, Ethologie & Economie rurale		M. FRANCK			A.DERNBURG MCC	L. MOUNIER	
Nutrition et Alimentation				D. GRANCHER L. ALVES de OLIVEIRA G. EGRON			
Biol & Patho de la Reproduction		J.P. DESCHANEL F. BADINAND	M. RACHAIL-BRETIN	P. GUERIN S. MARTINOT	S. BUFF		
Patho Animaux de Production		P. BEZILLE	T. ALOGNINOUWA	R. FRIKHA M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND	D. LAURENT MCA		N.GIRAUD P. DEBARNOT D. LAURENT
DEPART SCIENCES BIOLOGIQUES							
Physiologie /thérapeutique		R BOIVIN		J.J. THIEBAULT J.M. BONNET-GARIN 90 %			
Biophysique /Biochimie Génétique et Biologie moléculaire		F. GARNIER	E. BENOIT F. GRAIN	T. BURONFOSSE V. LAMBERT			
Pharmacie / Toxicologie Législation du Médicament		G. KECK	P. JAUSSAUD	P. BERNY			
Bio-Mathématiques				P. SABATIER M.L.DELIGNETTE 80 % K. CHALVET-MONFRAY			
Langues					C. FARMER IPAC A. FAVIER IPAC		
DEPART HIPPIQUE							
Pathologie équine Clinique équine		O.LEPAGE	J.L.CADORÉ	A. LEBLOND A. BENAMOU-SMITH E. CAUVIN			
Expertise nécropsique			C.FLEURY				

A Monsieur le Professeur VANDENESCH
De la Faculté de Médecine de Lyon
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse
Hommages respectueux

A Monsieur le Professeur Angeli KODJO
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Qui nous a fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury de thèse
Pour son soutien et sa confiance
Profonde gratitude

A Madame le Professeur Marie-Pierre CALLAIT-CARDINAL
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Qui a très aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse
Sincères remerciements

A Monsieur le Docteur Vétérinaire Philippe GIBERT
Vétérinaire à l'Unité Sanitaire de la Faune de l'Office National de la Chasse et la Faune Sauvage
Qui nous a fait l'honneur d'encadrer ce travail
Et de participer à notre jury de thèse
Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et notre sympathie

A ma Maminouchette

A Arno, merci de partager avec moi ta passion pour la faune sauvage
et pour les Dieux qui ont des Bois sur la Tête

A mes parents, Timan et Tipol, qui m'ont soutenue tout au long
de ces études interminables

A Tilik et sa petite famille du pays des Chartreux

Au Frangibus, qui a eu le privilège de goûter au bonheur des captures

A toute ma famille, de Tontichon à Uncle Sab' en passant
par Antoine, le p'tit dernier

A mes colloc', Milie et Gégé

A Anne et Thomas, les jeunes mariés

A toutes les filles de mon groupe de clinique préféré

A Mumu, Lolo, Marion et Marjorie

A Antoinette, courage !

A l'équipe des « F-S 2001-2002 »

Et, bien sûr… aux chamois des Bauges

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier très sincèrement…

Jean-Michel Gaillard (directeur de recherche au CNRS à l'Université de Lyon 1) et **Michel Catusse** (délégué régional Rhône-Alpes de l'ONCFS) en tant que *responsables scientifiques* du programme.

Jean Hars et **Philippe Gibert** de l'*Unité Sanitaire de la Faune* de l'ONCFS, qui ont été à l'initiative du programme de recherche et en ont assuré la coordination administrative et technique, ainsi que **Jean-Roch Gaillet**, responsable de l'Unité Sanitaire de la Faune de l'ONCFS.

Dominique Gauthier, ancien directeur du LDAV de Savoie et directeur adjoint du laboratoire vétérinaire départemental de Gap, pour ses conseils, sa relecture attentive et ses remarques pertinentes.

Emmanuelle Fromont, maître de conférence à l'université Lyon 1, pour sa disponibilité et son aide précieuse dans l'analyse des résultats.

Jean-Michel Jullien, directeur adjoint de la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage des Bauges, pour son investissement dans le suivi sanitaire des ongulés sauvages sur le terrain et pour m'avoir permis de participer si souvent aux captures de chamois.

Pour le volet animaux domestiques :

- Les éleveurs dont les animaux montent en alpage dans la RNCFS des Bauges ou à sa proximité qui ont accepté de participer à l'enquête sérologique et, pour certains, de répondre à mes nombreuses questions.
- Les vétérinaires praticiens qui ont bien voulu effectuer les prélèvements de sang au cours de la campagne de prophylaxie 2000-2001 et qui m'ont toujours accueillie avec bienveillance.
- Les laboratoires d'analyses vétérinaires de Savoie et de Haute-Savoie qui ont traité les prélèvements et m'ont permis d'établir l'historique des avortements des animaux domestiques à partir de leurs archives.
- M. Perissin et M. Sennequier, respectivement techniciens à la Direction des Services Vétérinaires de Haute-Savoie et de Savoie, pour m'avoir permis de consulter les déclarations de transhumance en vue d'établir l'historique des maladies abortives et pour leur sympathie.
- Les GDS de Haute-Savoie et de Savoie, la Société d'Economie Alpestre de la Haute-Savoie et le Parc Naturel Régional des Bauges qui m'ont aussi apporté des renseignements sur les alpages des Bauges.

Pour le volet faune sauvage :

- Le personnel de l'ONCFS et les chasseurs qui ont réalisé les prélèvements sur les animaux capturés vivants ou abattus à la chasse.
- Marie-Eve Terrier de l'AFSSA Nancy qui m'a permis de consulter la base de données du réseau SAGIR.

Pour la bibliographie :

- L'AFSSA Sophia-Antipolis
- L'AFSSA Nancy
- Le Laboratoire d'Analyses Vétérinaires de Savoie
- Le laboratoire Intervet

SOMMAIRE

Introduction *9*
Première partie : Etude bibliographique *13*
Chlamydophilose abortive **15**
I. ETIOLOGIE 17
A/ Systématique 17
B/ Formes biologiques 19
C/ Cycle de développement 19
D/ Résistance dans le milieu extérieur 20
II. EPIDEMIOLOGIE 20
A/ Espèces sensibles 20
1. Ongulés 20
2. Autres animaux 21
3. Homme 22
B/ Modes de transmission 22
1. Matières virulentes 22
2. Transmission indirecte 22
3. Transmission directe 23
III. CLINIQUE 23
A/ Petits ruminants domestiques 23
1. Caprins 23
2. Ovins 24
B/ Bovins 24
C/ Ongulés sauvages 24
D/ Homme 25
IV. DIAGNOSTIC 25
A/ Diagnostic direct 25
1. Bactérioscopie 25
2. Isolement 26
3. Immunodétection 26
4. PCR 26
B/ Diagnostic indirect 26
1. Fixation du complément 26
2. Méthodes immunologiques 27
V. METHODES DE LUTTE 28
A/ Traitement 28
B/ Prophylaxie médicale 28
C/ Prophylaxie sanitaire 29
1. Contexte d'avortements 29
2. Dépistage des infectés chroniques 29
3. Prévention de l'infection chez l'Homme 29
Fièvre Q **31**
I. ETIOLOGIE 33
A/ Systématique 33
B/ Formes biologiques 33
C/ Cycle de développement 33
D/ Résistance dans le milieu extérieur 34
II. EPIDEMIOLOGIE 35
A/ Espèces sensibles 35
1. Ongulés 35
2. Autres animaux 36
3. Homme 38

B/ Modes de transmission 38
1. Matières virulentes 38
2. Transmission indirecte 39
3. Transmission directe 41
III. CLINIQUE 41
A/ Petits ruminants domestiques 41
1. Caprins 41
2. Ovins 42
B/ Bovins 42
C/ Ongulés sauvages 42
D/ Homme 42
IV. DIAGNOSTIC 43
A/ Diagnostic direct 43
1. Bactérioscopie 43
2. Immunodétection 44
3. Isolement 44
4. PCR 44
B/ Diagnostic indirect 44
1. Fixation du complément 44
2. Méthodes immunologiques 45
V. METHODES DE LUTTE 46
A/ Traitement 46
B/ Prophylaxie médicale 46
C/ Prophylaxie sanitaire 46
1. Contexte d'avortements 46
2. Dépistage des infectés chroniques 47
3. Prévention de l'infection chez l'Homme 47
Seconde partie : Etude épidémiologique dans la RNCFS des Bauges 49
Territoire d'étude 51
I. PRESENTATION 53
A/ Situation géographique 53
B/ Historique 53
C/ Découpage en zones d'études 53
II. ONGULES SAUVAGES 55
A/ Espèces présentes 55
B/ Suivi et gestion 55
C/ Effectifs 58
D/ Répartition spatiale 59
III. ONGULES DOMESTIQUES 60
A/ Espèces présentes 60
B/ Suivi et gestion 61
C/ Effectifs 61
D/ Répartition spatiale 62
Matériel et méthodes 65
I. ONGULES SAUVAGES 67
A/ Etude rétrospective des maladies abortives 67
1. Objectif 67
2. Données cliniques et anatomo-pathologiques 67
3. Données sur le succès de reproduction 68
4. Données sérologiques 68
B/ Enquête sérologique 69
1. Objectif 69
2. Animaux concernés 69
3. Réalisation des prélèvements 69

4. Acheminement des prélèvements 69
5. Nombre de prélèvements analysés 69
6. Maladies recherchées 71
C/ Enquête bactériologique 71
1. Objectif 71
2. Animaux concernés 71
3. Réalisation des prélèvements 71
4. Acheminement des prélèvements 71
5. Nombre de prélèvements analysés 71
6. Maladies recherchées 72
D/ Surveillance visuelle 72
II. ONGULES DOMESTIQUES 72
A/ Etude rétrospective des maladies abortives 72
1. Objectif 72
2. Historique des montées en alpage 72
3. Historique des avortements 73
4. Historique des analyses sérologiques 73
B/ Enquête sérologique 73
1. Objectif 73
2. Animaux concernés 73
3. Réalisation des prélèvements 74
4. Acheminement des prélèvements 74
5. Nombre de prélèvements analysés 75
6. Maladies recherchées 75
III. METHODES D'ANALYSE 77
A/ Analyses sérologiques 77
1. Chlamydophilose 77
2. Fièvre Q 77
3. Autres maladies 77
B/ Analyses bactérioscopiques et bactériologiques 78
C/ Analyses statistiques 78
Résultats 79
I. ONGULES SAUVAGES 81
A/ Etude rétrospective des maladies abortives 81
1. Données cliniques et anatomo-pathologiques 81
2. Données sur le succès de reproduction 82
3. Données sérologiques 82
B. Enquête sérologique 83
1. Chlamydophilose 83
2. Fièvre Q 87
3. Autres maladies 90
C. Enquête bactériologique 91
D. Surveillance visuelle 92
II. ONGULES DOMESTIQUES 92
A/ Etude rétrospective des maladies abortives 92
1. Historique des avortements 92
2. Historique des antécédents en chlamydophilose 93
3. Historique des antécédents en fièvre Q 95
B/ Enquête sérologique 97
1. Chlamydophilose 97
2. Fièvre Q 100
3. Autres maladies 102
III. COMPARAISON ONGULES SAUVAGES – ONGULES DOMESTIQUES . 102
A/ Enquête sérologique 102
1. Chlamydophilose 102

2. Fièvre Q 103
3. Autres maladies 103
B/ Etude rétrospective des maladies abortives 104
1. Chlamydophilose 104
2. Fièvre Q 105
3. Autres maladies 105
Discussion 109
I. ONGULES SAUVAGES 111
A/ Des traces sérologiques chez les ongulés sauvages 111
1. Chlamydophilose 111
2. Fièvre Q 112
3. Autres maladies 113
B/ Limites des investigations mises en place 113
1. Données cliniques et anatomo-pathologiques 113
2. Données sérologiques 115
3. Données bactériologiques et bactérioscopiques 116
4. Indice de reproduction 116
C/ Conclusion 117
II. ONGULES DOMESTIQUES 118
A/ Des infections avérées chez les ongulés domestiques 118
1. Chlamydophilose 118
2. Fièvre Q 119
3. Autres maladies 120
B/ Limites des investigations mises en place 120
1. Données sérologiques 120
2. Données sur les avortements 121
C/ Conclusion 122
III. POSSIBILITE D'UNE TRANSMISSION ENTRE ONGULES DOMESTIQUES ET SAUVAGES ? 123
A/ Maladies abortives chez les ongulés domestiques et les ongulés sauvages : des cycles épidémiologiques indépendants ? 123
1. Ongulés domestiques 123
2. Ongulés sauvages 124
3. Synthèse 125
B/ Conditions nécessaires à la transmission de maladies abortives des ongulés domestiques aux ongulés sauvages 125
1. Excrétion des agents pathogènes dans l'environnement 125
2. Cohabitation en alpage des ongulés domestiques et sauvages 126
3. Survie des agents pathogènes dans le milieu extérieur 128
4. Des espèces animales vecteurs mécaniques ou biologiques 128
C/ Conclusion 129
IV. PROPOSITIONS ET PERSPECTIVES 130
A/ Poursuite de la recherche 130
1. Ongulés sauvages 130
2. Ongulés domestiques 131
3. Transmission ongulés domestiques – ongulés sauvages 131
B/ Mesures de gestion 132
1. Ongulés sauvages 132
2. Ongulés domestiques 133
Conclusion 135
Bibliographie 139
Annexes 153

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : nomenclature du genre *Chlamydophila* (d'après Euzéby 1999b et 2001a).....18
Figure 2 : cycle de multiplication des *Chlamydophila* (d'après Barbeyrac & Bébéar 1997 et Rodolakis 1993)..19
Figure 3 : cinétique des anticorps d'un agent abortif après expulsion (Sanchis, 2002).....27
Figure 4 : cycle de multiplication simplifié de *Coxiella burnetii* (d'après Euzéby, 2001b).....34
Figure 5 : diversité des réservoirs et voies de transmission possibles de l'agent de la fièvre Q en France. Mode de transmission : A = par voie aérienne ; I = par ingestion ; T = par les tiques (Rousset *et al.* 2001).....40
Figure 6 : localisation de la RNCFS des Bauges.....53
Figure 7 : localisation des alpages et des pièges et découpage du territoire d'étude en quatre zones.....54
Figure 8 : cycle de reproduction des chamois (Corti 1992).....55
Figure 9 : cycle de reproduction des mouflons (Corti *et al.* 1994).....55
Figure 10 : localisations individuelles des chamois marqués de 1985 à 2002 (d'après Julien 2002).....60
Figure 11 : effectifs des animaux en alpage dans la RNCFS des Bauges et sa proche périphérie en 2000.....62
Figure 12 : distribution spatiale des activités pastorales.....63
Figure 13 : indice de reproduction des chamois et mouflons de 1985 à 2001.....82
Figure 14 : description de l'échantillon de sérums de chamois de 1980 à 2001.....83
Figure 15 : description de l'échantillon de sérums de mouflons de 1980 à 2001.....83
Figure 16 : résultats sérologiques des chamois et mouflons en chlamydophilose de 1980 à 2001 par titre.....84
Figure 17 : résultats sérologiques des chamois en chlamydophilose de 1980 à 2001 pour différents seuils.....84
Figure 18 : résultats sérologiques annuels des chamois en chlamydophilose de 1986 à 2001.....84
Figure 19 : indice de reproduction des chamois de 1986 à 2001 en fonction de la séroprévalence en chlamydophilose.....85
Figure 20 : résultats sérologiques des chamois en chlamydophilose en fonction du sexe de 1980 à 2001.....85
Figure 21 : séroprévalence en chlamydophilose des chamois par âge et par sexe au seuil 1/10 de 1980 à 2001..86
Figure 22 : proportion des titres en chlamydophilose des femelles chamois par tranche d'âge de 1980 à 2001..86
Figure 23 : sérologie chlamydophilose des chamois par zone pour différents seuils (années 1980 à 2001).....87
Figure 24 : résultats sérologiques des chamois et mouflons en fièvre Q de 1980 à 2001 par titre.....87
Figure 25 : résultats sérologiques des chamois en fièvre Q de 1980 à 2001 pour différents seuils.....87
Figure 26 : résultats sérologiques annuels des chamois en fièvre Q de 1986 à 2001.....88
Figure 27 : indice de reproduction des chamois de 1986 à 2001 en fonction de la séroprévalence en fièvre Q..88
Figure 28 : résultats sérologiques des chamois en fièvre Q en fonction du sexe de 1980 à 2001.....89
Figure 29 : séroprévalence en fièvre Q des chamois par âge et par sexe au seuil 1/10 de 1980 à 2001.....89
Figure 30 : proportion des titres en fièvre Q des femelles chamois par tranche d'âge de 1980 à 2001.....90
Figure 31 : sérologie fièvre Q des chamois par zone pour différents seuils (années 1980 à 2001).....90
Figure 32 : résultats sérologiques des chamois et des mouflons en SAO de 1980 à 2001 par titre.....91
Figure 33 : résultats sérologiques annuels des chamois en salmonellose abortive ovine de 1986 à 2001.....91
Figure 34 : nombre annuel d'avortements constatés de 1992 à 2001 dans les élevages se rendant en estive dans les zones 1-2-3-4.....93
Figure 35 : années pour lesquelles les ruminants domestiques ont un « antécédent » connu de chlamydophilose par zone avec hypothèse d'une présence du germe pendant 3 ans.....95
Figure 36 : années pour lesquelles les ruminants domestiques ont un « antécédent » connu de fièvre Q par zone avec hypothèse d'une présence du germe pendant 3 ans.....97
Figure 37 : sérologie chlamydophilose des animaux domestiques par titres.....98
Figure 38 : séroprévalence en chlamydophilose des animaux domestiques en alpage dans les zones 1-2-3-4 pour différents seuils de positivité.....98
Figure 39 : séroprévalence en chlamydophilose des bovins par zone pour différents seuils de positivité.....99
Figure 40 : séroprévalence en chlamydophilose des caprins par zone pour différents seuils de positivité.....99
Figure 41 : sérologie fièvre Q des animaux domestiques par titres.....100
Figure 42 : séroprévalence en fièvre Q des bovins et caprins en alpage dans les zones 1-2-3-4 pour différents seuils de positivité.....101
Figure 43 : séroprévalence en fièvre Q des bovins par zone au seuil de positivité 1/10.....101
Figure 44 : séroprévalence en fièvre Q des caprins par zone au seuil de positivité 1/10.....101

Figure 45 : sérologies comparées des chamois (de 1980 à 2001) et des ruminants domestiques (enquête 2000-2001) en chlamydophilose. 103
Figure 46 : sérologies comparées des chamois (de 1980 à 2001) et des ruminants domestiques (enquête 2000-2001) en fièvre Q. 103
Figure 47 : sérologies comparées des chamois (de 1980 à 2001) et des ruminants domestiques (enquête 2000-2001) en salmonellose abortive ovine. 104
Figure 48 : chronologie comparée des évènements concernant la chlamydophilose chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 1. 106
Figure 49 : chronologie comparée des évènements concernant la chlamydophilose chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 2. 106
Figure 50 : chronologie comparée des évènements concernant la fièvre Q chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 1. 107
Figure 51 : chronologie comparée des évènements concernant la fièvre Q chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 2. 107

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : résistance des chlamydies dans différents milieux d'après la littérature. 20
Tableau II : résistance de *Coxiella burnetii* d'après la bibliographie (Euzéby 2001b) 34
Tableau III : répartition des pièges utilisés pour capturer les ongulés sauvages dans les quatre zones d'étude... 56
Tableau IV : liste des filets tombants utilisés pour capturer les ongulés sauvages. 56
Tableau V : prélèvements sanguins réalisés sur les ongulés sauvages de la RNCFS des Bauges en 2000. 70
Tableau VI : prélèvements sanguins réalisés sur les ongulés sauvages de la RNCFS des Bauges en 2001. 70
Tableau VII : prélèvements sanguins réalisés sur les ongulés sauvages de la RNCFS des Bauges en 2000-01. . 70
Tableau VIII : années de consultation des déclarations de transhumance aux DDSV 73 et 74. 72
Tableau IX : nombre d'éleveurs et de vétérinaires ayant participé à l'enquête sérologique par département. 74
Tableau X : nombre de prélèvements sanguins reçus par les laboratoires d'analyse par espèce. 74
Tableau XI : maladies recherchées dans les troupeaux domestiques. 76
Tableau XII : nombre d'analyses sérologiques effectuées sur les ongulés domestiques. 76
Tableau XIII : avortements recensés par département et par espèce (zones 0-1-2-3-4). 92
Tableau XIV : troupeaux en estive dans les zones 1-2-3-4 ayant eu au moins trois avortements en un an. 93
Tableau XV : nombre d'avortements avec recherche de chlamydophilose et résultats (zones 0-1-2-3-4). 94
Tableau XVI : avortements potentiellement associés à une infection par *Chlamydophila abortus*. 94
Tableau XVII : ongulés domestiques positifs en chlamydophilose à l'occasion d'un dépistage sérologique. 94
Tableau XVIII : nombre d'avortements avec recherche de fièvre Q et résultats (zones 0-1-2-3-4). 96
Tableau XIX : avortements potentiellement associés à une infection par *Coxiella burnetii*. 96
Tableau XX : animaux positifs en fièvre Q à l'occasion d'un dépistage sérologique. 96
Tableau XXI : nombre d'élevages et d'animaux soumis au dépistage sérologique de la chlamydophilose. 97
Tableau XXII : troupeaux ayant des titres sérologiques en chlamydophilose supérieurs à 40. 98
Tableau XXIII : nombre d'éleveurs et d'ongulés domestiques considérés pour l'enquête chlamydophilose. 99
Tableau XXIV : nombre d'élevages et d'animaux soumis au dépistage sérologique de la fièvre Q. 100
Tableau XXV : troupeaux ayant des titres sérologiques en fièvre Q > 10 chez plus d'un animal. 100
Tableau XXVI : nombre d'éleveurs et d'ongulés domestiques considérés pour l'enquête fièvre Q. 101

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : localisations comparées des alpages et des chamois marqués dans les zones 1-2-3 entre 1985 et 2001
Annexe 2 : chronologie comparée globale des évènements concernant la chlamydophilose
Annexe 3 : chronologie comparée des évènements concernant la chlamydophilose en zones 1 et 2
Annexe 4 : chronologie comparée globale des évènements concernant la fièvre Q
Annexe 5 : chronologie comparée des évènements concernant la fièvre Q en zones 1 et 2
Annexe 6 : chronologie comparée des sérologies chamois en chlamydophilose, fièvre Q et SAO

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : acide désoxyribonucléique
AFNOR : association française de normalisation
AFSSA : agence française de sécurité sanitaire des aliments
AOC : appellation d'origine contrôlée
BD : *border disease* ou maladie des frontières
BVD : *bovine viral diarrhea*
CE : corps élémentaire
CEMAGREF : centre d'étude du machinisme agricole et du génie rural des eaux et forêts
CMR : capture-marquage-recapture
CR : corps réticulé
DDSV : direction départementale des services vétérinaires
DRAF : direction régionale de l'agriculture et de la forêt
ELISA : *enzyme-linked immunosorbant assay*
FC : fixation du complément
GDS : groupements de défense sanitaire
GPS : *global positioning system*
IBR : rhinotrachéite infectieuse bovine
IPI : infecté permanent immunotolérant
IFI : immunofluorescence indirecte
IgA, IgG, IgM : immunoglobulines A, G et M
LDAV : laboratoire départemental d'analyses vétérinaires
LIDAL : laboratoire interdépartemental d'analyse du lait
LPS : lipopolysaccharide
LVD : laboratoire vétérinaire départemental
MOMP : *major outer membran protein*
ONCFS : office national de la chasse et la faune sauvage
ONF : office national des forêts
PCR : *polymerase chain reaction*
PNR : parc naturel régional
RLFP : polymorphisme de longueur des fragments de restriction
RNCFS : réserve nationale de chasse et de faune sauvage
SAGIR : réseau national de surveillance sanitaire du gibier
SAO : salmonellose abortive ovine

Introduction

Chamois capturés : chevreau juste après la pause de son collier de marquage, devant sa mère dont les yeux sont cachés par une bonnette.

La faune sauvage est souvent accusée de jouer un rôle de réservoir de maladies pour les animaux domestiques et, inversement, les animaux domestiques sont fréquemment suspectés d'être responsables de la transmission d'agents pathogènes à la faune sauvage (Pastoret *et al.*, 1988 ; Gauthier *et al.*, 1991 ; Dabas, 1995 ; Bengis *et al.*, 2002 ; Artois *et al.*, 2002). Les zones d'élevage extensif, notamment les alpages, constituent un lieu privilégié d'interactions entre ongulés sauvages et domestiques. Elles peuvent par conséquent être source de conflits entre les éleveurs et les gestionnaires du milieu naturel, chacun rendant l'autre responsable des éventuels problèmes sanitaires rencontrés. Il apparaît donc essentiel d'obtenir des informations objectives sur le statut sanitaire des espèces qui fréquentent les pâturages et d'évaluer les risques de transmission d'agents pathogènes entre ces différentes espèces. C'est dans le cadre de cette problématique que le **programme de recherche « espaces protégés »** a été mis en place, en réponse à l'appel d'offre du Ministère chargé de l'Environnement.

L'objectif était d'étudier cinq maladies abortives non réglementées chez les ongulés sauvages et domestiques des **réserves nationales de chasse et de faune sauvage (RNCFS) de montagne** gérées par l'Office National de la Chasse et la Faune Sauvage (Bauges, Caroux et Orlu) et de proposer des applications pratiques en matière de gestion sanitaire des populations. Dans les RNCFS, les ongulés de montagne sont soumis à une surveillance sanitaire permanente (Gibert *et al.*, 1993), notamment par le biais d'analyses sérologiques réalisées à partir d'individus capturés vivants. Par contre, le statut sanitaire des troupeaux domestiques se rendant en alpage est en général méconnu. En effet, pour être autorisés à monter en estive, les troupeaux doivent uniquement être certifiés indemnes des maladies dites réglementées (tuberculose, brucellose et leucose bovine) ainsi que de l'agalaxie contagieuse pour les petits ruminants et de l'IBR (rhinotrachéite infectieuse bovine) pour les bovins dans certains alpages.

L'originalité de ce programme est, d'une part, de s'intéresser de façon simultanée à la santé des ongulés domestiques et sauvages et, d'autre part, de porter sur des **maladies abortives non réglementées**. La brucellose, seule maladie abortive soumise à une réglementation, est quant à elle étudiée par un autre programme de recherche (programme « cohabitation et transmission de pathogènes ») mené en parallèle au nôtre dans d'autres massifs alpins.

Le travail présenté ici s'inscrit dans le cadre du programme de recherche « espaces protégés » en se limitant à la **RNCFS des Bauges**. Dans cette réserve, quelques travaux ont déjà été menés pour évaluer le risque de transmission de pathogènes entre ongulés domestiques et sauvages (Nocture, 1986 ; Pinget, 1993 ; Durand, 1997), mais ils se sont intéressés uniquement aux macroparasites. Notre étude devait quant à elle porter, initialement, sur trois maladies bactériennes (la chlamydiose ou chlamydophilose abortive due à *Chlamydophila abortus*, la fièvre Q due à *Coxiella burnetii* et la salmonellose abortive due à *Salmonella Abortus ovis*), une affection parasitaire (la toxoplasmose due à *Toxoplasma gondii*) et deux maladies virales dues à des pestivirus (la BVD pour *Bovine Viral Diarrhea* qui affecte les bovins et la maladie des frontières ou *Border Disease* qui atteint les petits ruminants). Pour des raisons financières et épidémiologiques, il a par la suite été décidé de

s'intéresser surtout à la **chlamydophilose abortive** et la **fièvre Q** et secondairement aux autres maladies. En effet, les petits ruminants étant minoritaires dans les Bauges, l'étude de la salmonellose abortive ovine a plutôt été privilégiée dans la réserve du Caroux. Par ailleurs, la réserve d'Orlu a été choisie pour étudier de façon approfondie la toxoplasmose et les pestiviroses.

Nous avions pour objectifs de répondre aux interrogations suivantes :

- Quel est le statut sanitaire actuel des ongulés sauvages de montagne et des ongulés domestiques en alpage près de la réserve des Bauges vis à vis de ces maladies abortives ?
- Quel est l'historique de ces maladies chez les ongulés sauvages de montagne et les ongulés domestiques en alpage près de la réserve des Bauges ?
- Existe-il des possibilités de transmission de ces maladies entre les ongulés sauvages de montagne et les ongulés domestiques en alpage près de la réserve des Bauges ?

Pour tenter de répondre à ces questions, deux volets de travail ont été mis en place : un **volet « ruminants domestiques »** comprenant le recensement des troupeaux présents sur la zone, l'historique des évènements pathologiques dans ces troupeaux, la réalisation de sérologies sur les animaux recensés et une évaluation de leurs interactions spatiales avec les ongulés sauvages (ce dernier point a été étudié par Pilar-Izquierdo, 1998) et un **volet « ongulés sauvages »** devant inclure un bilan des sérologies réalisées antérieurement, un historique des évènements pathologiques connus, des prélèvements et des analyses complémentaires et une évaluation de l'impact des maladies sur la dynamique de population.

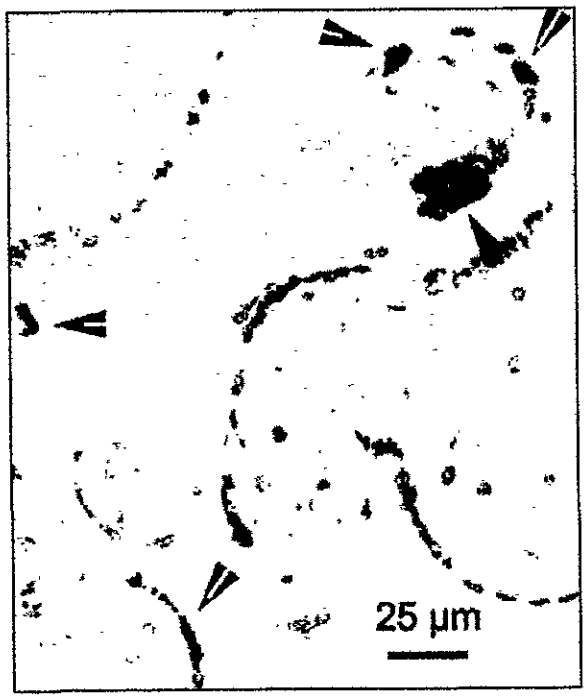
Après une synthèse rapide des connaissances sur la chlamydophilose abortive et la fièvre Q, nous présenterons successivement le territoire d'étude, le matériel et les méthodes utilisés et les résultats que nous avons obtenus pour les volets domestique et sauvage. Les résultats et les possibilités de transmission de ces maladies entre ongulés de montagne et ongulés domestiques en alpage seront ensuite discutés.

Nous tenons à préciser que cette thèse tient lieu de rapport technique pour l'Office National de la Chasse et la Faune Sauvage, ce qui explique pourquoi certaines informations relatives à la méthode et aux résultats pourront paraître excessivement détaillées aux lecteurs extérieurs au programme de recherche.

Première partie :
Etude bibliographique

Chlamydophilose abortive

Antigènes de *Chlamydophila* mis en évidence par méthode immuno-histologique (Pospischil *et al.*, 2002).



I. ETIOLOGIE

L'agent infectieux responsable de « l'avortement enzootique de la brebis » a été observé pour la première fois par Stamp *et al.* (1950) en Ecosse. Aujourd'hui, l'agent étiologique de cette maladie est connu sous le nom de *Chlamydophila abortus*, bactérie parasite intracellulaire obligatoire caractérisée par un cycle complexe propre à l'ordre des Chlamydiales (Euzéby, 1999b).

A/ Systématique

Les *Chlamydiales* sont des bactéries ubiquistes qui ont pu être mises en évidence chez des amibes, des crustacés, des poissons, des reptiles, des oiseaux et des mammifères. En 1999, la systématique de cet ordre a été modifiée, sur la base de données phylogénétiques, d'homologies ADN-ADN et de caractères phénotypiques (Everett *et al.*, 1999 ; Euzéby, 1999a). Actuellement, l'ordre des Chlamydiales regroupe quatre familles, dont celle des *Chlamydiaceae*, au sein de laquelle on distingue deux genres :

- le genre ***Chlamydia***, qui inclut l'espèce type de l'ancien genre du même nom (*C. trachomatis*) et deux nouvelles espèces (*C. muridarum* et *C. suis*) ;
- le genre ***Chlamydophila*** qui contient six espèces : *C. pecorum*, *C. pneumoniae*, *C. psittaci*, *C. abortus*, *C. felis*, et *C. caviae* (***figure 1***).

Le nouveau taxon *Chlamydophila abortus* regroupe des souches responsables d'avortement qui étaient auparavant incluses dans l'espèce *Chlamydia psittaci* (Euzéby, 1999b). Aujourd'hui, il faut donc parler de **chlamydophilose** et non plus de chlamydiose, pour être à jour avec la classification.

Les *Chlamydophila* étant des bactéries ubiquistes, une seule espèce est capable d'infecter plusieurs espèces animales et, à l'inverse, une même espèce animale peut être infectée par diverses espèces de *Chlamydophila*. Ainsi, plusieurs chlamydies peuvent être responsables de troubles de la reproduction chez les ruminants (Euzéby, 2001a) :

- *C. abortus* (espèce principale),
- *C. pecorum* (dont l'habitat usuel est l'intestin),
- *C. psittaci* (certaines souches du sérovar B étant responsables d'avortements chez les bovins).

Par la suite, lorsque nous parlerons de l'agent étiologique de la chlamydophilose abortive des ruminants, nous ferons essentiellement référence à ***C. abortus***.

Figure 1 : nomenclature du genre *Chlamydophila* (d'après Euzéby 1999b et 2001a).

ANCIENNE NOMENCLATURE GENRE CHLAMYDIA		NOUVELLE NOMENCLATURE GENRE CHLAMYDOPHILA	ESPECES SENSIBLES	ORGANES CIBLES POUVOIR PATHOGENE
Chlamydia psittaci	Souches responsables d'avortements	*Chlamydophila abortus*	Ruminants, Homme (cheval, carnivores, lapin, porc, souris, cobaye)	Placenta → *Avortements, mortalités néonatales*
	Souches responsables d'ornithose psittacose chez les oiseaux et l'Homme	*Chlamydophila psittaci*	Oiseaux, Homme Sérovar B : pigeons, bovins Sérovar WC : bovins	Ornithose/Psittacose → *troubles digestifs, respiratoires, nerveux…* Sérovar B → *avortements* Sérovar WC → *entérites*
	Souches responsables de conjonctivites du cobaye	*Chlamydophila caviae*	Cobaye	Conjonctive oculaire (placenta) → *conjonctivites*
	Souches isolées du chat	*Chlamydophila felis*	Chat (Homme : très rarement)	Conjonctive et muqueuse nasale → *conjonctivites et rhinites bénignes*
Chlamydia pneumoniae		*Chlamydophila pneumoniae*	Homme (biovar TWAR) Cheval (biovar Equin) Koala (biovar Koala)	→ *infections respiratoires* → *infections oculaires, génitales et respiratoires*
Chlamydia pecorum		*Chlamydophila pecorum*	Mammifères - ruminants, porcs, - koalas	Intestin → *avortements, conjonctivites, arthrites, encéphalomyélites, entérites, pneumonies* → *troubles de la reproduction et infections urinaires*

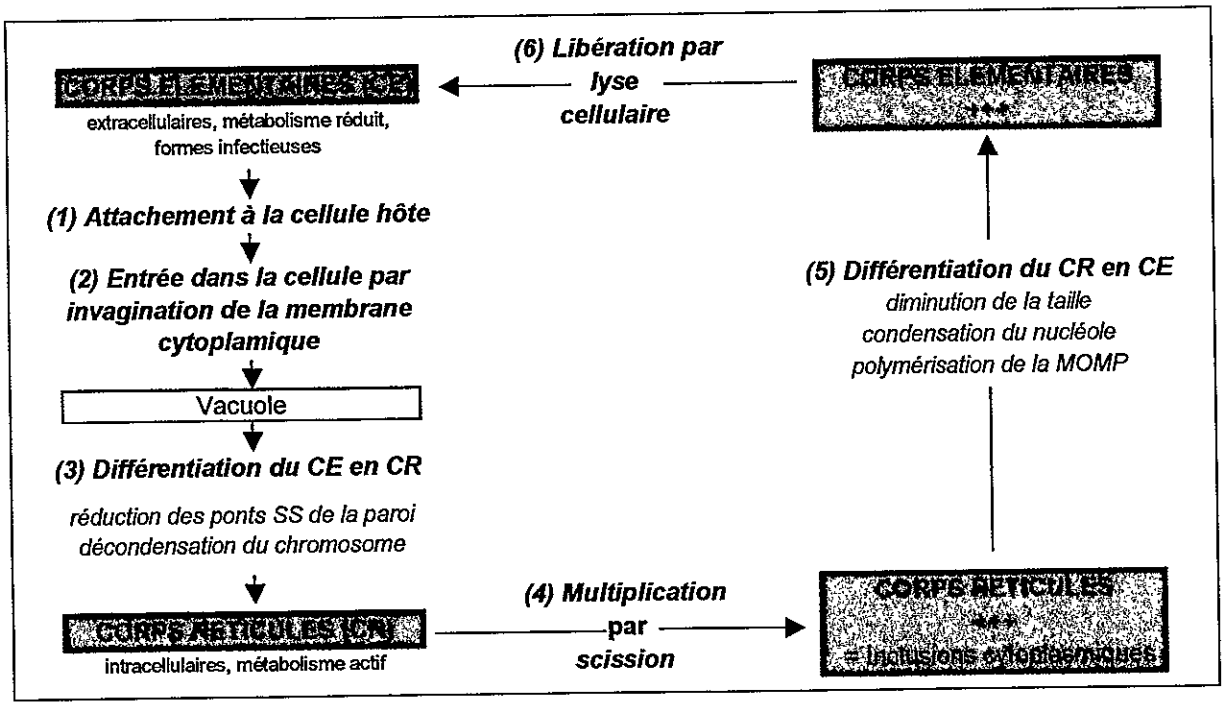
B/ Formes biologiques

Les chlamydies existent sous deux formes biologiques : le corps élémentaire (CE) et le corps réticulé (CR). Le **corps élémentaire** correspond à la forme infectieuse, incapable de se multiplier et adaptée au milieu extracellulaire. Il est de petite taille (200 à 400 nm de diamètre), dense aux électrons et possède une paroi rigide et épaisse proche de celle des bactéries à coloration de Gram négative sauf qu'elle ne contient pas de peptidoglycanes. La membrane externe comprend différentes protéines qui assurent sa rigidité et sa résistance au stress mécanique et osmotique (Barbeyrac & Bébéar, 1997). La plus importante est la protéine MOMP pour « *major outer-membran protein* » (De Sa, 1996). Le **corps réticulé,** qui n'est pas infectieux, est quant à lui adapté au milieu intracellulaire et constitue la forme métaboliquement active de la bactérie. Sa taille est plus grande (800 à 1000 nm) et sa paroi plus fine et plus souple. Il ne contient ni système de transport d'électron, ni cytochrome et dépend donc entièrement du métabolisme énergétique de la cellule (Rodolakis, 1993). A maturité, il se multiplie par scission binaire (Barbeyrac & Bébéar, 1997).

C/ Cycle de développement

Les chlamydies se multiplient dans le cytoplasme cellulaire par un cycle unique dans le monde bactérien (Rodolakis, 1993) pouvant être divisé en six étapes (*figure 2*).

Figure 2 : cycle de multiplication des *Chlamydophila* (d'après Barbeyrac & Bébéar 1997 et Rodolakis 1993).



L'événement majeur de la transformation du CE en CR est la modification de la structure de protéines membranaires, notamment la protéine MOMP, par réduction de ponts disulfures (De Sa, 1996). Il se produit également une décondensation du chromosome bactérien et une augmentation du nombre de ribosomes. Une fois commencée, la transformation du CE en CR est très rapide puisque la population bactérienne est presque

entièrement formée de CR 8 à 12 heures post-infection (Barbeyrac & Bébéar, 1997). Cette multiplication aboutit à la formation d'une microcolonie appelée **inclusion cytoplasmique**.

D/ Résistance dans le milieu extérieur

La survie des *Chlamydophila* dans le milieu extérieur est relativement courte, de l'ordre de quelques semaines d'après Aitken (1995). Ces bactéries sont particulièrement sensibles en milieu aqueux mais seraient plus résistantes dans du mucus (Cottin, 1990) et à des températures proches de zéro degré Celsius (Aitken, 1991). Quelques chiffres sur la résistance des chlamydies reviennent fréquemment dans la littérature (*tableau I*) mais ils doivent être considérés avec prudence car ils font référence à des expériences peu nombreuses, anciennes, qui n'ont jamais été renouvelées.

Milieu	Durée	Source
pâturage	6 mois	Tainturier *et al.*, 1980
fèces	plusieurs mois	Cottin, 1990
milieu sec	7 semaines	Bonal, 1980
milieu humide	6 mois	Bonal, 1980
placenta	4-5 jours	Bonal, 1980 ; Tainturier *et al.*, 1997a
urines	48 heures	Bonal, 1980 ; Tainturier *et al.*, 1997a

Tableau I : résistance des chlamydies dans différents milieux d'après la littérature.

II. EPIDEMIOLOGIE

La chlamydophilose est une des premières causes d'avortement chez les petits ruminants au Moyen-Orient, en Amérique du Nord, au Royaume-Uni et en Espagne (Linklater & Smith, 1993 ; Mainar-Jaime *et al.*, 1998). En France, cette maladie est rencontrée sur tout le territoire (Peretti, 1994) et serait la principale cause d'avortement des chèvres et des brebis dans le Sud-Ouest, le Massif Central et la région Provence Alpes Côte d'Azur (Rodolakis, 2000).

A/ Espèces sensibles

1. Ongulés

a) Ongulés domestiques

La chlamydophilose est une cause majeure d'avortements chez les **brebis** et les **chèvres** (Rodolakis, 2000). Chez les **bovins**, elle entraîne des avortements sporadiques en France mais d'allure épizootique aux Etats-Unis (Tainturier *et al.*, 1997a). Dans l'espèce porcine, des chlamydies ont aussi été mises en cause dans quelques avortements, mais de façon très anecdotique (Euzéby, 2001a).

Pour les ovins, il a été montré expérimentalement que les agnelles nées de mères infectées constituent un réservoir pour la bactérie car leur infection n'est pas décelable et les symptômes ne se manifestent qu'une fois que les jeunes femelles sont à leur tour gestantes (McEwen *et al.*, 1951 ; Wilsmore *et al.*, 1984 ; Rodolakis, 1994).

b) Ongulés sauvages

Concernant les ongulés de montagne, de nombreuses enquêtes sérologiques menées en France ont révélé la présence d'anticorps dirigés contre des chlamydies chez des **chamois**

(*Rupicapra rupicapra*) (Blancou & Barrat, 1983 ; Corti *et al.*, 1983; Barrat *et al.*, 1985 ; Cordier, 1991 ; Gauthier *et al.*, 1991 ; Rozo, 1995 ; Gavet, 1998), des **mouflons** (*Ovis gmelini*) (Arroyo, 1988 ; Cordier, 1991 ; Gauthier *et al.*, 1991 ; Rozo, 1995) et des **bouquetins des Alpes** (*Capra ibex*) (Blancou & Barrat, 1983 ; Bourgogne, 1990 ; Gauthier *et al.*, 1991 ; Hars & Gauthier, 1994 ; Rozo, 1995). Des traces sérologiques ont aussi été trouvées sur des **sangliers** (*Sus scrofa*), des **chevreuils** (*Capreolus capreolus*) et des **cerfs élaphes** (*Cervus elaphus*) (Blancou & Barrat, 1983 ; Barrat *et al.*, 1985 ; Peyre-Mandras, 1990 ; Gourreau *et al.*, 1993, Rozo, 1995). A l'étranger, des réactions sérologiques positives ont été rapportées sur d'autres espèces telles que le Daim (*Dama dama*) (Weber *et al.*, 1978 ; Cuteri *et al.*, 1999 ; Cubero-Pablo *et al.*, 2000), le Bouquetin des Pyrénées (*Capra pyrenaica*) (Cubero-Pablo *et al.*, 2000) et le Bison européen (*Bison bonasus*) (Kita & Anusz, 1991).

Les résultats de ces différentes études indiquent que des anticorps dirigés contre des bactéries de la famille des *Chlamydiaceae* sont retrouvés chez un grand nombre d'espèces d'ongulés sauvages, mais ils ne fournissent aucune indication sur les espèces de chlamydies à l'origine de ces réactions sérologiques. Ils permettent toutefois de conclure que des chlamydies circulent dans les populations d'ongulés sauvages sans qu'aucun événement pathologique majeur ni aucune mortalité anormale ne soient détectés.

2. Autres animaux

a) Animaux domestiques

Contrairement aux ruminants domestiques, le cheval semble peu réceptif aux chlamydophiloses, même si *Chlamydophila abortus* est quelquefois responsable d'avortement dans cette espèce (Euzéby, 2001a). Au contraire, le **chien** est probablement très réceptif aux *Chlamydophila* mais les infections chlamydiennes ont été peu étudiées dans cette espèce (Euzéby, 2001a). Des cas d'encéphalites, de pneumonies, d'entérites et d'avortements ont néanmoins été rapportés (Rodolakis, 1993) mais il est probable que les *Chlamydophila* en cause étaient plutôt d'origine aviaire (Gresham *et al.*, 1996). La chlamydophilose féline due à *Chlamydophila felis*, qui se manifeste par une conjonctivite et une rhinite, est par contre bien connue (Rodolakis, 1993 ; Euzéby, 1999b). Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer si le chat et le chien peuvent jouer ou non un rôle de réservoir pour *Chlamydophila abortus* (Tainturier *et al.*, 1980 ; Rodolakis *et al.*, 1998).

b) Animaux sauvages

Chlamydophila abortus a été observé chez des **rongeurs** et des **lagomorphes** parmi lesquels des souris, des cobayes et des lapins d'élevage (Euzéby, 2001a). Chez les oiseaux, les infections sont normalement dues à *Chlamydophila psittaci* (Euzéby, 2001a). Une souche de *C. abortus* a toutefois été isolée chez un **oiseau** marin dans une île subantarctique (Herrmann *et al.*, 2000), mais l'impact de cette espèce sur l'avifaune n'est pas connu à l'heure actuelle. Des recherches sont nécessaires pour évaluer le rôle d'éventuels réservoirs (oiseaux, rongeurs, autres mammifères sauvages) dans l'épidémiologie de cette maladie (Shewen, 1980 ; Tainturier *et al.*, 1980 ; Cottin, 1990 ; Aitken, 1995 ; Rodolakis *et al.*, 1998).

3. Homme

La chlamydophilose à *Chlamydophila abortus* a longtemps été considérée comme une zoonose mineure du fait de son incidence faible et de sa bénignité dans la plupart des cas (Rodolakis, 1994). Cependant, l'infection peut être grave si elle affecte une **femme enceinte** car la bactérie présente un tropisme pour le placenta humain (Buxton, 1986). La transmission à l'Homme se produit en général en cas de contact avec des brebis ou des chèvres au moment des mises bas (Rodolakis, 1994 ; Pospischil *et al.*, 2002 ; Seyedmehdi *et al.*, 2002).

B/ Modes de transmission

1. Matières virulentes

Les matières virulentes sont principalement les **excrétions génitales** et les **produits de mise bas** (Amin & Wilsmore, 1995). Les chlamydies ne sont pas excrétées dans le **lait** (Wilsmore, 1989 ; Jones & Anderson, 1989) mais celui-ci peut être souillé par les fluides de parturition. *Chlamydophila abortus* est présent en petite quantité dans l'**urine** plusieurs jours après l'avortement (Rodolakis, 2000). Une excrétion par voie biliaire puis fécale est possible mais serait peu importante et de courte durée. En effet, lors d'infection expérimentale, la présence du germe a été détectée dans les **fèces** de brebis pendant trois semaines (Amin & Wismore, 1995) alors que, en dehors des périodes de mise bas, seul *Chlamydophila pecorum* est détecté dans les fèces (Clarkson & Philips, 1997). En outre, une **excrétion vaginale** de chlamydies est observée chez les brebis infectées quelques jours avant et après l'ovulation (Papp *et al.*, 1994 ; Menzies & Miller, 1999 cité dans Seyedmehdi *et al.*, 2002).

2. Transmission indirecte

La transmission de la chlamydophilose se fait surtout de façon indirecte, lorsque des individus indemnes entrent en contact avec des matières virulentes qui souillent l'environnement. Les bactéries pourraient pénétrer dans l'organisme par voie digestive et respiratoire.

a) Ingestion

L'ingestion des matières virulentes présentes dans les pâtures ou les bâtiments serait la voie de contamination **la plus fréquente** dans les conditions naturelles. Les *chlamydophila* sont en effet capables de provoquer une infection chez des brebis après avoir été inoculées par voie orale (Wilsmore *et al.*, 1984). L'entrée des bactéries se ferait notamment au niveau des amygdales (Jones & Anderson, 1988) mais la multiplication des chlamydies serait aussi possible dans d'autres tissus épithéliaux et lymphoïdes (Amin & Wilsmore, 1995).

b) Inhalation

Les amygdales servant de porte d'entrée aux chlamydies, une contamination des animaux par voie respiratoire, à partir d'aérosols infectés, est également probable (Jones & Anderson, 1988). Des antigènes chlamydiens ont d'ailleurs été détectés dans des alvéoles et des bronchioles terminales de brebis (Amin & Wilsmore, 1995) mais les auteurs soulignent que les particules inhalées sont souvent éliminées avant d'atteindre le poumon profond et estiment qu'il est possible que les antigènes mis en évidence soient d'origine systémique.

c) Transmission par les tiques

Bien que suspecté pendant longtemps par certains auteurs (Kimsey *et al.*, 1982 cité dans Cottin, 1990), le rôle des tiques dans la transmission des *Chlamydophila* est aujourd'hui considéré comme peu probable (Rodolakis, 1994).

3. Transmission directe

a) Vénérienne

La transmission par voie sexuelle a pu être montrée expérimentalement dans le sens mâle-femelle sur des ovins (Appleyard *et al.*, 1985) et dans le sens femelle-mâle sur des caprins (Rodolakis, 1994). Des chlamydies ont en outre été isolées à partir de sperme de taureaux (Storz *et al.*, 1968) et de béliers (Rodolakis & Bernard, 1977). Les mâles issus d'un troupeau infecté pourraient par conséquent introduire l'infection dans un troupeau indemne. Cependant, d'après les études expérimentales, une grande quantité de chlamydies est nécessaire pour qu'une infection persistante s'établisse par voie sexuelle (Appleyard *et al.*, 1985) et il est peu probable que cette voie de transmission joue un rôle important dans la dissémination de la maladie.

b) Verticale

La transmission verticale est bien connue chez les ovins (Rodolakis, 1994) et les caprins (Matthews, 1999) et permet aux *Chlamydophila* de persister au sein du troupeau. Les jeunes femelles n'expriment l'infection que lors de leur première mise bas (Rodolakis *et al.*, 1998).

III. CLINIQUE

A/ Petits ruminants domestiques

La chlamydophilose se traduit chez les femelles par des **avortements** ou par la mise bas, prématurée ou à terme, de **jeunes chétifs** qui meurent rapidement ou s'élèvent avec difficultés (Rodolakis, 2000). Chez les mâles, une orchite accompagnée d'hyperthermie est possible mais, si l'atteinte est unilatérale, la production de sperme reste assurée par le testicule sain (Humbert, 1995). Sur le plan économique, les répercussions de cette maladie sont liées à la perte des jeunes et à une diminution de la production de lait. Après l'infection, l'immunité est bonne et il est exceptionnel qu'une femelle avorte deux fois.

1. Caprins

Dans un troupeau de chèvres, jusqu'à 60% des femelles gestantes peuvent avorter (Rodolakis *et al.*, 1998). En effet, l'incubation ne dure pas plus de deux semaines donc l'infection et l'**avortement** peuvent avoir lieu au cours d'une même gestation, même si l'infection est relativement proche du terme. Etant donné que l'excrétion de chlamydies est précoce dans cette espèce et peut débuter plus d'une semaine avant l'expulsion (Rodolakis *et al.*, 1984), les femelles infectées contaminent rapidement leurs congénères. De plus, l'inflammation de l'endomètre ayant un effet lutéolytique, les avortements peuvent se

produire à n'importe quel stade de la gestation (Matthews, 1999). Il apparaît ensuite un écoulement vulvaire brunâtre lié aux lésions congestivo-hémorragiques du placenta (Rodolakis, 1994 ; Tainturier *et al.*, 1980). En général, les chèvres se rétablissent rapidement, mais des complications telles que des métrites, des rétentions placentaires, des kérato-conjonctivites, des arthrites et des pneumonies sont parfois observées (Matthews, 1999 ; Rodolakis, 1987). Dans un troupeau infecté, une forte proportion d'avortements est observée pendant deux ou trois ans. Puis, la maladie prend une **allure cyclique**, avec des avortements sur 10% des femelles chaque année, jusqu'à ce qu'un nouvel épisode abortif se produise, caractérisé par des avortements chez toutes les chèvres âgées de un an (Rodolakis, 2001a).

2. Ovins

Chez la brebis, l'**avortement** survient deux à quatre semaines avant le terme (Matthews, 1999). En phase aiguë, 30% des femelles gestantes d'un troupeau peuvent avorter (Rodolakis *et al.*, 1998), mais les seules manifestations de la maladie sont parfois la naissance d'agneaux mort-nés (Tainturier *et al.*, 1980) ou une diminution apparente de la fertilité du troupeau du fait d'une résorption embryonnaire ou d'une momification du fœtus (Papp *et al.*, 1993). Après l'avortement, il se produit un écoulement vulvaire brun clair mais celui-ci est moins persistant que chez les chèvres (Rodolakis, 1994). Habituellement, les brebis se rétablissent rapidement après l'avortement et les cas de rétention placentaire sont rares. Des métrites sont néanmoins possibles et peuvent être mortelles dans un très petit nombre de cas (Rodolakis, 1994). Comme chez les caprins, des complications de type polyarthrite, kérato-conjonctivite et pneumonie sont possibles. Les atteintes respiratoires seraient notamment plus fréquentes chez les agneaux que chez les chevreaux (Humbert, 1995). Des mammites et des encéphalites sont très rarement observées (Amin & Wilsmore, 1995).

B/ Bovins

Des infections expérimentales ont permis de montrer que l'avortement n'est pas de règle lors d'infection chlamydienne chez les bovins (Raymond, 1984), chez lesquels *Chlamydophila abortus* provoque surtout des problèmes d'**infertilité** avec retour en chaleur tardif et des **métrites** (Rodolakis, 1994). Des avortements peuvent quand même être observés, notamment dans des élevages de vaches laitières où sévissent des métrites en série (Tainturier *et al.*, 2000). Les complications post-abortives et les symptômes généraux sont très rares (Rodolakis, 1994) même si des entérites, des arthrites et des troubles respiratoires sont possibles chez les veaux de moins de deux semaines (Moreau, 2000). Chez les taureaux, des orchites aiguës et des orchi-épididymites chroniques ont été rapportées (Tainturier *et al.*, 1997a).

C/ Ongulés sauvages

Aucune description d'avortement chlamydien survenu chez un ongulé sauvage n'a pu être trouvée lors de nos recherches bibliographiques. Une suspicion, non publiée, aurait toutefois été émise récemment sur un ongulé de montagne (Gauthier, comm. pers.).

Par contre, il a été montré chez le Cerf (*Cervus elaphus*) que des chlamydies d'origine ovine sont très pathogènes lors d'inoculation expérimentale dans l'appareil respiratoire

(McMartin *et al.*, 1979 cité dans Lanfranchi *et al.*, 1985). Par ailleurs, plusieurs épidémies mettant en cause des chlamydies ont été rapportées aux Etats-Unis, notamment sur des mouflons des Rocheuses (*Ovis canadensis*) atteints de polyarthrite ou de kérato-conjonctivite (Whittington, 2001 ; Meagher *et al.*, 1992). Enfin, un cas clinique de chlamydophilose a été observé en 1985 chez un springbok (*Antidorcas marsupialis*) élevé dans une ferme d'Afrique du Sud et issu d'un troupeau dont les individus, jeunes et adultes, présentaient des troubles nerveux graves (Van Der Lugt & Kriek, 1988). Un examen anatomo-pathologique effectué sur un animal âgé de trois mois avait montré des lésions de néphrite interstitielle, de pneumonie, d'encéphalomyélite et de méningite et des colonies très évocatrices de chlamydies avaient pu être observées. L'identification précise de la bactérie en cause n'avait pas été tentée, mais il est probable que ces symptômes avaient été provoqués par une chlamydie appartenant à une espèce autre que *Chlamydophila abortus*.

D/ Homme

Chez les femmes enceintes, l'infection par *Chlamydophila abortus* peut être grave et provoquer une naissance prématurée, un avortement ou une mortinatalité (Euzéby, 2001a ; Pospischil *et al.*, 2002). Elle se manifeste sous la forme de fièvre puis de céphalées, de nausées, de vomissements, de photophobie et de maux de gorge (Euzéby, 2001a ; Buxton, 1986). Des troubles de la circulation, une thrombocytopénie, des dysfonctionnements hépatiques et rénaux et des myocardites ont aussi été décrits (Buxton, 1986). Des complications sévères sont parfois observées malgré la mise en place de soins intensifs (Rodolakis, 1994).

IV. DIAGNOSTIC

Après un avortement, un examen de laboratoire est indispensable pour établir un diagnostic de chlamydophilose abortive car les lésions macroscopiques ne sont pas spécifiques. Le diagnostic peut s'appuyer sur des méthodes directes ou indirectes : les premières permettent d'établir un diagnostic individuel, alors que les secondes ont pour objectif d'évaluer le statut sanitaire d'individus vivants dans une collectivité (Euzéby, 2001a). Ces deux méthodes sont employées de façon complémentaire après un épisode d'avortements.

A/ Diagnostic direct

La recherche directe des chlamydies s'effectue à partir de prélèvements devant être réalisés le jour de l'avortement pour la vache et la brebis et dans les trois jours pour la chèvre (Euzéby, 2001a). En pratique, ces prélèvements sont souvent effectués par le vétérinaire sanitaire le lendemain de l'avortement, dans le cadre de la police sanitaire de la brucellose. Différents types d'examen peuvent être utilisés.

1. Bactérioscopie

Cet examen consiste à rechercher les *Chlamydophila* au microscope optique à immersion (grossissement 100) après coloration d'un calque de cotylédon ou d'un frottis réalisé sur le placenta ou le vagin de la femelle. Le contenu stomacal de l'avorton ou un

calque effectué sur le foie ou le poumon de celui-ci conviennent également. Les colorations utilisables sont celles de Stamp, de Gimenez, de Machiavello et de Ziehl-Neelsen modifiée (Rodolakis, 1998 ; Seyedmehdi *et al.*, 2002). Les chlamydies apparaissent comme des éléments légèrement coccoïdes isolés ou regroupés en amas. Cette technique est cependant peu sensible et peu spécifique car d'autres bactéries sont également visibles avec ces colorations (Rodolakis & Bouvery, 2000).

2. Isolement

L'isolement sur œuf embryonné est la méthode de référence dont la spécificité est proche de 100%. Néanmoins, elle est très peu utilisée en laboratoire vétérinaire car, d'une part, elle est difficile à standardiser et à mettre en œuvre, d'autre part, les résultats sont très dépendants de la qualité de réalisation et de conservation du prélèvement (Euzéby, 2001a ; Sanchis, 2002) car les chlamydies sont très fragiles et survivent difficilement (Rodolakis, 1998).

3. Immunodétection

Les techniques d'immuno-fluorescence ou immuno-enzymatiques s'avèrent plus sensibles que l'isolement en médecine vétérinaire (Euzéby, 2001a). Des kits utilisant des anticorps monoclonaux et révélant un antigène commun à la famille des Chlamydiaceae peuvent être utilisés, comme par exemple le test « Clearview Chlamydia » (Wilsmore & Davidson, 1991 ; Saint Agne *et al.*, 1992). Ces techniques ont une forte spécificité quand elles sont effectuées sur des prélèvements vaginaux et ont l'avantage de ne pas nécessiter la survie des bactéries.

4. PCR

Il existe un kit humain permettant d'amplifier une séquence commune à toutes les *Chlamydophila*. L'espèce est ensuite identifiée par RFLP (polymorphisme de longueur des fragments de restriction). Cette recherche est effectuée à partir de frottis vaginaux ou d'un broyat de placenta. C'est une technique très sensible puisqu'elle permet de détecter une à dix chlamydies (Black, 1997 cité dans Rodolakis, 1998). Il existe toutefois un risque de faux négatifs en présence d'inhibiteurs et de faux positifs en cas d'erreur de manipulation (Euzéby, 2001a).

B/ Diagnostic indirect

Après un avortement, les prélèvements de sang en vue d'un diagnostic sérologique doivent être effectués sur une dizaine de sérums d'animaux ayant récemment avorté ou mis bas normalement. **Quand le diagnostic est positif, tout le troupeau est considéré positif** (Rodolakis & Bouvery, 2000). Le moment le plus adapté pour le diagnostic sérologique se situe trois semaines après la mise bas.

1. Fixation du complément

La fixation du complément est une méthode à sensibilité et spécificité moyennes. En effet, elle ne détecte que certaines classes d'immunoglobulines et reconnaît mal les IgG2 et les IgM, d'où une sensibilité moins bonne par rapport à l'immunofluorescence ou la technique

ELISA (Cottin, 1990). La spécificité est limitée car l'antigène utilisé, lié au lipopolysaccharide de la paroi, est commun à toute la famille des Chlamydiaceae (Euzéby, 2001a). Il n'y a donc *a priori* pas de différence possible entre des animaux infectés par *C. abortus* et des animaux porteurs de *C. pecorum*, même si l'existence de ces réactions croisées est discutée par certains auteurs (Philips & Clarkson, 1998). Des faux positifs seraient aussi possibles par réaction croisée avec des bactéries à Gram négatif telles que les entérobactéries (Euzéby, 2001a).

Le **titre 80** (qui correspond à la dilution 1/80 du sérum) est retenu comme dilution limite au-delà de laquelle un diagnostic d'avortement à *Chlamydophila* ou d'infection évolutive peut être établi lors d'un examen de groupe (norme AFNOR U 47-006). Des réactions positives entre les dilutions 1/10 et 1/40 ne sont pas significatives d'infection évolutive mais indiquent une infection latente.

En fait, ces seuils sont applicables quand le test est réalisé dans les trois semaines qui suivent la mise bas ou l'avortement. En dehors de ce cas particulier, il faut se rapporter à des courbes de référence sur la cinétique des anticorps (*figure 3*). En effet, la quantité d'anticorps diminue rapidement après un épisode de chlamydophilose abortive. En dehors des périodes d'expulsion, les titres sérologiques subissent des fluctuations dans le temps mais sont globalement faibles (Raymond, 1984). Par conséquent, la distinction entre une chlamydophilose abortive ancienne et une infection intestinale chronique par *C. pecorum* n'est pas possible (Rodolakis, 1998). De même, les mâles et les jeunes infectés, qui ne synthétisent des anticorps qu'à des titres faibles, ne peuvent pas être détectés par sérologie avec la méthode de fixation du complément (Matthews, 1999).

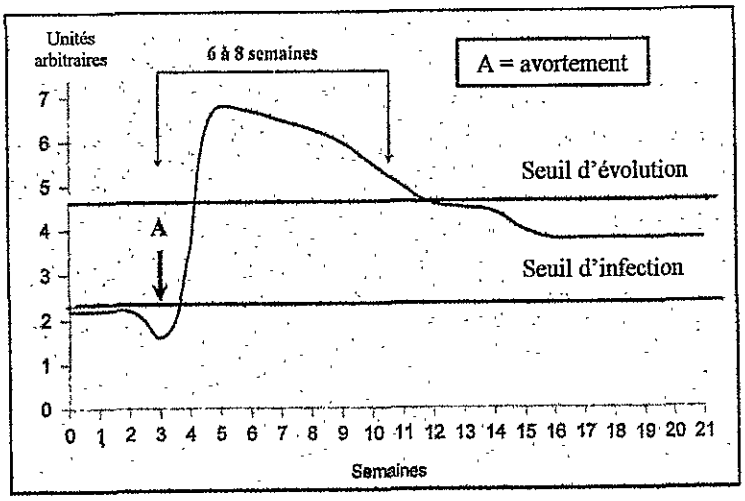


Figure 3 : cinétique des anticorps d'un agent abortif après expulsion (Sanchis, 2002).

2. Méthodes immunologiques

Les techniques immunologiques sont plus sensibles que la fixation du complément et présentent l'avantage de pouvoir être utilisées sur des sérums anti-complémentaires (Rodolakis & Bouvery, 2000). Un kit ELISA, basé sur un antigène recombinant qui exprime une partie d'une protéine de 80-90 kDa est actuellement commercialisé et permet de différencier *Chlamydophila abortus* et *Chlamydophila pecorum* (Buendia *et al.*, 2001 ; Rodolakis *et al.*, 1995 cité dans Rodolakis, 2001a).

V. METHODES DE LUTTE

A/ Traitement

Les tétracyclines, les macrolides et apparentés et les fluoroquinolones sont des antibiotiques efficaces sur les chlamydies. En cas de vague d'avortements dans un troupeau, le traitement concerne les femelles encore gestantes. En effet, le traitement antibiotique a pour objectif de **limiter le nombre d'avortements** mais il **n'a pas d'action sur l'excrétion** des bactéries à la mise bas, ni sur le niveau d'infection dans le troupeau. Chez les brebis, deux injections intramusculaires de tétracycline retard (20 mg/kg) doivent être effectuées à 15 jours d'intervalle pendant le dernier mois de gestation (Rodolakis, 2000). Chez les chèvres, Matthews (1999) préconise le traitement des femelles gestantes pendant 10 jours avec des tétracyclines, en changeant les animaux de pâture en milieu de traitement. Pour les laitières, la posologie indiquée est de 20 mg/kg d'oxytétracycline longue action tous les 3 jours.

Par contre, l'antibio-prophylaxie par recours annuel aux tétracyclines est déconseillé car la vaccination se montre plus efficace pour diminuer à la fois les avortements et l'excrétion des bactéries dans le milieu extérieur (Mawhinney *et al.*, 1998).

B/ Prophylaxie médicale

En France, l'autorisation de mise sur le marché des vaccins disponibles concerne uniquement l'espèce ovine, mais ils sont souvent utilisés également chez les caprins. Les vaccins vivants commercialisés sont *Ovilis-Chlamydia.ND* (Intervet) et *Tecvax-Chlamydia.ND* (Vétoquinol). Ce sont les seuls vaccins efficaces pour protéger les individus naïfs vis à vis d'une infection par *C. abortus*. En effet, les vaccins inactivés, tels que *Chlamyvax-FQ.ND* (Mérial), permettent seulement de diminuer l'incidence des avortements mais n'empêchent ni le portage, ni l'excrétion des *Chlamydophila* (Euzéby, 2001a ; Rodolakis, 2000 ; Rodolakis & Bouvery, 2000).

L'objectif de la vaccination est de **prévenir l'infection des brebis naïves** : les vaccins vivants garantissent la protection des individus indemnes de la maladie et préviennent donc les risques de portage et d'excrétion de bactéries dans un troupeau initialement non infecté (Euzéby, 2001a). Une seule injection, effectuée un mois avant la lutte (Casamitjana, 1997 ; Peretti, 1994) protège les brebis pendant trois gestations successives. En pratique, si l'ensemble du troupeau est vacciné d'emblée, seuls les animaux de renouvellement ont besoin d'être vaccinés ensuite (Rodolakis, 2000).

Toutefois, **sur les brebis déjà infectées, les vaccins vivants n'ont aucune action car ils ne modifient pas l'évolution de la maladie**. Des avortements chlamydiens sont donc possibles dans un troupeau ovin vacciné, de même que la mise bas d'agnelles infectées qui avorteront une fois adultes. Tant que ce type d'animaux persiste, **l'infection est maintenue dans le troupeau en dépit de la vaccination**. Comme il n'est pas possible de dépister des animaux infectés dans un troupeau vacciné, il est impossible de savoir à quel moment la vaccination peut être arrêtée sans risque d'avortement (Rodolakis, 2000 ; Matthews, 1999).

C/ Prophylaxie sanitaire

1. Contexte d'avortements

Dans un contexte d'avortement, un certain nombre de mesures de prophylaxie sanitaire doivent systématiquement être mises en place afin de limiter la contamination du troupeau à partir des femelles infectées. Les mesures à appliquer sont les suivantes : séparer les femelles en fonction de leur stade de gestation, isoler les femelles allant mettre bas ou ayant avorté, ramasser et détruire les produits de mise bas et avortons, désinfecter la zone, se laver les mains et se changer avant de manipuler des animaux indemnes (Aitken, 1991). En fait, ces mesures seraient surtout efficaces en troupeau ovin. Chez les caprins, la prophylaxie sanitaire est plus difficile car l'excrétion des *Chlamydophila* commence quelques jours avant l'expulsion (Rodolakis, 1994).

L'isolement des femelles venant d'avorter doit être maintenu jusqu'à ce que l'excrétion de chlamydies cesse, soit pendant un minimum de deux semaines pour les caprins (Matthews, 1999) et de deux à trois semaines chez les bovins (Tainturier *et al.*, 1997b). Certains auteurs préconisent de plus d'abattre les chevreaux viables nés de mères infectées (Matthews, 1999).

2. Dépistage des infectés chroniques

Certains animaux infectés chroniques seraient responsables d'une excrétion intermittente de *Chlamydophila abortus* (Euzéby, 2001a). En effet, les chlamydies resteraient à l'état latent dans l'organisme, probablement dans les cellules du vagin, de l'oviducte ou de l'endomètre (Papp & Shewen, 1996). Le cycle de développement des chlamydies deviendrait alors incomplet et la libération de corps élémentaires serait intermittente (Ward, 1995). Des changements hormonaux ou un autre facteur encore non identifié, pourraient déclencher une réactivation et permettre la colonisation des cellules trophoblastiques du placenta, entraînant de nouveaux avortements (Huang *et al.*, 1990).

Pour éviter l'introduction d'individus infectés chroniques dans un troupeau, il faut éviter les animaux issus de troupeaux dont le statut sanitaire n'est pas connu. Cependant, un dépistage sérologique au moment de l'achat n'est pas fiable car, en dehors de la période post-partum, les titres en anticorps sont peu élevés. De plus, un résultat sérologique négatif n'est pas significatif pour un individu isolé (Casamitjana, 1997 ; Euzéby, 2001a). Il faudrait donc qu'un système de qualification des troupeaux soit mis en place à l'échelle régionale ou nationale.

Dans les troupeaux infectés, la recherche de porteurs asymptomatiques au moment des chaleurs pourrait peut-être améliorer la gestion de cette maladie car des travaux expérimentaux ont montré que les brebis porteuses de l'infection sont souvent détectables uniquement en période pré-ovulatoire (Papp *et al.*, 1994).

3. Prévention de l'infection chez l'Homme

Les femmes enceintes, quel que soit leur stade de grossesse, doivent éviter de fréquenter les élevages durant la période des parturitions même si le troupeau est vacciné (Thibon *et al.*, 1996) et ne doivent pas manipuler de vaccins vivants. Par précaution, elles doivent aussi

éviter de consommer du lait non pasteurisé (Matthews, 1999). D'une façon générale, les personnes assistant à des mises bas, des dystocies ou des avortements doivent porter un masque et des gants de latex pour limiter leur exposition aux excrétions utérines (Seyedmehdi *et al.*, 2002). Enfin, l'avorton et le placenta infectés doivent être éliminés rapidement pour éviter d'être piétinés.

Fièvre Q

Coxiella burnetii vu au microscope électronique à transmission (Fournier *et al*, 1998).

I. ETIOLOGIE

La fièvre Q (« *Query fever* ») est due à *Coxiella burnetii*, une bactérie intracellulaire obligatoire dont la paroi est similaire à celle des bactéries à coloration de Gram négative.

A/ Systématique

Dans le « *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* », *Coxiella burnetii* est placé dans l'ordre des Rickettsiales, la famille des *Rickettsiaceae* et la tribu des *Rickettsieae* (Euzéby, 2001b). Une autre classification, basée sur des analyses d'ARN, a été proposée et rapproche cette bactérie du genre *Legionella* (Raoult & Marrie, 1995). Le genre *Coxiella* ne renferme qu'une seule espèce : *Coxiella burnetii*, mais plusieurs souches sont distinguées en fonction des variations génétiques de l'ADN génomique ou plasmidique. Ces variations seraient en rapport avec l'origine géographique des souches mais pas avec leur pouvoir pathogène (Euzéby, 2001b).

B/ Formes biologiques

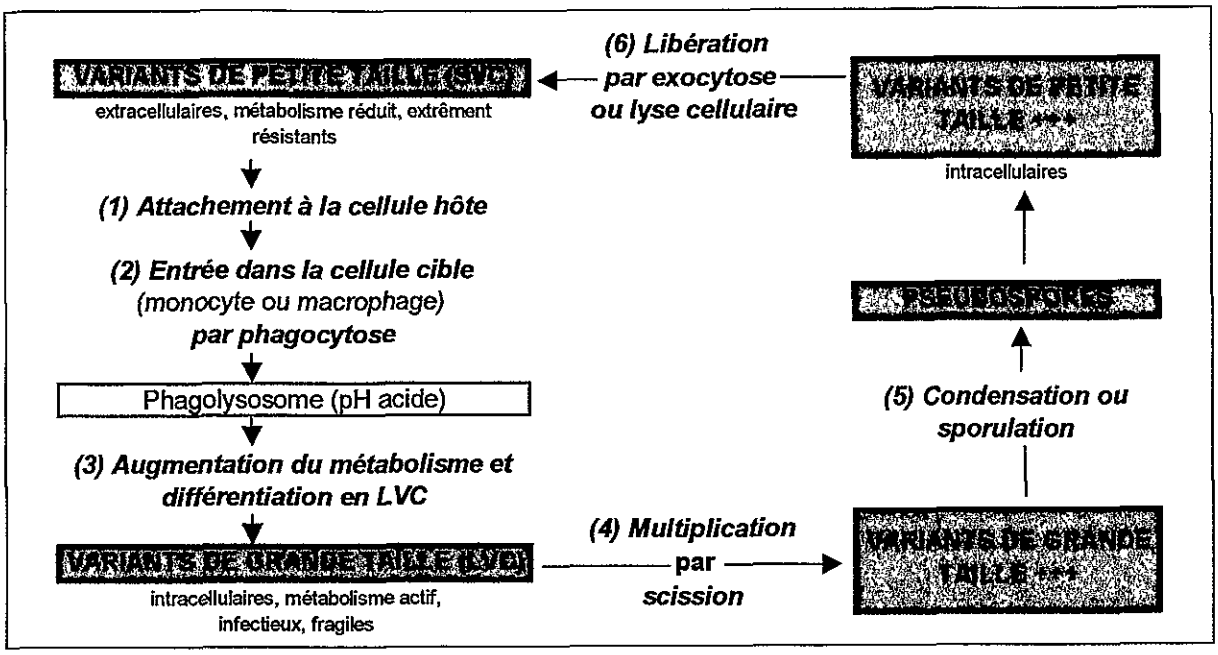
Une même souche de *Coxiella burnetii* existe sous deux phases qui correspondent plus ou moins aux phases lisse et rugueuse des entérobactéries. Les bactéries en **phase I** sont isolées à partir des différents hôtes animaux. Elles possèdent un LPS (lipopolysaccharide) complet et sont capables de survivre à l'intérieur des phagolysosomes après phagocytose. Leur pouvoir infectieux est très important. Au laboratoire, les *Coxiella* en **phase II** sont obtenues après plusieurs passages sur œuf embryonné ou sur culture cellulaire. Elles possèdent un LPS incomplet et certaines protéines de la membrane externe sont manquantes du fait d'une délétion chromosomique importante lors du passage de la phase I à la phase II (Maurin & Raoult, 1999). Cette délétion spontanée se produit à haute fréquence (Rousset *et al.*, 2001). Le changement de phase existe aussi chez les hôtes infectés mais seules les bactéries en phase I sont infectieuses pour les cellules cibles.

C/ Cycle de développement

Les *Coxiella* existent sous deux formes morphologiques : les variants de petite taille ou SCV (pour *Small Cell Variant*) et ceux de grande taille ou LCV (pour *Large Cell Variant*). Les **variants de petite taille** correspondent aux formes végétatives, extracellulaires, dont le métabolisme est réduit. Comme leur nom l'indique, ils sont de taille restreinte (0,2 sur 0,5 µm). Leur matériel nucléaire est condensé et ils possèdent un espace périplasmique dense, formé de protéines et de fragments de peptidoglycanes, à l'origine de leur grande résistance dans le milieu extérieur (Euzéby, 2001b ; Rousset *et al.*, 2000). Les **variants de grande taille** sont des bactéries dont la taille atteint 2 µm, fragiles, pléomorphes, qui possèdent une membrane similaire à celle des bactéries à Gram négatif et dont le nucléoïde est dispersé. Ils sont responsables de la dissémination de l'infection dans l'organisme parasité (Euzéby, 2001b ; Rousset *et al.*, 2000) et seraient capables de se différencier en une **pseudospore** libérée par lyse cellulaire ou par exocytose (Euzéby, 2001b ; Rousset *et al.*, 2000). Ce concept

de pseudospore n'est toutefois pas admis par tous les auteurs. Le cycle de multiplication de *Coxiella burnetii* est résumé dans la *figure 4*.

Figure 4 : cycle de multiplication simplifié de *Coxiella burnetii* (d'après Euzéby, 2001b).



D/ Résistance dans le milieu extérieur

Coxiella burnetii possède une résistance exceptionnelle aux agents physiques et chimiques. Il est en effet capable de survivre plusieurs mois dans le milieu extérieur dans des déjections de tiques, des matières fécales desséchées, des produits de mise bas, des vêtements souillés... Ce germe supporte également de fortes variations de pH et de température et résiste aux rayons ultraviolets et aux ultrasons. En outre, il résiste à divers antiseptiques et désinfectants (formol 5%, phénol 1%, hypochlorite 0,5%) mais il peut être détruit avec de l'éther, du chloroforme 5%, de l'éthanol 70% ou du formol 10% (Euzéby, 2001b) et par ébullition (Tainturier *et al.*, 1980). De nombreuses données sont trouvées dans la littérature sur la résistance de cet agent infectieux (*tableau II*). Cependant, ces valeurs sont le résultat d'expériences anciennes qui n'ont pas été renouvelées depuis. Il serait intéressant que les études sur la résistance de cette bactérie soient réactualisées avec les moyens de recherche modernes.

Contrainte physique ou milieu	Durée
-20°C	>2 ans
60°C	1 heure
63°C	30 minutes
rayons ultra-violets	30 minutes
lait écrémé conservé à température ambiante	>40 mois
excréments de tiques	586 jours
laine à 20°C	7-9 mois
sang de cobaye desséché conservé à T ambiante	182 jours
urines	49 jours
viande conservée à +4°C	>1 mois
crachats	30 jours
eau	>7 jours

Tableau II : résistance de *Coxiella burnetii* d'après la bibliographie (Euzéby 2001b)

Expérimentalement, il a été démontré que *Coxiella burnetii* est capable de survivre dans des vacuoles à l'intérieur d'amibes, ce qui pourrait contribuer à la résistance de cette bactérie dans le milieu extérieur ainsi qu'à sa réplication et sa distribution dans l'environnement (La Scola & Raoult, 2001).

II. EPIDEMIOLOGIE

La fièvre Q est présente dans tous les pays du monde où elle a été recherchée (Rousset *et al.*, 2001 ; Maurin & Raoult, 1999) à l'exception de la Nouvelle Zélande (Worthington, 2001 ; Greenslade *et al.*, 2003). Dans certains pays tels que la France (Norlander, 2000 ; Rousset *et al.*, 2001) ou le Canada (Lang, 1989), la fièvre Q est considérée comme une maladie émergente car le nombre de cas humains diagnostiqués augmente. En fait, il s'agit probablement d'un reflet des efforts mis en place dans ces pays pour le diagnostic de cette infection et certains auteurs vont jusqu'à dire que « la fièvre Q suit les rickettsiologistes » (Raoult & Marrie, 1995).

En France, la fréquence de l'infection animale par *Coxiella burnetii* est relativement méconnue et peu de données récentes sont disponibles (Rousset *et al.*, 2001). Néanmoins, la maladie est considérée comme très fréquente chez les ruminants domestiques (Tainturier *et al.*, 2000). Elle est probablement sous diagnostiquée non seulement chez l'animal (Rodolakis, 2001b) mais aussi chez l'Homme (Rousset *et al.*, 2001). Des études épidémiologiques menées par le Centre de Référence National des Rickettsioses ont permis de recenser 1018 cas de fièvre Q chez l'Homme de 1985 à 1995 (Tissot-Dupont *et al.*, 1999).

A/ Espèces sensibles

La coxiellose est très répandue dans les cheptels domestiques partout dans le monde (Maurin & Raoult, 1999). Les ruminants domestiques constituent le principal réservoir de la bactérie (Gardon *et al.*, 2001 ; Rousset *et al.*, 2001 ; Raoult & Marrie, 1995), mais beaucoup d'autres espèces animales ont aussi été mises en cause. Selon Rousset *et al.* (2001), deux cycles infectieux pourraient exister de façon autonome : un **cycle domestique** (ruminants, chats, chiens) et un **cycle sauvage** (rongeurs, lapins, oiseaux).

1. Ongulés

a) Ongulés domestiques

En France, l'importance des **ovins** dans l'épidémiologie de la fièvre Q a été mise en évidence dans les années 1970 (Fontaine *et al.*, 1975 ; Joubert *et al.*, 1976). De même que les **caprins**, ils sont très souvent tenus responsables des épidémies humaines de fièvre Q (Aubert & Rousset, 2003). En outre, leur rôle de réservoir serait accentué par le fait qu'il existe un renouvellement très rapide dans les troupeaux, permettant aux animaux infectés de contaminer les individus naïfs introduits et assurant le maintien de *Coxiella burnetii* dans la population (Lang, 1990).

Par ailleurs, bien que peu d'études portent sur cette espèce en France, les **bovins** sont considérés dans certains pays comme le réservoir majeur de *Coxiella burnetii*, notamment au Japon (To *et al.*, 1998a) et au Canada (Lang, 1989). Les vaches pourraient en effet rester

infectées de façon chronique et excréter la bactérie pendant plusieurs mois voire plusieurs années, notamment dans le lait (Lang, 1990 ; Rodolakis, 2003).

b) Ongulés sauvages

La présence d'anticorps dirigés contre *Coxiella burnetii* a été mise en évidence chez de nombreuses espèces d'ongulés sauvages, dans différents pays. Concernant les ongulés de montagne, des sondages sérologiques se sont avérés positifs chez le **Chamois** (*Rupicapra rupicapra*) (Corti *et al.*, 1983 ; Baradel *et al.*, 1988 ; Cordier, 1991 ; Gauthier *et al.*, 1991), l'**Isard** (*Rupicapra pyreneica*) (Müller, 1984), le **Mouflon** (*Ovis gmelini*) (Weber *et al.*, 1978 ; Cordier, 1991) et le **Bouquetin des Alpes** (*Capra ibex*) (Blancou & Barrat, 1983 ; Baradel *et al.*, 1988 ; Bourgogne, 1990 ; Cordier, 1991 ; Gauthier *et al.*, 1991 ; Hars & Gauthier, 1994). En Alaska, des Mouflons de Dall (*Ovis dalli)* ont également présenté une réponse sérologique positive (Zarnke, 1983).

Des anticorps ont été mis en évidence chez d'autres espèces d'ongulés sauvages présentes en France notamment le **Sanglier** (*Sus scrofa*) (Rozo, 1995 ; Hubalek *et al.*, 1993), le **Chevreuil** (*Capreolus capreolus*) (Weber *et al.*, 1978 ; Barrat *et al.*, 1985 ; Rozo, 1995 ; Pastoret *et al.*, 1988 ; Hubalek *et al.*, 1993) et le **Cerf élaphe** (*Cervus elaphus*) (Barrat *et al.*, 1985 ; Baradel *et al.*, 1988 ; Peyre-Mandras, 1990 ; Rozo, 1995 ; Hubalek *et al.*, 1993). Des résultats analogues ont été observés sur des ongulés n'existant pas à l'état sauvage en France tels que l'Elan (*Alces alces*) (Marrie *et al.*, 1993), le Cerf mulet (*Odoicoileus hemonius*) (Riemann *et al.*, 1979), le Cerf de Virginie (*Odoicoileus virginianus*) (Marrie *et al.*, 1993), le Cerf sika (*Cervus nippon*) (Ejercito *et al.*, 1993), le Bison européen (*Bison bonasus*) (Szarek *et al.*, 1994), l'Impala (*Aepyceros melampsus*) et la Gazelle de Thomson (*Gazella thomsoni*) (Hummel, 1976). Des anticorps ont en outre été décelés sur de nombreuses espèces d'ongulés sauvages en captivité (Schröder, 1998).

Divers ongulés sauvages semblent donc pouvoir être infectés par des bactéries du genre *Coxiella* car ils développent une réaction immunitaire vis à vis de cet agent infectieux. Cependant, ces sondages sérologiques ne font que révéler un passage de la bactérie mais ne donnent pas d'information sur les possibilités d'excrétion de l'agent pathogène dans le milieu extérieur ni sur la nature exacte de l'agent en cause. Il est donc impossible, sur la base de ces seules données sérologiques, de déterminer si les ongulés sauvages sont de simples culs-de-sac épidémiologiques ou s'ils jouent au contraire un rôle de réservoir pour cette maladie.

2. Autres animaux

a) Animaux domestiques

Les équidés peuvent être infectés par *Coxiella burnetii* et présenter des anticorps dirigés contre cet agent pathogène. Bien qu'ils présentent des signes cliniques lors d'infection expérimentale (Lang, 1990), ils ne semblent cependant pas jouer un rôle majeur dans l'épidémiologie de cette maladie.

Chez le **chien** par contre, plusieurs cas cliniques ont été décrits (Buhariwalla *et al.*, 1996 ; Laughlin *et al.*, 1991). Un sondage sérologique réalisé sur des bergers allemands et belges appartenant à des camps militaires français a conclu à une séroprévalence proche de 10% pour l'ensemble des individus testés et les auteurs ont montré que les chiens ayant eu des

contacts avec des ruminants avaient dix fois plus de risque d'être positifs que les autres (Boni *et al.*, 1998). Au Japon, une étude sérologique a également révélé une forte séroprévalence chez les chiens échantillonnés (Htwe *et al.*, 1992). L'agent de la fièvre Q serait d'ailleurs capable de persister longtemps dans l'espèce canine car la bactérie a été isolée à partir d'un chien 110 jours après l'éclatement d'une épidémie humaine dans son entourage (Mantovani & Benazzi, 1953). Le **chat** est considéré au Japon comme un réservoir de la fièvre Q car l'agent étiologique a été isolé à partir de frottis vaginaux de chattes appartenant à des patientes souffrant de fièvre Q. Au Canada et aux Etats-Unis, plusieurs cas humains ont aussi été décrits suite à un contact avec des chattes parturientes et les auteurs estiment que cette infection est très certainement sous-diagnostiquée dans l'espèce féline (Marrie *et al.*, 1988 ; Pinsky *et al.*, 1991). Ils pensent en outre qu'il existe probablement un réservoir sauvage, par exemple des rongeurs, à partir duquel les chats se contamineraient.

Les **oiseaux** peuvent être infectés naturellement et expérimentalement par *Coxiella burnetii* (Babudieri & Moscovici, 1952 cité dans Lang, 1990). Les poules infectées excrètent *Coxiella burnetii* dans leurs fèces pendant 7 à 14 jours et peuvent transmettre la fièvre Q à l'Homme par le biais d'aérosols contaminés (Raska *et al.*, 1956 cité dans Stein & Raoult, 1999). Cependant, les volailles ne semblent pas constituer un réservoir de la fièvre Q.

b) Animaux sauvages

Peu de données bibliographiques existent sur la fièvre Q chez les **carnivores sauvages.** On sait toutefois que des anticorps dirigés contre cet agent pathogène ont été observés en Amérique du Nord sur des renards roux (*Vulpes fulva*), des coyotes (*Canis latrans*), des pumas (*Felis condolor*), des blaireaux (*Taxidea taxus*) et des ratons laveurs (*Procyon lotor*) (Enright *et al.*, 1971 et Riemann *et al.*, 1978 cités dans Clark *et al.*, 1983 ; Randhawa, *et al.*, 1977 ; Marrie *et al.*, 1993) et qu'un isolement a été effectué à partir de renards gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (Bell, 1981).

De fortes prévalences sérologiques ont été observées chez les **lagomorphes** au Canada (Marrie *et al.*, 1993) et au Japon (Ejercito *et al.*, 1993), mais ce sont surtout les petits **rongeurs** et **insectivores** qui sont suspectés de servir de réservoir de la fièvre Q, aussi bien en Europe (Pastoret *et al.*, 1988 ; Webster *et al.*, 1995) qu'en Asie (Yadav *et al.*, 1979 ; Hirai & To, 1998) et en Amérique du Nord (Pinsky *et al.*, 1991). Comme nous l'avons dit précédemment, ils pourraient expliquer la fréquence de cette infection chez les chats (Marrie *et al.*, 1988 ; Webster *et al.*, 1995). Expérimentalement, il a été montré que le Rat kangourou (*Dipodomys microps*) peut maintenir les *Coxiella* dans ses tissus pendant plusieurs mois (Bell, 1981) et que la Souris de laboratoire reste infectée de façon chronique et excrète en permanence la bactérie dans ses fèces et ses urines (Raoult & Marrie, 1995). Etant donné que ces petits animaux sont rencontrés aussi bien dans un environnement sauvage qu'en milieu rural ou urbain, ils pourraient faire le lien entre les cycles sauvages et domestiques de la fièvre Q (Yadav *et al.*, 1979). *Coxiella burnetii* a également été rapporté chez de nombreuses autres espèces de mammifères notamment des marsupiaux (Gardon *et al.*, 2001), des chauves-souris (Bell, 1981) et des mammifères marins (Lapointe *et al.*, 1999).

L'agent étiologique de la fièvre Q a aussi été isolé à partir du foie et de la rate de différents **oiseaux sauvages**, notamment de pigeons et d'hirondelles (Babudieri & Moscovici,

1952 cité dans Lang 1990). Les oiseaux excrètent la bactérie dans leurs fientes et les poussières contaminées sont infectantes pour les autres animaux et l'Homme. En Provence, toute une famille a ainsi été contaminée par des pigeons infectés (Stein & Raoult, 1999). Au Japon, une enquête sérologique a révélé une forte séroprévalence pour cinq espèces d'oiseaux sauvages et la présence de l'agent pathogène a été confirmée par PCR pour plus de 20% des oiseaux séropositifs (Hirai & To, 1998). La prévalence semblait plus forte chez les oiseaux vivant à proximité de cheptels domestiques infectés, ce qui laisse penser que les oiseaux sauvages n'ont pas un rôle important dans le maintien de l'infection dans le cycle sauvage (To *et al.*, 1998b). En France, des anticorps ont été trouvés sur des corbeaux dans des régions endémiques pour la fièvre Q ovine (Seigneurin & Seigneurin, 1968).

Enfin, *Coxiella burnetii* a été isolé chez des reptiles (Yadav & Sethi, 1979) et des poissons (Giroud & Capponi, 1966 cité dans Lang, 1990), mais ces animaux ne constitueraient pas un réservoir de la bactérie.

3. Homme

En France, les **ovins** et les **caprins** sont le plus souvent suspectés d'être à l'origine des contaminations humaines (Aubert & Rousset, 2003). La maladie étant transmise par inhalation du germe ou par contact avec des produits contaminés tels que fœtus, placentas, fluides de mise bas ou objets souillés par ces matières virulentes (Matthews, 1999 ; Thibon *et al.*, 1996 ; Rodolakis, 1994 ; Lang, 1990), elle est considérée comme une **zoonose professionnelle** pour les éleveurs, les vétérinaires et les personnels d'abattoir ou de laboratoire (tableau 53B des maladies professionnelles, régime général).

Cependant, elle atteint également des **personnes non exposées professionnellement**, vivant notamment en zone urbaine (Raoult *et al.*, 2000). C'est par exemple le cas en région marseillaise dans laquelle le vent est suspecté de véhiculer la bactérie depuis la Crau où pâturent des moutons infectés (Tissot-Dupont *et al.*, 1999). Comme les mammifères excrètent les *Coxiella* dans le lait durant toute la lactation (Rousset *et al.*, 2001), la consommation de **lait non pasteurisé** ou de **produits au lait cru** peut aussi être à l'origine de contaminations humaines (Rodolakis, 1994 ; Bouvery *et al.*, 2003).

Les **carnivores domestiques** ont un rôle secondaire mais les chiennes (Buhariwalla *et al.*, 1996) et les chattes (Marrie *et al.*, 1988 ; Pinsky *et al.*, 1991) en période *péripartum* peuvent également être à l'origine de contaminations humaines, même quand la parturition se déroule normalement. Le risque d'une contamination à partir d'**animaux sauvages** ne peut être exclu, notamment à partir de rongeurs (Gardon *et al.*, 2001), d'oiseaux (Stein & Raoult, 1999) et de lagomorphes (Marrie *et al.*, 1986).

B/ Modes de transmission

1. Matières virulentes

Les matières virulentes sont représentées par les **fèces**, l'**urine**, le **jetage nasal**, le **lait** et surtout les **produits de mise bas** issus d'animaux infectés (Rousset *et al.*, 2000). Signalons qu'une excrétion fécale a été observée sur des chèvres infectées expérimentalement, gestantes

ou non, probablement du fait de la dissémination de *Coxiella burnetii* dans le foie (Bouvery *et al.*, 2003).

2. Transmission indirecte

La transmission de la fièvre Q ne nécessite pas de contact direct : les bactéries sont présentes dans le milieu extérieur où elles sont capables de résister longtemps et constituent une source de contamination pour les animaux et pour l'Homme. *Coxiella burnetii* peut pénétrer dans l'organisme essentiellement par les voies buccale et respiratoire. Il existe aussi une transmission vectorielle par les tiques.

a) Ingestion

L'ingestion d'**aliments souillés** par des produits d'avortement, des annexes fœtales, des selles, de l'urine ou du lait en provenance d'un animal infecté peut entraîner l'infection d'un individu indemne. A titre d'exemple, le placenta d'une brebis infectée peut contenir jusqu'à un milliard de micro-organismes par gramme de tissu (Welsh *et al.*, cité dans Stein & Raoult, 1996). Les carnivores pourraient aussi se contaminer en consommant des organes issus d'animaux infectés. Ainsi, le cas d'une chienne infectée après avoir consommé le foie cru d'un cervidé abattu à la chasse a été rapporté (Laughlin *et al.*, 1991).

b) Inhalation

L'inhalation est la voie de contamination principale pour l'Homme et les ruminants domestiques, en particulier en cas de confinement dans un espace restreint, par exemple dans une étable. Cette voie serait aussi la principale responsable de l'infection des oiseaux granivores ou insectivores (Lang, 1990) et des rongeurs (Webster *et al.*, 1995), surtout dans les zones fréquentées par les ruminants domestiques.

Les **aérosols** peuvent se former directement à partir des nouveau-nés, du placenta ou des annexes fœtales provenant d'animaux infectés. Les *Coxiella* pourraient être détectés dans l'air jusqu'à deux semaines après la mise bas (Welsh *et al.*, 1957 cité dans Rousset, 2001) parfois à des distances considérables de femelles parturientes (Tigertt *et al.*, 1961 cité dans Reimer, 1993).

Des **poussières** formées d'excréments contaminés et desséchés peuvent aussi être inhalées et transmettre la fièvre Q, ce qui explique probablement pourquoi la manipulation du sol (jardinage...) apparaît parfois comme un facteur de risque d'infection humaine par *Coxiella burnetii* (Gardon *et al.*, 2001). Le vent peut en outre disséminer ces poussières sur de longues distances (Tissot-Dupont *et al.*, 1999).

c) Transmission par les tiques

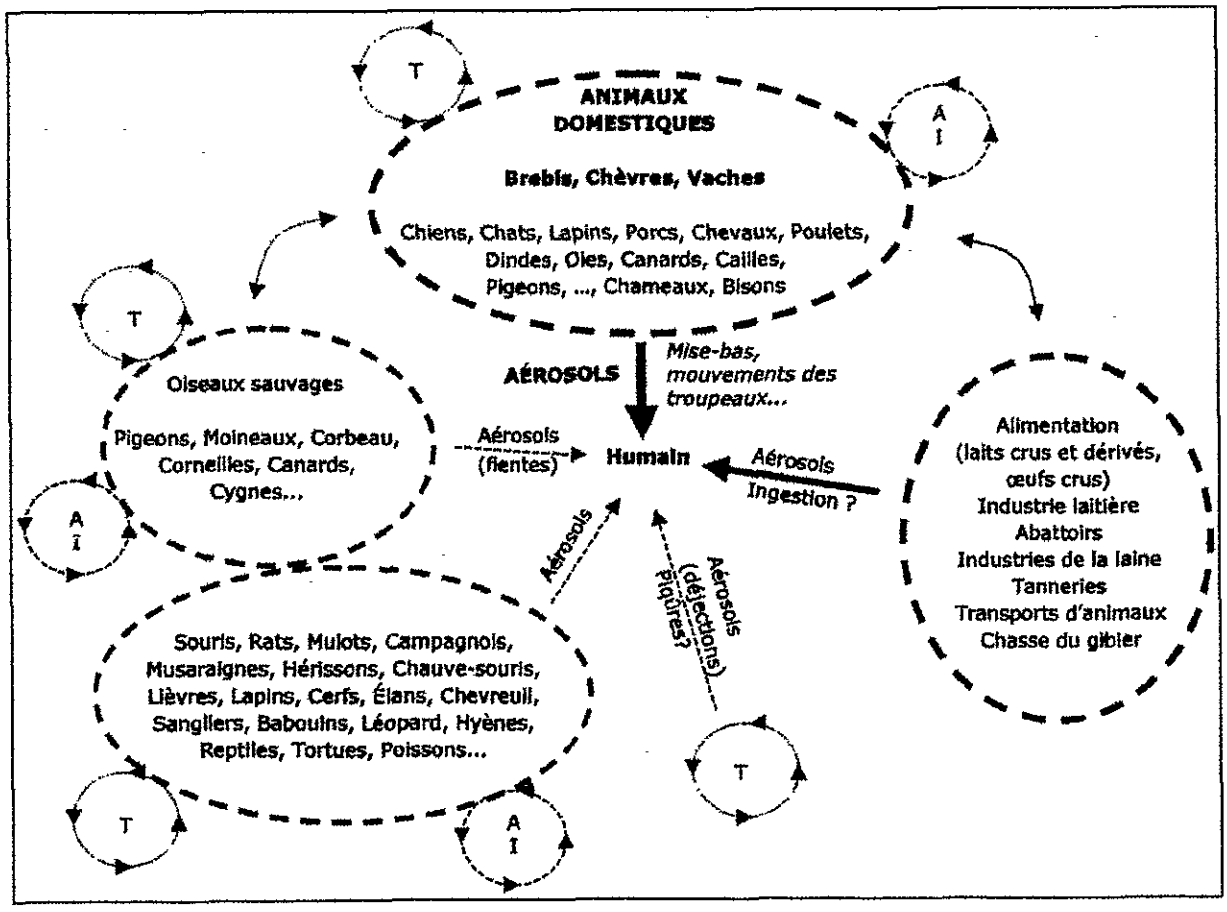
Coxiella burnetii a été isolé à partir de très nombreuses espèces de tiques (Pérez-Eid & Gilot, 1998) appartenant notamment aux genres *Dermacentor*, *Rhipicephalus*, *Ixodes*, *Ornithodorus*, *Amblyomma*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma* et *Argas* (Armengaud, 1987 ; Lang, 1990 ; Doby & Bigaignon, 1997 ; Kocianova *et al.*, 2001 ; Stein & Raoult, 1999). Une transmission transovariale (Mantovani & Benazzi, 1953) et transtadiale (Euzéby, 2001b) existant chez certaines tiques, celles-ci constituent un **réservoir** perpétuel de la bactérie. Elles ont de plus un rôle amplificateur car les *Coxiella* se multiplient dans les cellules de leur estomac et leur intestin (Bell, 1981).

Les tiques jouent un rôle majeur dans la transmission de la fièvre Q entre espèces animales et sont probablement responsables de la transmission interspécifique de la maladie entre différentes espèces sauvages (Joubert *et al.*, 1976). Elles peuvent transmettre les bactéries soit par **voie transcutanée** à l'occasion d'une morsure, soit par **voie aérienne** à partir de fèces desséchées contaminées ou d'aérosols contenant de la salive virulente (Poncelet, 1994 ; Pérez-Eid & Gilot, 1998 ; Rousset *et al.*, 2001). La transmission d'une espèce à une autre serait surtout associée à la dissémination aérienne des déjections qui souillent le pelage des animaux (Rousset *et al.*, 2001 ; Norlander, 2000). Les déjections sèches de tiques sont en effet extrêmement virulentes et pourraient rester infectieuses pendant près de deux ans (Philip, 1948 cité dans Lang, 1990). Par contre, les tiques auraient un rôle mineur dans la transmission de la fièvre Q à l'Homme.

De façon anecdotique, des coxielles ont aussi été mises en évidence à partir de mouches, de puces et de poux (Maurin & Raoult, 1999) mais la plupart des tentatives d'isolement sont restées infructueuses (Lang 1990). Une transmission purement mécanique a été démontrée pour la mouche domestique (Philip, 1948 cité dans Lang, 1990) : celle-ci était capable transmettre la bactérie durant trois jours après contact avec des matières virulentes.

Un schéma récapitulatif illustrant ces différentes voies de transmission est proposé dans la *figure 5*.

Figure 5 : diversité des réservoirs et voies de transmission possibles de l'agent de la fièvre Q en France. Mode de transmission : A = par voie aérienne ; I = par ingestion ; T = par les tiques (Rousset *et al.* 2001).



3. Transmission directe

La transmission de la fièvre Q serait possible par contact en cas d'effraction cutanée (Poncelet, 1994 ; Matthews, 1999) mais de façon exceptionnelle. Chez l'Homme, des cas de transmission par transfusion sanguine ont été prouvés (Raoult & Marrie, 1995).

a) Vénérienne

Des expériences menées sur des souris de laboratoire ont montré que la fièvre Q est transmissible par voie vénérienne dans cette espèce (Tylewska-Wierzbanowska & Kruszewska, 1990). Dans ce modèle murin, les coxielles sont excrétées dans la semence et adhèrent à la surface des spermatozoïdes (Rodolakis, 1994).

Chez l'Homme, la transmission par voie sexuelle semble exister également (Kruszewska *et al.*, 1996) mais la plupart des auteurs estiment que la contamination inter-humaine est exceptionnelle (Bell, 1981 ; Maurin & Raoult, 1999).

b) Verticale

L'agent étiologique de la fièvre Q peut être responsable d'infections congénitales. Différentes études chez l'Homme (Stein & Raoult, 1998) et les ruminants domestiques (Sandford *et al.*, 1994) ont montré que *Coxiella burnetii* peut être retrouvé dans des organes fœtaux.

III. CLINIQUE

La clinique est globalement peu caractéristique d'où de nombreux problèmes de diagnostic différentiel aussi bien chez l'animal que chez l'Homme.

A/ Petits ruminants domestiques

1. Caprins

La plupart des chèvres infectées sont de simples porteurs de *Coxiella burnetii* et des chevreaux peuvent naître cliniquement sains alors que leur mère excrète des coxielles dans le milieu extérieur (Quignard *et al.*, 1982). Les femelles peuvent toutefois subir des **avortements** dans le dernier mois de gestation (Matthews, 1999). Ils surviennent alors en série et affectent surtout les primipares (Russo *et al.*, 1981). En général, ils ne s'accompagnent d'aucun prodrome, même si une anorexie et une dépression sont parfois constatées un à deux jours avant l'expulsion de l'avorton (Seyedmehdi *et al.*, 2002). La naissance de **chevreaux chétifs** mourant en quelques jours est aussi assez fréquente (Russo *et al.*, 1981). Le placenta est souvent épaissi, parfois d'aspect granuleux, avec un exsudat abondant, crémeux, jaune marron, surtout dans les parties intercotylédonnaires (Sandford *et al.*, 1994) et il y a parfois rétention placentaire (Matthews, 1999). Par contre, les fœtus ne présentent pas de lésions macroscopiques particulières. La lactation n'est normalement pas affectée (Russo *et al.*, 1981) et la chèvre est ensuite immunisée (Seyedmehdi *et al.*, 2002).

2. Ovins

La fièvre Q ovine provoque des **avortements** mais peut aussi se manifester par des broncho-pneumonies avec ou sans signes oculaires de kérato-conjonctivite (Joubert *et al.*, 1976). Comme pour les caprins, elle évolue de façon inapparente chez la plupart des individus (Fontaine *et al.*, 1975 ; Tainturier *et al.*, 1980).

B/ Bovins

Chez les bovins, la fièvre Q se traduit par la naissance de **veaux vivants prématurés** (trois semaines avant terme) et parfois par des **avortements** plus précoces. Elle entraîne également des **métrites** en série et des troubles respiratoires discrets se traduisant par de la toux (Tainturier *et al.*, 2000 ; Tainturier *et al.*, 1997a). Expérimentalement, des troubles cardiaques ont pu être observés sur des génisses 6,5 mois après inoculation (Plommet *et al.*, 1973), mais ce diagnostic est rarement établi dans les conditions naturelles.

C/ Ongulés sauvages

Très peu de cas cliniques portant sur des espèces sauvages sont rapportés dans la littérature. Chez des mouflons (*Ovis gmelini*) ayant réagi positivement en sérologie fièvre Q, des symptômes respiratoires marqués ont été attribués à cette maladie mais sans qu'aucune investigation complémentaire ne soit entreprise pour confirmer cette hypothèse (Cubeddu *et al.*, 2000). En Pologne, différentes lésions cardiaques, pulmonaires et hépatiques observées sur des bisons sauvages (*Bison bonasus*) ont été considérées comme dues à *Coxiella burnetii.* Trois cas d'infection chronique ont aussi été suspectés sur des ongulés de zoo (Schröder, 1998). On sait de plus que la bactérie a été isolée à partir du placenta de femelles de cerfs mulets (*Odoicoileus hemonius*) (Enright *et al.*, 1971 cité dans Hubalek *et al.*, 1993).

D/ Homme

Coxiella burnetii est extrêmement infectieuse pour l'Homme : une seule bactérie suffit pour provoquer l'infection d'un individu (Stein & Raoult, 1996). Cependant, la plupart des infections demeurent **asymptomatiques**, la présence de l'agent pathogène chez l'Homme étant souvent révélée par des sondages sérologiques alors que peu de personnes développent une fièvre Q clinique (Gardon *et al.*, 2001 ; Hirai & To, 1998). Cette maladie peut se manifester sous deux formes cliniques : la forme aiguë et la forme chronique. En France, il y aurait 11 cas diagnostiqués par million d'habitants par an pour la forme aiguë contre 3 cas par million d'habitants par an pour la forme chronique (Aubert & Rousset, 2003).

La **forme aiguë** apparaît après un temps d'incubation d'environ 20 jours (Gardon *et al.*, 2001) et se traduit souvent par un syndrome pseudo-grippal (céphalées, fièvre, myalgies, arthralgies, asthénie, sueurs, toux sèche). Cette forme aiguë peut guérir spontanément car les patients développent une réaction immunitaire protectrice (Gardon *et al.*, 2001). Sinon, un traitement à l'aide de tétracyclines est efficace (Rodolakis, 1994). Certains patients atteints de fièvre Q aiguë doivent néanmoins être hospitalisés, le plus souvent en raison d'une atteinte pulmonaire ou hépatique. D'autres troubles, notamment cardiaques, neurologiques et dermatologiques sont parfois observés et l'infection peut être létale (Raoult *et al.*, 2000). Les personnes les plus à risque sont les **femmes enceintes** chez lesquelles *Coxiella burnetii*

entraîne souvent un avortement ou une mortalité néonatale. Néanmoins, l'accouchement se produit parfois normalement ou prématurément avec naissance d'un enfant normal (Raoult *et al.*, 2000). En France, cette maladie serait responsable d'un problème de grossesse sur 540 (Aubert & Rousset, 2003).

Une **forme chronique** se développe dans un à dix pour cent des cas (Rodolakis, 1994). Les patients à risque pour ces complications sont les personnes ayant des déficiences des valvules cardiaques et, dans une moindre mesure, les immunodéprimés et les femmes enceintes (Maurin & Raoult, 1999). Les troubles les plus couramment observés sont une endocardite ou une infection vasculaire, une hépatite chronique ou une ostéomyélite (Raoult *et al.*, 2000). La maladie peut être mortelle en l'absence de traitement approprié (Stein & Raoult, 1996).

IV. DIAGNOSTIC

Le diagnostic de fièvre Q chez les ruminants doit s'appuyer sur l'analyse sérologique d'une dizaine de sérums de femelles ayant avorté ou mis bas récemment, en association avec une recherche directe de l'agent étiologique (Rodolakis, 1998). **Lorsque le diagnostic est positif, tout le troupeau est considéré infecté** (Rodolakis & Bouvery, 2000).

A/ Diagnostic direct

Le diagnostic lésionnel n'est pas spécifique : le placenta présente une inflammation avec épaississement des parties intercotylédonnaires et une coloration brune et le fœtus peut être autolysé mais sans lésion pathognomonique (Matthews, 1999). Des prélèvements doivent par conséquent être effectués afin de révéler directement l'agent pathogène dans les tissus par différentes méthodes.

1. Bactérioscopie

Plusieurs colorations permettent de visualiser les *Coxiella* sur des calques de cotylédons ou d'organes de l'avorton ou sur des frottis vaginaux. Ce sont notamment les colorations de May Grünwald Giemsa, Wright, Machiavello, Köster, Ziehl-Neelsen et Gram mais, en diagnostic de routine, c'est la **coloration de Stamp** qui est utilisée (Dordain-Bouesnard, 2001). La bactérie étant acido-résistante, elle apparaît en rouge sur fond bleu sous la forme de coccobacilles ou de fins bâtonnets intracellulaires ou dispersés sur la lame (Rodolakis & Bouvery, 2000).

Cette technique a cependant une sensibilité faible et une spécificité médiocre car une confusion est possible avec les genres *Chlamydophila* et *Brucella*. Les lames positives doivent être comparées avec des lames témoins positives pour *Coxiella*, *Chlamydophila* et *Brucella* mais, même avec ces précautions, on ne peut pas établir un diagnostic de certitude (Euzéby, 2001b). Pour éviter les erreurs d'interprétation, la bactérioscopie doit donc systématiquement être associée à une analyse sérologique : considérée seule, elle ne constitue jamais un diagnostic de certitude (Rodolakis & Bouvery, 2000).

2. Immunodétection

L'immunodétection regroupe les techniques d'immunofluorescence, d'immuno-péroxydase et l'utilisation de sondes radiomarquées. Ces méthodes ne sont pas répandues car les sérums hyperimmuns et les anticorps monoclonaux ne sont pas commercialisés (Rodolakis & Bouvery, 2000). Ce sont des techniques très spécifiques qui permettent de différencier les classes d'anticorps (IgA, IgG et IgM) et les phases cellulaires I et II (Hirai & To, 1998). Chez l'Homme, ces techniques d'immunodétection sont particulièrement utilisées pour le suivi des patients sous traitement pour fièvre Q chronique (Fournier *et al.*, 1998).

3. Isolement

L'isolement de *Coxiella burnetii* ne peut être réalisé que dans des laboratoires de niveau de protection 3. Pour être isolée, la bactérie doit être cultivée en milieu cellulaire, sur cultures cellulaires, sur œuf embryonné ou par inoculation à un animal de laboratoire (Fournier *et al.*, 1998). Les prélèvements doivent absolument être indemnes de contamination, ce qui s'avère souvent difficile en médecine vétérinaire. Etant donné qu'il existe un risque pour le manipulateur, d'autres techniques de mise en évidence directe sont préférées (Rodolakis & Bouvery, 2000) d'autant plus que l'isolement est une technique peu sensible (Euzéby, 2001b).

4. PCR

La PCR est une technique très sensible qui permet de détecter 1 à 10 *Coxiella* par prélèvement (Stein & Raoult, 1992 cité dans Rodolakis, 1998). C'est donc la méthode de choix pour identifier les animaux excréteurs. Chez l'Homme, cette méthode est utilisée pour suivre les patients sous traitement et pour établir un diagnostic à partir d'échantillons congelés (Fournier *et al.*, 1998). Il faut néanmoins signaler que des réponses positives sont possibles alors que l'agent pathogène n'est plus actif car l'ADN peut quand même rester détectable (Harris *et al.*, 2000).

B/ Diagnostic indirect

Le diagnostic sérologique reste la clé de voûte du diagnostic biologique de la fièvre Q en médecine vétérinaire. En France, plusieurs techniques sont commercialisées, la plus utilisée étant la méthode ELISA.

1. Fixation du complément

La fixation du complément (FC) est une technique très spécifique mais qui manque de sensibilité car elle peut donner des résultats négatifs chez des animaux excrétant massivement la bactérie (Euzéby, 2001b). C'est une méthode longue et difficile à réaliser qui ne permet de détecter que les anticorps anti-phase II de *Coxiella burnetii* (Rousset *et al.*, 2000). De plus, la séroconversion est détectée plus tardivement qu'avec l'IFI (Maurin & Raoult, 1999 ; Fournier *et al.*, 1998). Pour toutes ces raisons, la FC n'est plus guère utilisée chez l'Homme. Elle est par contre encore utilisée en médecine vétérinaire.

Chez les ruminants, le diagnostic est en général un diagnostic de groupe portant sur cinq à dix sérums de femelles ayant avorté ou mis bas récemment. Des **titres supérieurs à 40**

trouvés sur plusieurs animaux permettent d'établir un diagnostic d'avortement dû à *Coxiella burnetii* (norme AFNOR U 47-006).

Néanmoins, certains auteurs estiment que toute réponse sérologique doit être considérée comme positive, même au titre 10 (Tainturier *et al.*, 1997b ; Rodolakis, 2001b). En fait, comme pour les autres maladies abortives, il est important de savoir à quel moment le prélèvement a été effectué par rapport à l'avortement ou la mise bas afin de tenir compte de la cinétique des anticorps dont le titre décroît rapidement. Cette cinétique est variable en fonction des espèces mais les études ont surtout porté sur les petits ruminants domestiques. Chez la **chèvre**, le taux d'anticorps détectés par fixation du complément augmente environ une semaine après l'infection et reste élevé pendant un mois (Matthews, 1999). Au moment de l'avortement, l'examen sérologique peut donc être négatif (Russo *et al.*, 1981). De plus, en cas de traitement antibiotique, la cinétique des anticorps est tronquée (Quignard *et al.*, 1982). Chez les **moutons**, la réponse humorale à l'infection serait moins marquée (Lang, 1990). Comme chez les caprins, les anticorps fixant le complément apparaissent entre 7 et 10 jours après l'avortement (Quignard *et al.*, 1982) et persisteraient ensuite durant 6 à 8 mois d'après Fontaine *et al.* (1975). Chez la **vache**, la décroissance des anticorps fixant le complément serait plus tardive, pouvant se produire jusqu'à 15 mois après l'avortement (Plommet *et al.*, 1973).

Précisons que deux souches différentes de *Coxiella* sont employées pour la fabrication des antigènes commerciaux : la souche humaine et ovine *Henzerling* pour l'antigène Behring commercialisé par le laboratoire Intervet, et la souche bovine *Nine Mile* pour l'antigène Coxifix du kit Symbiotics® commercialisé par le laboratoire Mérial (Rodolakis, 1994). Or, il a été montré que les animaux infectés par des souches sauvages ne réagissent pas de la même façon selon le test utilisé. Les résultats seraient cohérents pour les bovins mais, pour les petits ruminants, il serait préférable d'utiliser la technique ELISA (Rodolakis & Bouvery, 2000).

2. Méthodes immunologiques

L'IFI (immuno-fluorescence indirecte) est actuellement la méthode de référence pour le sérodiagnostic de la fièvre Q chez l'Homme (Maurin & Raoult, 1999). C'est une technique simple dirigée contre des antigènes des phases I et II et qui permet la mesure des fractions IgM, IgG et IgA (Fournier *et al.*, 1998). Des titres élevés en IgG ou modérés en IgM signent une infection récente alors que la présence d'anticorps anti-phase I marque un passage à la chronicité (Euzéby, 2001b). Avec cette méthode, il existe cependant des réactions croisées avec les *Bartonella* sp. et les *Legionella* sp. (Euzéby, 2001b).

La technique ELISA, plus sensible que la FC et l'IFI, constituerait une bonne méthode pour la réalisation de sondages sérologiques (Schalch *et al.*, 1998 ; Fournier *et al.*, 1998), d'autant plus que les résultats seraient mieux standardisés que pour la FC. Toutefois, certaines brebis excrétrices de coxielles par voie vaginale seraient négatives avec cette méthode alors que d'autres seraient positives mais n'excréteraient pas la bactérie et ne subiraient pas d'avortement (Rodolakis, 2003).

V. METHODES DE LUTTE

A/ Traitement

Pour les ruminants domestiques, le traitement antibiotique présente les mêmes caractéristiques que celles indiquées pour la chlamydophilose : il permet de **limiter les avortements** pour les femelles du troupeau n'ayant pas encore mis bas mais **ne limite pas l'excrétion** du germe dans le milieu extérieur (Rousset *et al.*, 2001 ; Rodolakis, 2003). Chez les petits ruminants, l'utilisation de tétracyclines longue action est préconisée après 110 jours de gestation (Casamitjana, 1997).

Chez l'Homme, la thérapeutique antibiotique doit se poursuivre très longtemps en cas d'infection chronique (Armengaud, 1987) et des contrôles sérologiques réguliers sont ensuite effectués pour détecter toute éventuelle rechute (Euzéby, 2001b).

B/ Prophylaxie médicale

Le vaccin commercialisé en France (*Chlamyvax-Fièvre Q.ND*) est un vaccin inactivé adjuvé destiné à une utilisation uniquement chez les **ovins** mais qui, en pratique, sert aussi à la vaccination des **caprins**. Les animaux doivent être vaccinés un mois avant la saillie (Casamitjana, 1997). Ce vaccin ne doit être employé que dans le but de prévenir l'infection des individus indemnes car il **n'empêche pas l'excrétion** des *Coxiella* (Rousset *et al.*, 2000 ; Rodolakis, 1998). Comme il est obtenu par passage sur cultures cellulaires ou sur œuf embryonné, il est constitué de coxielles peu virulentes et entraîne donc uniquement la synthèse d'anticorps dirigés contre le LPS en phase II, qui **protègent mal** contre l'infection (Rodolakis & Bouvery, 2000). Des vaccins tués adjuvés en phase I ont été utilisés en Slovaquie sur des bovins et un vaccin pour les petits ruminants a été développé aux Etats-Unis (Rousset *et al.*, 2000). Avec ce type de vaccin, la protection contre l'infection serait 100 à 300 fois plus importante et l'excrétion serait réduite bien que toujours présente (Rousset *et al.*, 2001).

Une vaccination peut être envisagée chez l'**Homme** pour protéger les personnes à risque. En Australie, des vaccins tués adjuvés en phase I sont utilisés pour le personnel des abattoirs et des laboratoires de production de vaccin (Rodolakis, 1998). Cependant, ils peuvent occasionner des réactions néfastes, notamment s'ils sont administrés à des personnes déjà immunisées (Euzéby, 2001b).

C/ Prophylaxie sanitaire

1. Contexte d'avortements

En cas d'avortement, les **mesures classiques d'hygiène** doivent être respectées : élimination des annexes fœtales et du placenta puis nettoyage et désinfection du local avec des produits efficaces sur les coxielles. Rappelons que l'eau de javel n'est pas efficace mais que l'on peut avoir recours à l'éthanol 70%, le formol 10%, le chloroforme 5% ou l'éther pour éliminer cette bactérie (Euzéby, 2001b). Bien que cette zoonose ne soit pas réglementée, l'existence d'un risque de transmission à l'Homme par l'intermédiaire de lait cru peut justifier

la mise sous surveillance des cheptels atteints voire l'élimination des animaux infectés (Le Tallec *et al.*, 2003).

2. Dépistage des infectés chroniques

Les *Coxiella* sont capables de se maintenir plusieurs années dans un organisme hôte. Selon certains auteurs, cette persistance serait possible du fait de la croissance des bactéries à l'intérieur de phagolysosomes et grâce à un mécanisme de variation antigénique (Stein & Raoult, 1996). Les organes concernés et la forme biologique de persistance n'ont pas encore été identifiés (Harris *et al.*, 2000), même si la bactérie a pu être retrouvée dans le foie, la rate, les reins, des nœuds lymphatiques, l'intestin et la moelle osseuse chez le mouton (Euzéby, 2001b). Le dépistage des individus infectés chroniques est nécessaire pour éliminer l'infection du troupeau mais il est difficile car des animaux en bonne santé peuvent porter l'infection de façon asymptomatique (Matthews, 1999) et ce n'est qu'en cas d'immunodépression qu'il y a réactivation de la multiplication de *Coxiella burnetii*. En outre, le risque d'introduction d'animaux infectés ne peut pas être évité par dépistage sérologique au moment de l'achat car la réponse du laboratoire n'est pas significative pour un individu pris isolément (Casamitjana, 1997). Le seul moyen de prévention consiste à n'introduire que des animaux issus de troupeaux indemnes de cette maladie.

3. Prévention de l'infection chez l'Homme

Les personnes appartenant à des groupes vulnérables (femmes enceintes, immunodéprimés, personnes présentant une atteinte valvulaire cardiaque) doivent éviter de fréquenter des élevages, notamment caprins, surtout durant la période des parturitions (Thibon *et al.*, 1996) et de consommer des produits au lait cru (Bouvery *et al.*, 2003).

Pour résumer, il faut retenir de cette première partie bibliographique :

- Que les agents pathogènes responsables de la chlamydophilose abortive et la fièvre Q sont très différents, le premier (*Chlamydophila abortus*) étant fragile dans le milieu extérieur alors que le second (*Coxiella burnetii*) est extrêmement résistant.

- Que ces deux maladies sont transmises de façon indirecte, par contact des individus naïfs avec des matières virulentes (lochies, placenta, avorton, urines, fèces) souillant l'environnement peu après une mise bas ou un avortement, et que la fièvre Q est également transmise par les tiques.

- Que ces maladies peuvent se manifester cliniquement par des avortements ou par des troubles de la reproduction chez les ruminants domestiques mais qu'aucun cas clinique faisant état d'une atteinte de l'appareil génital n'a été rapporté à ce jour sur des ongulés sauvages.

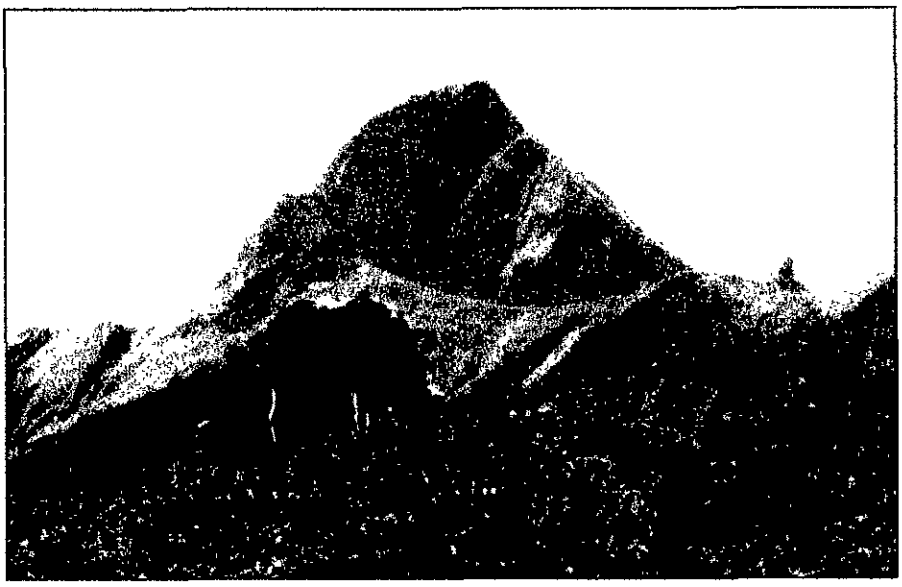
- Que les tests de fixation de complément utilisés pour le dépistage et le diagnostic de ces maladies chez les ruminants domestiques sont difficiles à interpréter du fait de la possibilité de réactions croisées avec d'autres bactéries (chlamydophilose) et que l'interprétation des résultats sérologiques nécessite la connaissance du stade de reproduction des femelles car les titres en anticorps sont d'autant plus faibles que l'expulsion du fœtus ou du nouveau-né est ancienne.

- Que ces maladies sont des zoonoses, c'est-à-dire qu'elles sont transmissibles à l'Homme, en particulier à la femme enceinte, et que des précautions doivent être prises lors de la manipulation d'animaux potentiellement infectés ou d'objets potentiellement souillés par des matières virulentes.

Seconde partie : Etude épidémiologique dans la RNCFS des Bauges

Territoire d'étude

Montbéliarde en alpage, devant le Trélod.

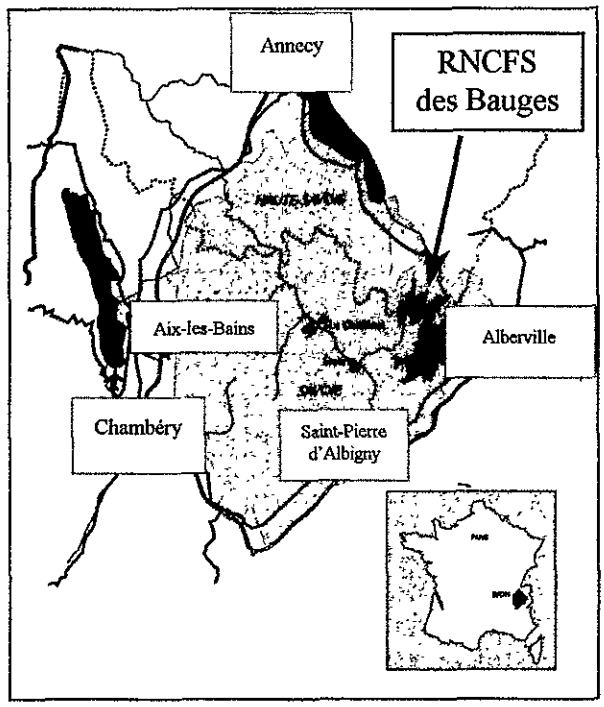


I. PRESENTATION

A/ Situation géographique

Le massif des Bauges est un massif préalpin situé dans un triangle délimité par les villes de Chambéry, Annecy et Alberville. Il est séparé des massifs avoisinants par de profondes vallées et s'étage entre 300 et 2217 mètres d'altitude. La réserve nationale de chasse et de faune sauvage (RNCFS) des Bauges se trouve dans la partie sud-est du massif (*figure 6*). Située à cheval sur les départements de la Savoie et la Haute-Savoie, elle s'étend sur un peu plus de 5200 hectares répartis sur 12 communes. Le pastoralisme est encore bien développé puisqu'il existe 24 alpages dans la réserve et sa périphérie, localisés principalement à l'étage subalpin, au-dessus de 1400 mètres d'altitude. La forêt, mélange de hêtres et de résineux, occupe un peu plus de la moitié de la RNCFS.

Figure 6 : localisation de la RNCFS des Bauges.



B/ Historique

L'historique de la réserve commence en 1913, année de création d'une réserve domaniale de 3700 hectares (Houssin, 1992). Ce n'est qu'au début des années 1970 que la taille actuelle a été atteinte après le rachat de différentes propriétés privées. Le statut de Réserve Nationale de Chasse a été acquis en 1974 et celui de Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage en 1995. La gestion est assurée à la fois par l'Office National de la Chasse et la Faune Sauvage (ONCFS) et l'Office National des Forêts (ONF). Les principales espèces suivies sont le Chamois (*Rupicapra rupicapra*), le Mouflon (*Ovis gmelini*) et le Tétras lyre (*Tetrao tetrix*). Depuis 1985, la réserve est incluse à l'intérieur du Parc Naturel Régional des Bauges.

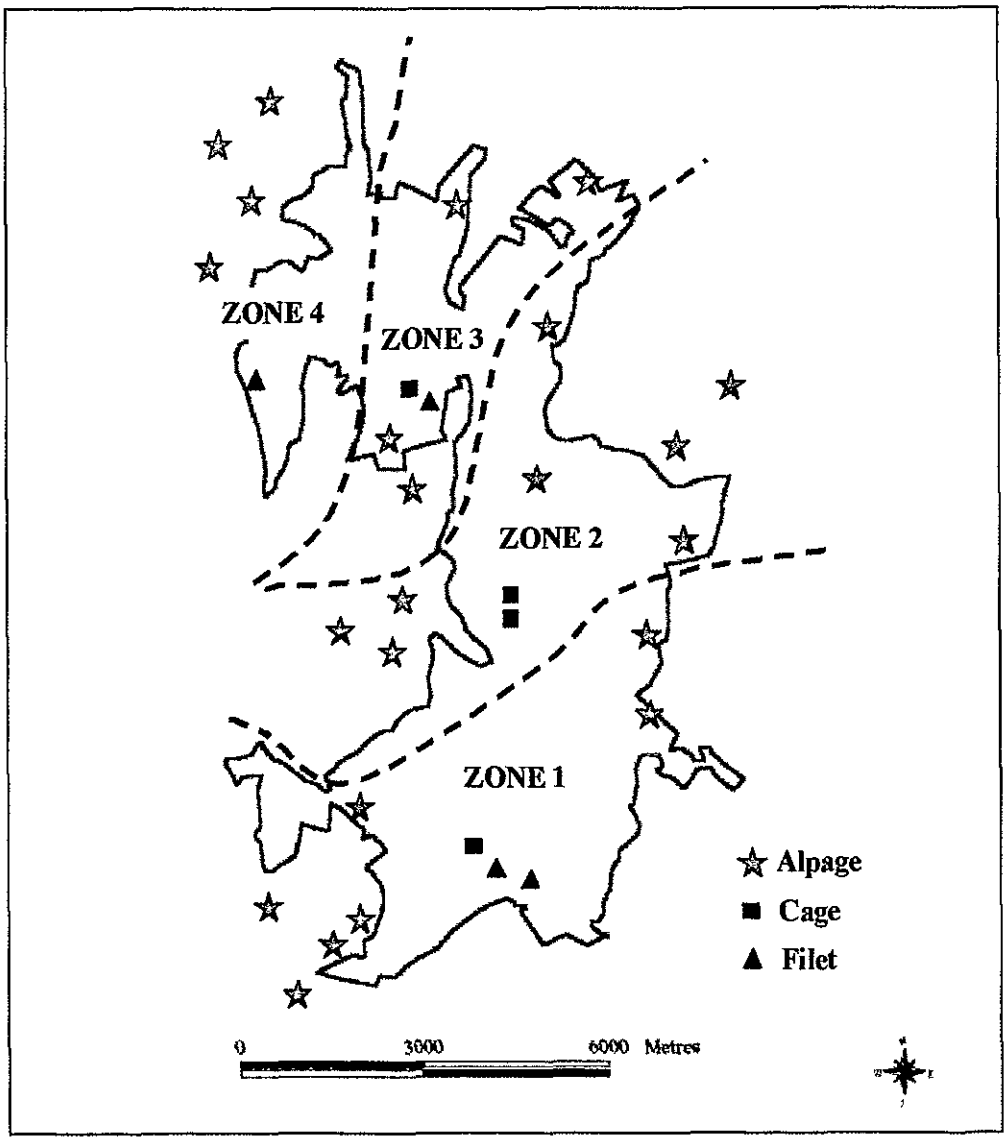
C/ Découpage en zones d'études

L'objectif de notre étude étant d'étudier la situation sanitaire des ongulés de montagne et des ongulés domestiques susceptibles d'entrer en interaction, nous avons défini le territoire d'étude en fonction des populations d'ongulés sauvages et domestiques présentes. Comme les ongulés de montagne ne se cantonnent pas à l'intérieur des limites de la réserve et effectuent des déplacements dans les parties périphériques, il nous a semblé préférable d'élargir notre

territoire d'étude au-delà des limites strictes de la réserve et de prendre également en compte les alpages situés dans la proche périphérie.

Nous avons subdivisé artificiellement ce territoire en **quatre zones d'étude** (*figure 7*), en tenant compte des sites de capture des ongulés sauvages et de la répartition des unités pastorales. Notre objectif était de définir des zones où des interactions entre ruminants sauvages et domestiques étaient privilégiées et indépendantes des zones voisines. En nous appuyant sur le fait que les déplacements des ongulés de montagne sont limités par les vallées, mais peu par les crêtes, nous avons fait correspondre à chacune des sous-populations décrites par Jullien *et al.* (1998) un certain nombre d'alpages avec lesquels nous estimions que des relations spatiales existaient. Nous avons ainsi défini trois premières zones d'étude auxquelles nous avons attribué le nom du site de piégeage correspondant : *Armenaz* pour la **zone 1**, *Chardon bleu* pour la **zone 2** et *Curtillet* pour la **zone 3**. Nous avons ajouté une **zone 4**, nommée *Pleuven*, pour tenir compte des ongulés sauvages capturés au niveau d'un piège relativement récent qui n'était pas considéré dans l'étude précitée. Certains alpages, d'abord inclus dans notre étude, ont ensuite été considérés comme trop éloignés des zones de piégeage des ongulés sauvages : ils seront désignés par l'appellation **hors zone** ou **zone 0**.

Figure 7 : localisation des alpages et des pièges et découpage du territoire d'étude en quatre zones.



II. ONGULES SAUVAGES

A/ Espèces présentes

Le Chamois (*Rupicapra rupicapra*) et le Mouflon (*Ovis gmelini*) sont les deux espèces d'ongulés sauvages les plus présentes dans les zones de prairies alpines des Bauges. Le Mouflon a été introduit, sept individus ayant été relâchés en 1954 et dix autres en 1955. Des chevreuils (*Capreolus capreolus*) et des sangliers (*Sus scrofa*) sont également observés dans les alpages, mais ils se limitent généralement aux parties plus forestières. Quelques cerfs élaphes (*Cervus elaphus*) sont aussi présents sur le secteur de la réserve. Le Chamois étant la principale espèce d'ongulé de montagne étudiée dans la RNCFS des Bauges, nous nous intéresserons principalement à cette espèce et, secondairement, à l'espèce Mouflon. Le calendrier de reproduction de ces deux ongulés de montagne est rappelé dans les *figures 8* et *9*.

Figure 8 : cycle de reproduction des chamois (Corti 1992).

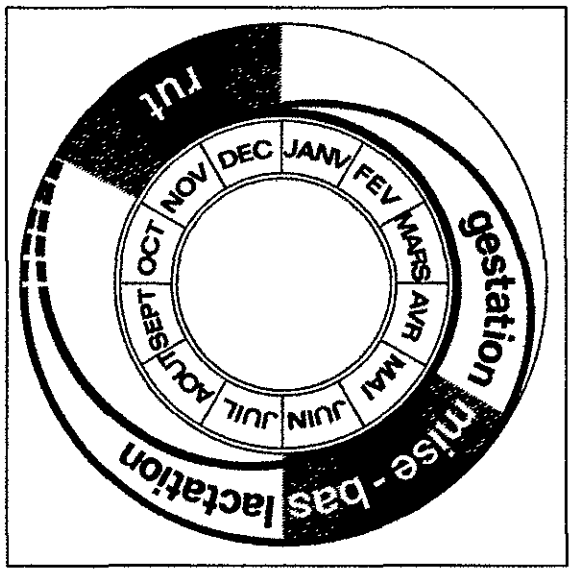
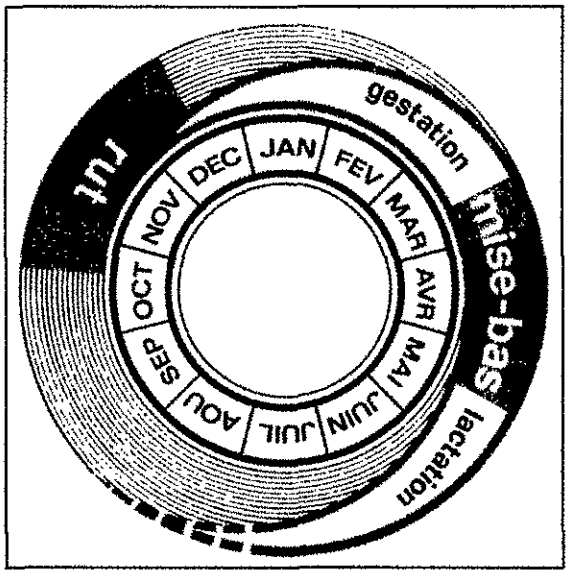


Figure 9 : cycle de reproduction des mouflons (Corti *et al.* 1994).



B/ Suivi et gestion

La **gestion** des populations d'ongulés de montagne des Bauges est effectuée de façon concertée par les chasseurs de 23 sociétés de chasse, l'ONCFS et l'ONF. Les prélèvements sont soumis à un plan de chasse, conformément à la loi du 29 décembre 1978 (Mouflon) et l'arrêté ministériel du 31 juillet 1989 (Chamois). Le **suivi** des populations s'appuie sur l'observation, la capture et le marquage des animaux vivants ainsi que l'examen des individus abattus à la chasse.

a) Les captures

Les premières captures remontent à la fin des années 1950. Au total, 1170 chamois et 632 mouflons ont été capturés entre 1959 et 2001. Parmi eux, 633 chamois et 449 mouflons

ont été cédés dans le but de renforcer ou créer d'autres populations. Actuellement, il n'y a plus d'exportation et tous les animaux capturés sont relâchés sur le site de piégeage.

Les captures se déroulent en général entre mai et septembre. Deux techniques de piégeage sont employées : les cages et les filets tombants, baptisés « cham'arches » (Jullien *et al.*, 2001a). Dans les deux cas, l'appât utilisé est le sel pour lequel il existe un appétit spécifique inné chez les ruminants (Paragon, 1995). La répartition des pièges sur le terrain est indiquée dans le *tableau III*. Les parenthèses signifient que les pièges sont en place mais ne sont pas utilisés actuellement.

	Armenaz	Chardon Bleu	Curtillet	Pleuven	
Zone	1	2	3	4	TOTAL
Cage	(2)	5	(2)	0	5 + (4)
Filet	2	0	1	1	4

Tableau III : répartition des pièges utilisés pour capturer les ongulés sauvages dans les quatre zones d'étude.

Les cages :

Les premières cages ont été installées en 1969. Huit cages sont actuellement en place mais, depuis l'été 2000, seules les cinq cages situées dans la zone de *Chardon Bleu* sont utilisées.

Ces pièges sont installés en milieu forestier et sont laissés en place pour plusieurs saisons. Les parois et le toit sont constitués d'un grillage métallique et l'ouverture unique est formée par une porte guillotine. Les chamois et les mouflons sont appâtés tout au long de l'année à l'aide de sel, afin qu'ils prennent l'habitude de fréquenter ces salines artificielles. Le système de fermeture se déclenche quand un animal se rapproche de l'appât et heurte un fil de pêche peu visible. La porte étant reliée à un émetteur radio, il est possible de savoir si le piège est refermé ou non, sans avoir besoin de l'approcher : si le signal cesse, c'est que la porte s'est refermée. En pratique, cela permet un gain de temps pour le personnel et le dérangement des ongulés sauvages susceptibles de se trouver à proximité du piège est limité. Les cages sont efficaces et les accidents de capture sont rares. Cependant, elles permettent surtout de capturer des jeunes de première année, peu méfiants mais sont peu fréquentées par les femelles suitées. Des études sur le succès de reproduction étant en cours, un type de piège plus approprié à la capture des femelles et des chevreaux a été mis au point.

La « Cham'arche » ou filet tombant

Quatre filets tombants sont en place actuellement (*tableau IV*) : deux dans la zone 1 (*Armenaz* et *Pécloz*), un dans la zone 3 (*Curtillet*) et un dans la zone 4 (*Pleuven*). Un cinquième site a été préparé en 2002 sur le secteur de Charbonnet (zone 4).

Nom du filet	Zone	Année d'installation	Première utilisation
Armenaz	1	1993	1995
Pleuven	4	1996	1998
Curtillet	3	1998	1998
Pécloz	1	2001	2001

Tableau IV : liste des filets tombants utilisés pour capturer les ongulés sauvages.

Un filet de nylon, à larges mailles, est centré sur un mât en aluminium et encadré latéralement par des barres métalliques horizontales. Il est maintenu à une hauteur d'environ 1,5 mètres, de façon à laisser passer les ongulés à capturer, attirés par du sel disposé autour du pilier central. La particularité de ce piège, par rapport aux cages, est la possibilité de le déclencher à distance, au moment souhaité. Il est donc possible de « choisir » les animaux que l'on va capturer. Au moment du déclenchement, le filet tombe par gravité et les animaux restent prisonniers du filet maintenu au sol par les barres latérales. L'équipe de piégeurs arrive sur le site dans les minutes qui suivent, ce qui limite au maximum la durée de stress des animaux. Les accidents de captures sont très rares. En outre, ce piège permet de capturer beaucoup d'individus à la fois. L'inconvénient majeur est la dépendance vis à vis des conditions météorologiques puisqu'il est nécessaire d'avoir un minimum de visibilité pour déclencher le piège au moment où les animaux sont bien situés sous le filet. Des problèmes techniques avec le système de télécommande sont parfois rencontrés.

Les captures de chevreaux :

Entre 1993 et 1997, des captures de chevreaux ont été menées à l'aide de chiens de berger dans la zone *Armenaz-Pécloz* (Jullien *et al.*, 1994). Au total, 25 chevreaux ont été marqués grâce à cette méthode. Elle a été abandonnée en 1998 car le rendement n'était globalement pas très bon. Ainsi, en 1997, quatre chevreaux seulement ont été capturés pour 18 jours consacrés entièrement à ces captures par les agents de terrain.

b) Le marquage et le suivi des individus

Le marquage des chamois a débuté en 1985. A la fin de la saison de capture 2001, 494 chamois avaient été marqués. Deux techniques sont utilisées pour l'identification des animaux : les colliers et les boucles auriculaires. Les **colliers** permettent un suivi visuel, à distance, des individus. Ils sont formés d'un morceau de corde sur lequel sont attachés trois fanions de couleur portant chacun une lettre ou un signe. Chaque combinaison de couleur est propre à un animal. Les chamois ainsi marqués peuvent être repérés et identifiés à distance, à l'aide de jumelles ou d'une longue-vue. Pour les chevreaux, un collier particulier est utilisé, afin de ne pas gêner l'animal au cours de sa croissance. Les **boucles**, identifiées par un numéro à quatre chiffres, sont du même type que celles utilisées pour le marquage des ruminants domestiques. Elles sont apposées sur les oreilles lorsque l'animal est tenu en main. Elles doivent permettre d'identifier un individu re-capturé qui aurait perdu son collier. Les chamois marqués sont ensuite suivis visuellement tout au long de l'année. Le suivi des mouflons est beaucoup moins intensif.

c) Le recueil de données biométriques et biologiques

Les reprises sont l'occasion de relever un certain nombre de données sur des individus vivants et, *a priori*, en bonne santé. De plus, certains renseignements tels que le sexe et l'âge, déterminé à partir des anneaux de croissance des cornes, sont indispensables pour le suivi des individus marqués. Depuis 1992, les animaux sont systématiquement pesés. Les mensurations du métatarse et des cornes sont relevées pour des études de biométrie et un prélèvement de fèces est effectué pour déterminer le taux d'azote fécal afin d'estimer la teneur en protéines du régime alimentaire. Des fragments cutanés, prélevés lors de la pose des boucles auriculaires,

sont conservés dans de l'éthanol pour faire l'objet d'une analyse génétique. Enfin, du sang est collecté systématiquement pour rechercher la trace sérologique de plusieurs agents pathogènes connus chez les ruminants domestiques. Un examen clinique sommaire est aussi effectué.

d) L'examen du tableau de chasse

Les fédérations départementales de chasseurs de la Savoie et la Haute-Savoie (pour les animaux tués en périphérie) et l'ONCFS (pour les tirs sélectifs en réserve) ont mis en place un suivi sanitaire à partir des animaux tués à la chasse dès 1980 (Houssin, 1992). Pour chaque animal prélevé, une fiche destinée à l'analyse du tableau de chasse doit être complétée. Des renseignements sur le tireur, le lieu du prélèvement et les caractéristiques de l'animal abattu y sont consignés (Couilloud *et al.*, 1999).

Au moment de l'examen du tableau de chasse, les animaux sont pesés et soumis à un rapide examen externe puis interne. Différents organes sont collectés pour des programmes de recherche sur les bioindicateurs : mâchoires inférieures, métatarses et fémurs pour récolter la moelle osseuse (indice de condition), reins (mesure du taux de graisse périnéale et calcul du *Kidney Fat Index*), ovaires et tractus génitaux (histoire de reproduction des femelles à partir des corps jaunes).

C/ Effectifs

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer l'effectif des populations : les comptages traditionnels, les circuits, les modèles capture-marquage-recapture et les bioindicateurs.

Les comptages traditionnels ou « pointage flash »

Ils sont effectués une fois par an, à la même période, sur la totalité de la réserve et sa proche périphérie. Ils consistent en un dénombrement des animaux vus au cours d'une journée par des équipes parcourant l'ensemble du territoire à dénombrer. Des observateurs fixes ont pour rôle de noter les déplacements des animaux afin d'éviter les doubles comptages. Pour les chamois, ces opérations ont lieu chaque année durant la première quinzaine de novembre, ce qui correspond au début du rut pendant lequel les mâles sont plus facilement observables. Le premier comptage de chamois remonte à 1961 : 328 individus avaient alors été dénombrés. Aujourd'hui, la population évaluée par comptage traditionnel est supérieure à 1200 individus. Ainsi, lors du comptage de 1999, 1173 animaux ont été observés et, en 2001, le chiffre était de **1150 chamois**. Les résultats étaient de **191 mouflons** en 2001 et 202 en 2000.

Cette méthode fournit un **nombre minimal d'individus** présents sur le site (Houssin *et al.*, 1994) mais sous-estime l'effectif réel de la population car il n'est pas possible que tous les animaux soient vus au cours de cette seule journée (Loison, 2001). Le taux de sous-estimation varie en fonction des conditions météorologiques, de la saison, du milieu, du secteur et de la densité des animaux. Néanmoins, le pointage-flash peut être utilisé pour le suivi des populations, comme **indice de variation** de l'effectif (Loison, 2001).

Les circuits

Des circuits standardisés sont parcourus plusieurs fois par an par un même observateur qui note tous les animaux rencontrés et leurs caractéristiques (sexe, tranche d'âge, identification si l'individu est marqué). Dans les Bauges, il existe un circuit par zone, répété trois fois dans la saison (Loison, 1995). Les circuits permettent d'effectuer un suivi des **tendances d'effectifs**, mais pas une estimation de l'effectif proprement dit. Le nombre moyen d'animaux vus par circuit peut servir d'**indice d'abondance** quand les circuits sont répétés chaque année.

Les modèles capture-marquage-recapture

La méthode CMR est basée sur l'observation des individus marqués. Chaque animal marqué possède une « histoire de capture » caractérisée par une succession de 1 (s'il a été observé) ou de 0 (s'il n'a pas été vu). Ces modèles prennent en compte la probabilité d'observation des animaux et aboutissent à une **estimation de l'effectif** en tant que tel (Loison, 2001).

Les bioindicateurs

On appelle bioindicateur une variable qui covarie avec un paramètre démographique et qui permet de mieux appréhender le fonctionnement des populations (Loison, 2001). Le poids des chevreaux, par exemple, semble dépendre des conditions environnementales et constituer un bioindicateur pertinent (Loison, 2001 ; Couilloud *et al.*, 1999).

D/ Répartition spatiale

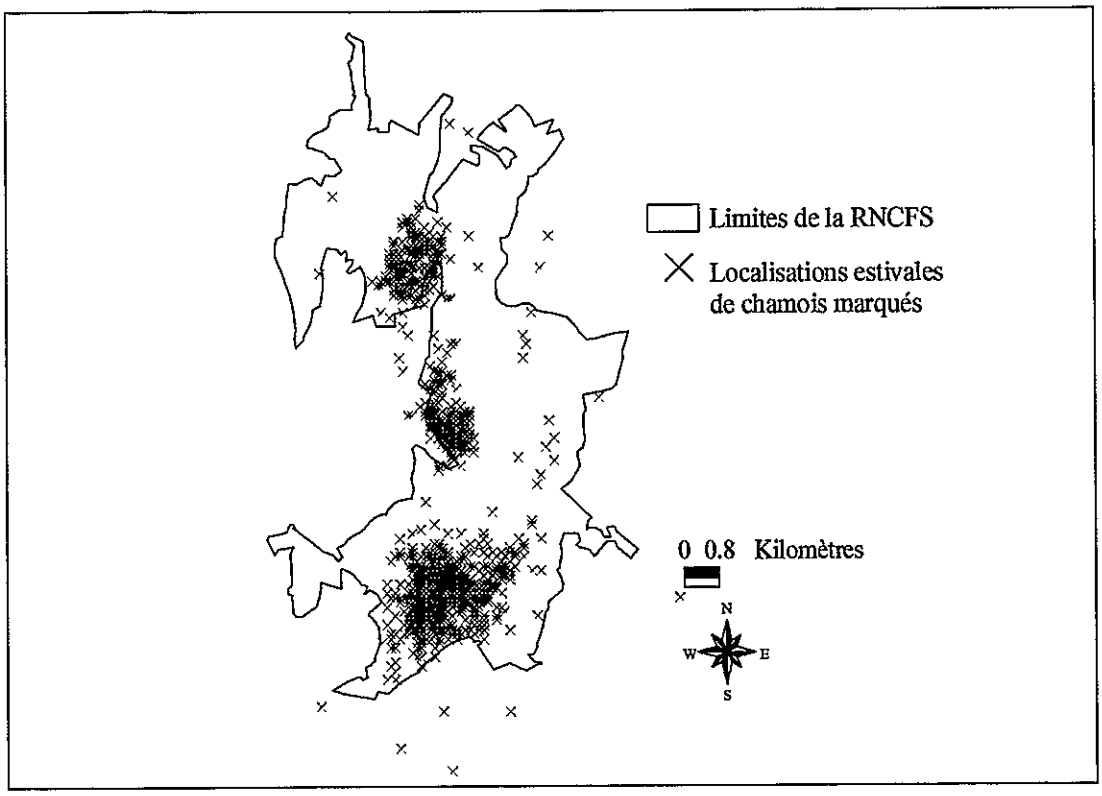
Chamois

La répartition spatiale des chamois est étudiée grâce aux individus porteurs d'un collier. Des observations sont effectuées tout au long de l'année mais surtout en été et en automne. Il s'agit d'un suivi visuel et non pas télémétrique donc tous les déplacements ne sont pas connus. Les études menées par Loison (1995) ont montré que la population de chamois des Bauges est bien établie depuis 1993 et que les échanges d'individus entre notre territoire d'étude et le reste du massif des Bauges sont restreints car les animaux sont fidèles à certaines unités spatiales. Trois unités à chevauchement peu important ont pu être mises en évidence et l'existence de **sous-populations** de chamois, stables au plan spatial mais instables au plan social a été suggérée (Jullien *et al.*, 1998). Néanmoins, les chamois des Bauges constituent bien une seule et même population car des mouvements d'exploration, temporaires ou définitifs, sont fréquents. Il en résulte très probablement un brassage de gènes et un **échange d'agents pathogènes**. La *figure 10* représente les localisations estivales observées pour les chamois marqués de 1985 à 2002 (voir aussi l'*annexe 1*). Seuls les chamois capturés dans les zones 1, 2 et 3 sont pris en compte car le piège de la zone 4 n'a été mis en place qu'en 1996.

Mouflons

Les mouflons sont présents dans chacune des quatre zones d'étude mais ils ne fréquentent régulièrement que les sites de capture de *Curtillet* (zone 3) et *Pleuven* (zone 4). Ils sont par contre peu présents dans la zone 1 (*Armenaz*), principale zone étudiée pour le suivi des animaux marqués. Peu de données sont donc disponibles à leur sujet.

Figure 10 : localisations individuelles des chamois marqués de 1985 à 2002 (d'après Julien 2002)



III. ONGULES DOMESTIQUES

Le pastoralisme est une activité traditionnelle qui confère une certaine authenticité aux paysages de montagne. La production de fromage, notamment de la tome des Bauges, qui bénéficie depuis peu d'une Appellation d'Origine Contrôlée, fait de l'activité pastorale une composante essentielle de l'agriculture baujue.

A/ Espèces présentes

La pression pastorale est surtout représentée dans les Bauges par des troupeaux **bovins**, constitués en majorité de vaches laitières des races Montbéliarde, Abondance, Tarine ou Prime Holstein. Les **chèvres** sont aussi fréquentes dans les Bauges, contrairement aux **moutons** qui sont très minoritaires. Dans notre territoire d'étude, seuls trois troupeaux ovins ont été recensés et l'un d'entre eux ne possède pas plus de cinq individus.

Les activités d'élevage sont actuellement en mutation. Les troupeaux bovins laitiers sont remplacés peu à peu par des bovins de race bouchère, des génisses et des vaches taries qui requièrent moins de travail en alpage (Durand, 1997). Le plus souvent, les animaux proviennent d'élevages peu éloignés des estives, qui appartiennent à la même commune ou à une commune limitrophe. Les mouvements d'un département à l'autre sont rares, sauf entre la Savoie et la Haute-Savoie puisque les Bauges sont à cheval sur ces deux départements. Seul un troupeau caprin fait le voyage chaque année depuis le département de Saône et Loire pour venir estiver en montagne.

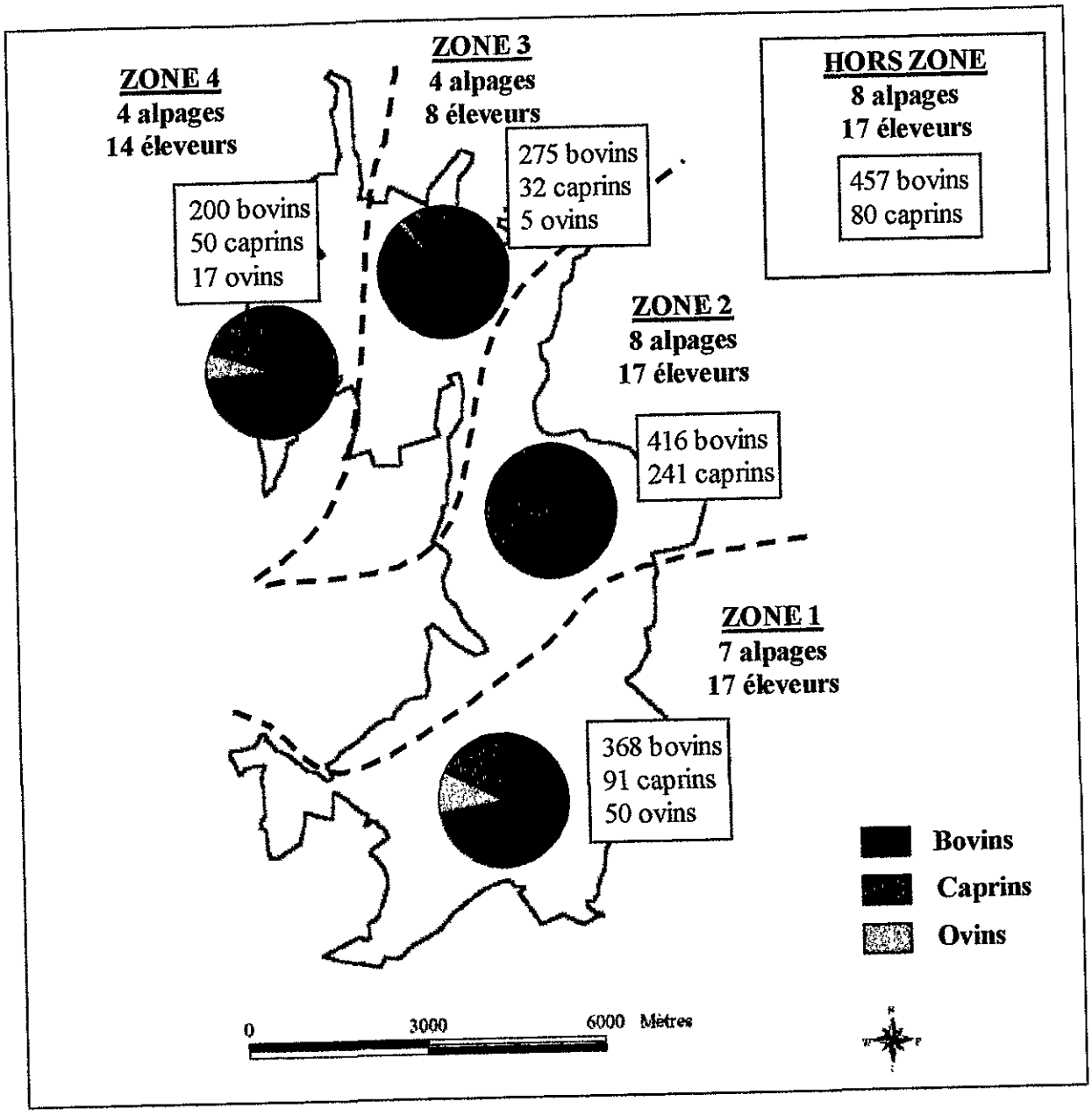
B/ Suivi et gestion

Le Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques (SCEES) du Ministère de l'Agriculture mène périodiquement des enquêtes pastorales. En région Rhône-Alpes, le premier recensement de ce type a été effectué en 1972 (Ivanes & Msika, 2000). D'autres enquêtes ont suivi, notamment en 1983 et en 1996. Les données recueillies comprennent le nombre et la superficie des unités pastorales, les effectifs des animaux, le mode de gardiennage, le type de bâtiment et les moyens de contention des animaux. Les deux dernières enquêtes montrent que le domaine pastoral a peu évolué en treize ans dans les départements de la Savoie et la Haute-Savoie. Par ailleurs, différents organismes interviennent dans la gestion et le suivi des alpages des Bauges, notamment la Société d'Economie Alpestre, le Cemagref, les Groupements de Défense Sanitaire, le Parc Naturel Régional des Bauges et le Groupement de Valorisation Agricole.

C/ Effectifs

La fréquentation du massif des Bauges par les ongulés domestiques est réduite par rapport à d'autres massifs alpins. Les effectifs ont beaucoup varié au fil du temps mais, après 1990, la pression pastorale en périphérie de la réserve a peu varié et les effectifs sont restés sensiblement les mêmes jusqu'à aujourd'hui. Les résultats de notre enquête personnelle pour l'année 2000 font état de **1242 bovins, 414 caprins** et **72 ovins** en proche périphérie (zones 1, 2, 3 et 4). Ces animaux se répartissent sur 24 alpages dont 5 sont situés à l'intérieur de la RNCFS des Bauges. La répartition par zone des différents alpages est détaillée dans la *figure 11*. Les effectifs indiqués pour les animaux domestiques sont ceux obtenus pour l'année 2000 mais peu de variations ont été constatées entre 2000 et 2001. La période d'estive se situe la plupart du temps entre début juin ou mi-juin et fin septembre ou début octobre.

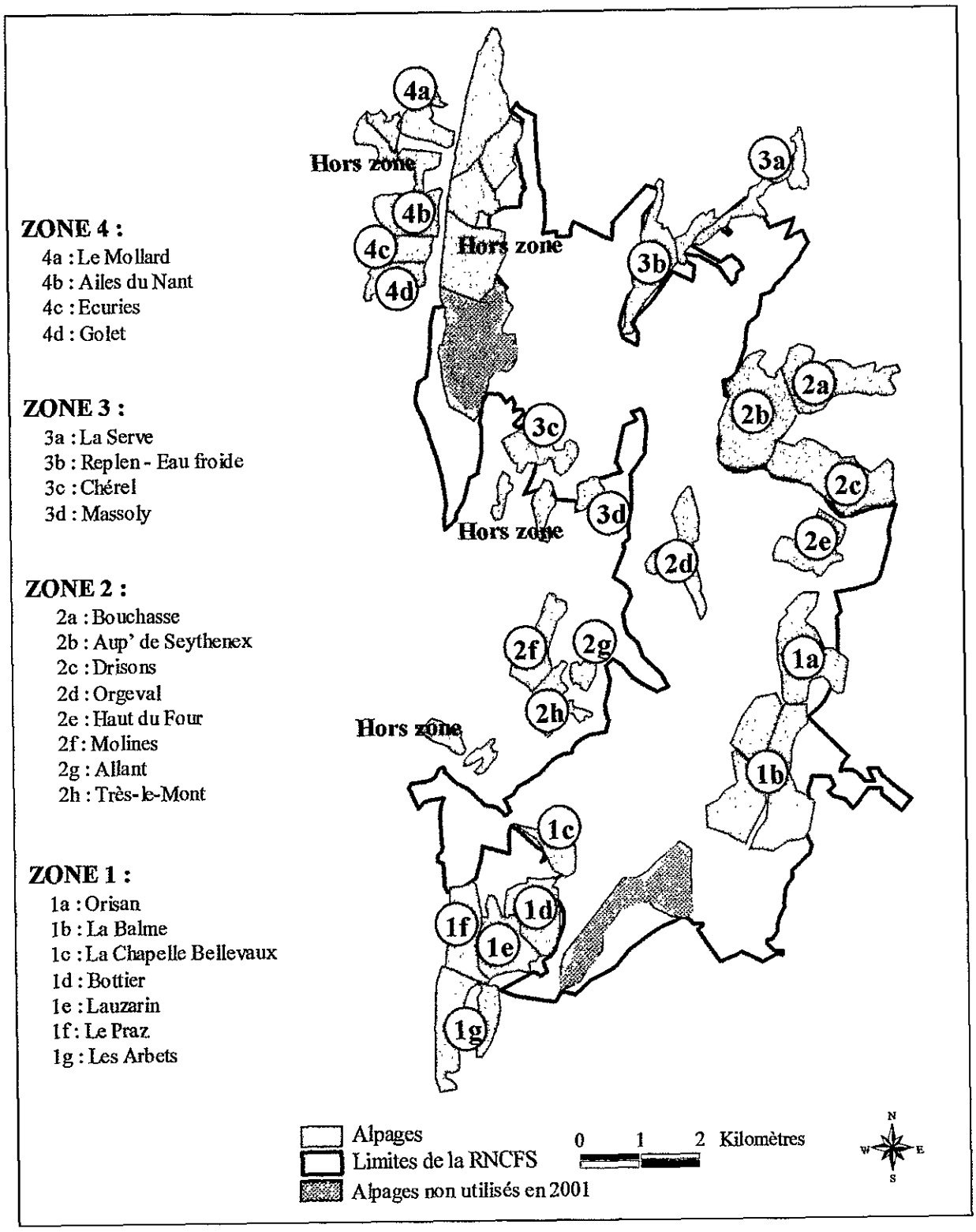
Figure 11 : effectifs des animaux en alpage dans la RNCFS des Bauges et sa proche périphérie en 2000.



D/ Répartition spatiale

Les unités pastorales sont de petite taille dans les Bauges, la majorité ne dépassant pas une cinquantaine d'hectares. Pour cette raison et du fait de la production traditionnelle de fromages fermiers, les alpages gérés individuellement sont nombreux. Parfois, les éleveurs prennent également en pension des génisses de l'avant pays. A l'inverse, certains mettent leurs génisses en gardiennage et montent en alpage dans un autre site avec les femelles laitières. Les alpages collectifs, qui permettent le regroupement de plusieurs petits troupeaux, restent relativement fréquents. La montée en alpage est donc à l'origine d'un **brassage d'animaux de provenances diverses**. La carte de la *figure 12* représente la répartition des unités pastorales aux abords immédiats de la réserve et leur localisation au sein des quatre zones d'étude.

Figure 12 : distribution spatiale des activités pastorales.



Ayant présenté le territoire d'étude et les populations d'ongulés sauvages et domestiques présentes dans la RNCFS des Bauges et sa périphérie, nous allons maintenant aborder la partie expérimentale de cette thèse.

Le travail consistait d'une part à dresser l'historique des maladies abortives des ongulés sauvages et domestiques de la zone d'étude et, d'autre part, à effectuer et interpréter des analyses sérologiques complémentaires.

Nous présenterons dans une première partie le protocole mis en place. Les résultats seront ensuite exposés, puis discutés.

Matériel et méthodes

Femelle chamois avant son lâcher, pattes attachées, avec boucles auriculaires et collier de marquage.

I. ONGULES SAUVAGES

A/ Etude rétrospective des maladies abortives

L'historique des maladies abortives chez les ongulés sauvages a pu être établi grâce à l'existence d'une surveillance sanitaire permanente dans les réserves nationales de chasse et de faune sauvage de montagne. A chaque animal, capturé vivant ou trouvé mort, est associée une « fiche individuelle de santé » portant un numéro de référence. Dans la RNCFS des Bauges, le suivi sanitaire est en place depuis 1977.

1. Objectif

L'objectif de l'étude rétrospective des maladies abortives était de déterminer si les ongulés sauvages de la RNCFS des Bauges avaient eu des antécédents de maladies abortives depuis la mise en place du suivi sanitaire.

2. Données cliniques et anatomo-pathologiques

Les données cliniques ont été obtenues d'une part grâce à l'observation à distance des animaux et d'autre part grâce à la capture d'animaux vivants. Les données anatomo-pathologiques proviennent de l'examen *post-mortem* des animaux trouvés morts ou abattus à la chasse.

a) Observation des animaux vivants à distance

Elle ne permet de repérer que des anomalies très visibles extérieurement telles que des troubles locomoteurs (boiteries, traumatismes), visuels (cécité, larmier), nerveux (tournis, prurit, paralysie), cutanés (alopécie, croûtes, prurit), digestifs (diarrhée), respiratoires (toux, jetage) et des traumatismes (corne cassée, plaie, fracture). Quand des animaux en profonde détresse physiologique sont observés, ils sont abattus et sont soumis à un examen *post-mortem* au même titre que les individus trouvés morts.

Pour établir l'historique des maladies abortives, nous avons retenu les informations concernant les **chevreaux affaiblis** avec notamment présence de troubles respiratoires ou digestifs.

b) Observation des animaux vivants tenus en main

A l'occasion des captures, un rapide examen externe est effectué. Le docteur vétérinaire P. Gibert, vacataire à l'ONCFS, est tenu informé des éventuelles anomalies constatées et ces données sont rappelées dans le rapport annuel d'activité. En cas d'accident de capture mortel, l'animal est descendu pour être autopsié.

Des observations telles qu'un **écoulement vulvaire**, une modification du **lait** et un gonflement de la **mamelle** (pour les femelles) ou une **orchite** (pour les mâles) étaient essentielles dans le cadre de notre étude, de même que celles de **chevreaux faibles**, car cela peut être la conséquence d'une infection de la mère par des agents pathogènes responsables d'avortement. Il était aussi intéressant de noter la présence d'ectoparasites, notamment de **tiques** puisque celles-ci peuvent assurer la transmission de la fièvre Q.

c) Observation des animaux morts naturellement

Dans les Bauges

La découverte de cadavres encore en bon état de conservation permet une surveillance sanitaire passive des maladies grâce à une autopsie complète avec si nécessaire une recherche bactériologique sur les organes lésés. Cependant, ces découvertes sont aléatoires, et globalement, peu fréquentes.

Nous avons fait l'inventaire des données recueillies dans le but de relever toute **anomalie génitale** constatée. Là encore, nous avons aussi prêté une attention particulière aux examens réalisés sur les **chevreaux**.

Données du réseau SAGIR

Le réseau SAGIR est un réseau de surveillance sanitaire de la faune sauvage qui dresse un diagnostic des causes de mortalité des animaux trouvés morts et apportés à un laboratoire d'analyses vétérinaires pour être autopsiés. Nous avons consulté la base de données SAGIR afin de savoir si des maladies abortives avaient été suspectées sur des ongulés sauvages de montagne (chamois, mouflons, bouquetins) trouvés morts en France.

d) Observation des animaux abattus à la chasse

Les organes suspects repérés lors de l'examen du tableau de chasse sont prélevés et transmis au docteur Gibert pour être examinés. Les anomalies intéressantes dans le cadre de notre étude étaient celles touchant l'**appareil génital** mâle ou femelle et les **fœtus** présents dans l'utérus des femelles gestantes.

3. Données sur le succès de reproduction

Il nous a semblé important de voir s'il existait une corrélation entre les résultats sérologiques obtenus depuis 1980 pour les maladies abortives sur les ongulés sauvages et les paramètres démographiques calculés par ailleurs. L'**indice de reproduction**, qui correspond au rapport « nombre de chevreaux / nombre de femelles en âge de reproduction (plus de 2 ans révolus) » observés au printemps et au début de l'été, est le paramètre que nous avons pris en considération. Il traduit d'une part l'aptitude des femelles à être fécondées et à mener à terme leur gestation et, d'autre part, la capacité des chevreaux à survivre en période *post-partum*.

4. Données sérologiques

Les premiers prélèvements en vue d'analyses sérologiques remontent à l'année 1980. Les sérums ont été analysés chaque année pour différentes maladies, en fonction des objectifs du moment et du budget attribué : brucellose, fièvre Q, chlamydophilose, salmonellose abortive ovine, pestiviroses, lentiviroses, mycoplasmoses, toxoplasmose, épididymite contagieuse et paratuberculose. Nous avons consulté la base de données du laboratoire d'analyses vétérinaires (LDAV) de Savoie qui rassemble les résultats de toutes les analyses sérologiques effectuées sur les chamois et mouflons de la RNCFS depuis 1980.

B/ Enquête sérologique

1. Objectif

L'objectif était de poursuivre la recherche sérologique des maladies abortives en 2000 et 2001 en prélevant au minimum 100 chamois sur deux ans.

2. Animaux concernés

Les prélèvements ont été réalisés sur tous les chamois capturés vivants, quels que soient leur sexe et leur âge. Le nombre d'animaux capturés s'avérant insuffisant, des prélèvements de sang complémentaires ont été effectués sur des femelles de plus de deux ans tuées à la chasse.

3. Réalisation des prélèvements

Sur animal vivant

Le sang a été prélevé à la veine jugulaire sur un ou deux tubes secs de 10 mL, l'animal étant en décubitus latéral, les pattes attachées et les yeux cachés par une bonnette.

Sur animal mort

Le sang a été prélevé dans le cœur ou au niveau des gros vaisseaux des cavités thoracique ou abdominale (aorte, veine hépatique, veine cave). Le prélèvement a souvent été effectué tardivement, au moment de l'examen du tableau de chasse, bien qu'il eût été préférable de le faire juste après la mort de l'animal, quand celui-ci est vidé avant d'être transporté.

4. Acheminement des prélèvements

Les prélèvements étaient descendus rapidement, en limitant autant que possible les chocs et les secousses qui augmentent les risques d'hémolyse, puis ils étaient placés au réfrigérateur. Ils devaient parvenir au laboratoire (LDAV de Chambéry) sous 24 à 48 heures, accompagnés d'une fiche de commémoratifs portant le numéro d'identification de l'animal.

5. Nombre de prélèvements analysés

a) Année 2000

En 2000, 37 chamois ont été capturés vivants. Parmi eux, 36 ont fait l'objet d'un prélèvement sanguin. Des prélèvements supplémentaires ont été réalisés à l'automne sur 22 animaux tués à la chasse. Le détail des prélèvements de l'année 2000 est présenté dans le *tableau V*.

Année 2000	Prélèvements parvenus au laboratoire	Sang altéré	Prélèvements utilisables par le laboratoire
Reprises d'animaux vivants	36 chamois	1	35
Animaux tués à la chasse	14 chamois + 1 mouflon	2 (chamois)	12 (+1)
TOTAL	50 chamois	3	**47 chamois**
	1 mouflon	0	**1 mouflon**

Tableau V : prélèvements sanguins réalisés sur les ongulés sauvages de la RNCFS des Bauges en 2000.

b) Année 2001

En 2001, 48 chamois ont été capturés vivants et 40 d'entre eux ont subi un prélèvement de sang rapporté au laboratoire. Durant la saison de chasse, 24 prélèvements complémentaires ont pu être effectués. Au total, 58 sérums de chamois ont pu être analysés en 2001 (*tableau VI*).

Année 2001	Prélèvements parvenus au laboratoire	Sang altéré	Prélèvements utilisables par le laboratoire
Reprises d'animaux vivants	40 chamois	0	40
Animaux tués à la chasse	24 chamois	6	18
TOTAL	64 chamois	6	**58 chamois**

Tableau VI : prélèvements sanguins réalisés sur les ongulés sauvages de la RNCFS des Bauges en 2001.

En 2000 et 2001, 105 chamois et 1 mouflon ont donc participé à l'enquête sérologique (*tableau VII*). L'objectif initial de 100 prélèvements de sang sur deux ans a été atteint.

SYNTHESE	Prélèvements utilisables par le laboratoire		
	Année 2000	Année 2001	TOTAL
Reprises d'animaux vivants	*35*	*40*	*75*
Animaux tués à la chasse	*12 (dont 1 mouflon)*	*18*	*30 (+1)*
TOTAL	47 chamois	58 chamois	**105 chamois**
	1 mouflon	0 mouflon	**1 mouflon**

Tableau VII : prélèvements sanguins réalisés sur les ongulés sauvages de la RNCFS des Bauges en 2000-01.

6. Maladies recherchées

Comme les années précédentes, la trace sérologique de plusieurs maladies a été recherchée. Dans le cadre de l'étude sur les maladies abortives, nous nous sommes intéressés aux résultats des sérologies **chlamydophilose, fièvre Q, salmonellose abortive ovine** et **pestivirose**. La sérologie brucellose était réalisée comme chaque année mais n'entrait pas dans le cadre de cette étude.

La sérologie **toxoplasmose** n'a pas été réalisée. En effet, la production par l'AFSSA Sophia-Antipolis du kit ELISA avec résultats quantitatifs, habituellement utilisé par le laboratoire, a été arrêtée. Un test qualitatif aurait pu être utilisé mais, comme les analyses des années précédentes ont toujours été négatives, il n'a pas semblé nécessaire de poursuivre ces investigations.

C/ Enquête bactériologique

1. Objectif

L'objectif était de mettre en évidence des agents pathogènes responsables d'avortement dans les nœuds lymphatiques qui drainent l'appareil génital femelle. Ce diagnostic direct devait permettre un diagnostic de certitude contrairement à la sérologie pour laquelle on ne sait pas, à l'heure actuelle, interpréter les résultats sur les ongulés sauvages.

2. Animaux concernés

Les prélèvements ont porté sur les femelles chamois tuées à l'occasion des tirs sélectifs à l'intérieur de la réserve, avec une préférence pour les primipares car la quantité d'agent pathogène détectable était supposée plus importante chez les jeunes femelles que chez les plus âgées.

3. Réalisation des prélèvements

Le personnel de la RNCFS des Bauges s'est chargé de la réalisation des prélèvements. Initialement, les nœuds lymphatiques rétro-mammaires et iliaques médiaux devaient être prélevés. Sur le terrain, les premiers se sont avérés difficiles à repérer rapidement au sein du tissu mammaire. Seuls les nœuds lymphatiques iliaques médiaux, facilement accessibles au fond de la cavité abdominale, ont donc été prélevés.

4. Acheminement des prélèvements

Les nœuds lymphatiques prélevés étaient immédiatement placés dans un pot stérile et mis au réfrigérateur. L'acheminement au LDAV de Chambéry devait se faire le jour même. En cas d'impossibilité majeure, ils devaient être congelés immédiatement.

5. Nombre de prélèvements analysés

Vingt-quatre prélèvements ont été effectués (vingt-deux entre le 5 septembre et le 3 novembre 2000, puis deux les 23 et 25 janvier 2001).

6. Maladies recherchées

Les techniques bactériologiques utilisées permettaient l'isolement de germes banaux, de salmonelles et de brucelles. La présence de chlamydies, de coxielles et de brucelles était recherchée par bactérioscopie (colorations de Stamp et de Gimenez).

D/ Surveillance visuelle

Une intensification des observations de terrain au moment des mises bas et dans le mois qui précède était prévue, dans l'espoir de retrouver un avorton ou d'observer des chevreaux nouveau-nés. De façon générale, les prospections de terrain devaient être accentuées dans le but d'augmenter le nombre de cadavres découverts.

II. ONGULES DOMESTIQUES

A/ Etude rétrospective des maladies abortives

Les troupeaux se rendant en alpage dans la réserve des Bauges et sa périphérie ne sont soumis à aucun contrôle particulier. Le statut sanitaire des ruminants domestiques en estive est donc totalement inconnu sauf pour les maladies réglementées (**brucellose, leucose bovine** et **tuberculose**), la **rhinotrachéite infectieuse bovine** (en Savoie, uniquement dans les alpages collectifs jusqu'en 2003 ; en Haute-Savoie, pour tous les alpages) et l'**agalaxie contagieuse des petits ruminants** : les troupeaux doivent en effet être indemnes de toutes ces maladies pour monter en alpage.

1. Objectif

L'objectif de cet historique était de déterminer si les troupeaux domestiques montant en alpage dans la RNCFS des Bauges et sa périphérie avaient des antécédents de maladies abortives.

2. Historique des montées en alpage

Pour chaque saison d'estive, il nous a fallu déterminer quels étaient les éleveurs montés en alpage dans la réserve ou sa périphérie. Pour cela, nous avons consulté les déclarations de transhumance détenues par les Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV) de Savoie et Haute-Savoie. Pour tout déplacement d'animaux, même au sein d'une même commune, une demande d'autorisation auprès de la DDSV du département est en effet obligatoire (arrêté interministériel du 8 août 1995). Celle-ci vérifie que le troupeau est indemne de maladie réglementée et à jour dans sa prophylaxie. Le *tableau VIII* présente les années pour lesquelles il a été possible de consulter ces données.

Département	Espèce	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992
Savoie	Bovins	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	/	oui
Savoie	Petits ruminants	oui	oui	/	/	/	oui	oui	oui	oui	oui
Haute-Savoie	Bovins	oui	oui	/	/	/	/	/	/	/	/
Haute-Savoie	Petits ruminants	oui	oui	/	/	/	/	/	/	/	/

Tableau VIII : années de consultation des déclarations de transhumance aux DDSV 73 et 74.

Nous avons complété cette liste grâce à une enquête personnelle auprès des éleveurs, des vétérinaires et de différents acteurs locaux (Société d'Economie Alpestre, Groupements de Défense Sanitaire, Cemagref, Groupement de Valorisation Agricole, Parc Naturel Régional des Bauges). Nous avons également repris les données publiées par Durand (1997) qui s'appuyaient à la fois sur les résultats de l'enquête pastorale de 1996 et sur une enquête de terrain. Ce travail nous a ensuite servi de base effectuer l'historique des avortements.

3. Historique des avortements

Pour chaque éleveur monté en alpage depuis 1992, nous avons recherché s'il y avait eu des avortements durant les mois et les années précédant la transhumance. Une enquête rétrospective a d'abord été tentée auprès des vétérinaires locaux mais elle s'est avérée peu fructueuse. Nous nous sommes ensuite adressés aux DDSV de Savoie et de Haute-Savoie afin de consulter les déclarations d'avortement, celles-ci étant obligatoires pour les bovins et les petits ruminants. Finalement, c'est en consultant les archives des laboratoires vétérinaires départementaux de Savoie et de Haute-Savoie que nous avons pu obtenir le plus de renseignements. En effet, en plus des analyses concernant la recherche de brucellose, nous pouvions y consulter les résultats sérologiques pour d'autres maladies abortives, notamment celles étudiées dans le cadre de ce programme, ainsi que les résultats d'analyses bactériologiques. Les archives des années précédentes étaient accessibles de **1991 à 2001 pour la Savoie** et de **1977 à 2001 pour la Haute-Savoie**. Les recherches ont porté sur un total de 101 éleveurs (60 en Savoie et 41 en Haute-Savoie).

4. Historique des analyses sérologiques

Les résultats d'analyses sérologiques effectuées sur certains troupeaux, soit à la demande du vétérinaire traitant (essentiellement pour la BVD dans le but de repérer des animaux IPI excréteurs), soit à la demande de l'ONCFS pour des troupeaux suspects montant en alpage dans ou en périphérie de la RNCFS étaient aussi disponibles dans la base de donnée informatique du LDAV de Savoie. Bien que ces analyses aient été effectuées en dehors d'un contexte d'avortement, leurs résultats ont aussi été relevés.

B/ Enquête sérologique

L'enquête de terrain consistait à prélever 5 mL de sang sur les bovins, ovins et caprins montés en alpage dans la RNCFS des Bauges ou sa proximité durant l'été 2000.

1. Objectif

L'objectif était de réaliser des sérologies vis à vis des cinq maladies prises en compte dans le programme d'étude (chlamydophilose, fièvre Q, salmonellose ovine, pestiviroses et toxoplasmose).

2. Animaux concernés

Tous les bovins, ovins et caprins introduits dans la RNCFS des Bauges ou ayant eu la possibilité de contacts avec les chamois et mouflons de la réserve étaient concernés par cette enquête. Une enquête préalable, s'appuyant sur les travaux de Durand (1997), les conseils de différents acteurs concernés (personnels ONCFS, vétérinaires, éleveurs) et les déclarations de

transhumances déposées auprès des DDSV de Savoie et de Haute-Savoie, nous a permis de définir quels étaient les animaux à prélever. Les prélèvements devaient concerner les animaux de **plus de 6 mois** pour les **petits ruminants** et de **plus de 12 mois** pour les **bovins.**

Les éleveurs concernés ont été informés individuellement par courrier de la mise en place de cette enquête sérologique et les prélèvements ont été effectués sous couvert de leur accord. Seul un éleveur haut-savoyard a refusé de participer. Par ailleurs, les bovins détenus par l'un des éleveurs de Savoie n'ont pu être soumis au prélèvement car ils ont été vendus immédiatement après la descente d'alpage.

3. Réalisation des prélèvements

Pour chaque animal, 5 mL de sang ont été recueillis sur tube sec en plus du tube habituel servant au dépistage sérologique de la brucellose. Ces prélèvements sanguins ont été réalisés par (ou avec) le vétérinaire sanitaire de l'éleveur, au cours de la saison de prophylaxie obligatoire 2000-2001. Au total, 11 vétérinaires et 54 éleveurs ont participé à cette enquête (*tableau IX*).

	Savoie	Haute-Savoie	Saône et Loire	TOTAL
Vétérinaires	4	6	1	**11**
Eleveurs	32	21	1	**54**

Tableau IX : nombre d'éleveurs et de vétérinaires ayant participé à l'enquête sérologique par département.

Deux mille trente-deux prélèvements ont été réalisés, ce qui s'est avéré très supérieur à l'objectif initial de 1200 bovins, 250 caprins et 20 ovins (*tableau X*). En fait, des sérums ont été recueillis chez des éleveurs montant en alpage dans des zones qui se sont avérées relativement éloignées de la réserve (**hors zone**). En outre, certains vétérinaires ont réalisé plus de prélèvements qu'il ne leur avait été demandé.

4. Acheminement des prélèvements

Les échantillons de sang ont été envoyés au laboratoire départemental habituel du vétérinaire (LDAV de Savoie à Chambéry ou LIDAL à Annecy) avec la mention « étude maladies abortives - Bauges ». Les prélèvements réalisés en Saône et Loire, sur le troupeau de chèvres se rendant chaque été en alpage dans les Bauges, ont été apportés directement au LDAV de Savoie. Le nombre de prélèvements sanguins reçus par chacun des laboratoires est indiqué dans le *tableau X*.

Laboratoire	Bovins	Ovins	Caprins	Total
LDAV de Savoie	1206	5	272	1483
LIDAL de Haute-Savoie	414	17	118	549
Savoie + Haute-Savoie	**1620**	**22**	**390**	**2032**

Tableau X : nombre de prélèvements sanguins reçus par les laboratoires d'analyse par espèce.

Les prélèvements effectués chez un éleveur savoyard possédant des ovins et des caprins ont été égarés (lors de l'acheminement par la poste ?). Les prises de sang n'ont pas été refaites chez cet éleveur car le troupeau avait déjà été soumis à des analyses sérologiques en

1999 et nous avons appris qu'une vaccination contre la chlamydophilose et la fièvre Q avait été mise en place depuis.

5. Nombre de prélèvements analysés

Le nombre de sérums recueillis a été très supérieur à nos attentes initiales. Pour des raisons budgétaires, la quantité d'analyses à réaliser a dû être diminuée. Pour toutes les maladies, une restriction du nombre d'individus testés et du nombre de troupeaux testés (pour les alpages collectifs) a été décidée le 25 septembre 2001 :

- *Restriction du nombre de sérums analysés en fonction de l'espèce* : les efforts ont surtout porté sur les petits ruminants étant donné leur plus grande proximité avec les chamois et mouflons sur le plan phylogénétique et leur cohabitation spatiale étroite avec ces derniers.
- *Restriction du nombre de sérums analysés par troupeau* : pour les troupeaux de grande taille (plus de 20 animaux), il a été décidé de limiter le nombre d'analyses à 25% de l'effectif total, avec un minimum de 20 individus testés. En effet, d'après la loi binomiale, il faut prélever au minimum 17 à 18 animaux dans un troupeau pour détecter une maladie dont la prévalence est 15% (au risque 5% de se tromper). Il était toutefois prévu que l'ensemble du troupeau serait analysé en cas de séropositivité.
- *Restriction du nombre de troupeaux analysés par alpage* : les maladies étudiées étant des maladies de troupeau, l'important était de connaître le statut sanitaire des animaux d'un même alpage (quel que soit leur propriétaire). Pour les alpages collectifs (groupements pastoraux ou éleveurs ayant pris des animaux en pension), il a donc été décidé de limiter le nombre d'éleveurs dont les animaux feraient l'objet d'une analyse.
- *Restriction du nombre de troupeaux analysés par zone* : les analyses complémentaires à effectuer ont été définies en fonction de la localisation des alpages dans chacune des zones d'étude en tenant compte de l'origine des prélèvements réalisés avant le mois de septembre (moment où les restrictions ont été décidées). Le plus important était de s'assurer que les alpages les plus à risque sur le plan des interactions avec la faune sauvage étaient prélevés et que des analyses étaient réalisées dans chaque zone d'étude.

Du fait de ces restrictions, aucune analyse sérologique n'a été effectuée pour certains éleveurs bien que leurs animaux aient fait l'objet d'un prélèvement de sang.

6. Maladies recherchées

Il était initialement prévu de rechercher de façon systématique, chez tous les animaux domestiques prélevés, les cinq maladies abortives prises en compte dans le programme de recherche. Des restrictions ont là encore été proposées, justifiées par les connaissances épidémiologiques de chacune de ces cinq maladies. Les conventions adoptées sont présentées dans le ***tableau XI***.

Espèce	Maladies recherchées	Animaux prélevés	Nombre de sérums testés
Bovins	Chlamydophilose, fièvre Q, BVD	> 1 an	Effectif total si < 20 Sinon : 25% de l'effectif total avec un minimum de 20 individus
Ovins Caprins	Chlamydophilose, fièvre Q, border disease, salmonellose abortive ovine	> 6 mois	

Tableau XI : maladies recherchées dans les troupeaux domestiques.

a) Chlamydophilose et fièvre Q

Sachant que la fièvre Q et la chlamydophilose sont toutes deux relativement fréquentes en France et qu'elles affectent aussi bien les bovins que les petits ruminants, il a semblé pertinent de les étudier de façon approfondie chez les ongulés sauvages et domestiques de la RNCFS des Bauges. Ces deux maladies ont donc été recherchées chez les bovins, ovins et caprins pour lesquels des analyses ont été effectuées. La seule exception a concerné les troupeaux vaccinés (information fournie par le vétérinaire traitant). Certains éleveurs, dont les animaux avaient eu des réactions positives, ont de plus été contactés *a posteriori* afin de vérifier qu'une vaccination n'avait pas été réalisée par un autre vétérinaire.

b) Autres maladies

Salmonellose abortive ovine

La recherche d'anticorps vis à vis de *Salmonella Abortus ovis* a été effectuée uniquement chez les petits ruminants, l'infection étant très rare chez les bovins (Tainturier *et al.*, 1997a).

Pestiviroses : BVD (diarrhée virale bovine) et BD (border disease)

Au moment des restrictions budgétaires, le LIDAL avait déjà analysé une grande quantité de sérums pour cette maladie. Par conséquent, les sérums restant à traiter, en Savoie et Haute-Savoie, n'ont pas été testés pour les pestiviroses. Au final, la sérologie BVD a été plus souvent réalisée chez les éleveurs haut-savoyards.

Toxoplasmose

La sérologie toxoplasmose **n'a pas été effectuée** dans les Bauges. Cette décision est justifiée par le fait que les analyses réalisées les années précédentes sur les ongulés sauvages de montagne se sont toujours révélées négatives. En outre, ce parasite affecte surtout les petits ruminants (Moreau, 2000) et ces derniers sont peu nombreux sur le site des Bauges.

Le *tableau XII* résume les analyses effectuées pour les animaux domestiques.

Espèce	Prélèvements de sang	Sérologies chlamydophilose	Sérologies fièvre Q	Sérologies SAO	Sérologies BVD
Bovins	1620	528	247	0	604
Ovins	22	5	22	22	17
Caprins	390	168	168	26	117
TOTAL	**2032**	**701**	**437**	**48**	**738**

Tableau XII : nombre d'analyses sérologiques effectuées sur les ongulés domestiques.

Remarque : avertissement sur la présentation des résultats

Plusieurs éleveurs possédaient des animaux dans différents alpages. Or, les prélèvements ont été effectués pendant la période de prophylaxie obligatoire, alors que les animaux étaient descendus d'alpage et rentrés à l'étable. Ils étaient alors répartis « par éleveur » alors que, pour l'étude des interactions avec les ongulés sauvages, ce sont les données « par alpage » qui sont pertinentes. Quand des analyses se sont avérées positives chez un éleveur dont le troupeau est séparé en estive, tous les alpages accueillant des animaux de cet éleveur ont été considérés comme positifs.

III. METHODES D'ANALYSE

A/ Analyses sérologiques

Les analyses sérologiques des ongulés sauvages ont toutes été réalisées par le LDAV de Savoie. Par contre, pour les analyses des sérums d'animaux domestiques, le LIDAL de Haute-Savoie a également participé. Les méthodes utilisées par les deux laboratoires devaient être identiques de façon obtenir des résultats homogènes et les sérums devaient être conservés en sérothèque afin que des analyses complémentaires puissent être effectuées ultérieurement en cas de nécessité. Etant donné que les titres sérologiques fluctuent en fonction de temps après un avortement et que, en l'absence de référence standard, il n'est pas possible d'affirmer que les seuils d'interprétation définis pour les espèces domestiques sont applicables aux espèces sauvages, **les résultats seront présentés par titres** et non pas sous la forme « présence » ou « absence » de trace des agents pathogènes.

1. Chlamydophilose

La technique utilisée pour le diagnostic sérologique de la chlamydophilose est la fixation du complément avec titration (norme AFNOR U 47-006). Au laboratoire vétérinaire de Savoie, l'antigène *Behring*® a été utilisé jusqu'en 1995, puis il a été remplacé par l'antigène distribué par AES Laboratoire. Le LIDAL a utilisé l'antigène *AES*® pour les analyses sur animaux domestiques en 2000 et 2001.

2. Fièvre Q

La fixation du complément est aussi la méthode adoptée pour rechercher des traces sérologiques de fièvre Q (norme AFNOR U 47-006). L'antigène *Coxifix*® a été utilisé par le LDAV de Savoie jusqu'en 1993 puis, celui-ci ayant été supprimé, le laboratoire a eu recours à l'antigène *Behring*®. C'est ce dernier qui a été utilisé par le LIDAL pour traiter les prélèvements sur animaux domestiques en 2000 et 2001.

3. Autres maladies

a) Salmonellose abortive ovine

Les anticorps vis à vis de la salmonellose abortive ovine ont été recherchés par agglutination (microméthode avec titration) avec l'antigène produit par l'AFSSA de Sophia-Antipolis. Ce test étant peu spécifique, le cut-off est placé à 1/640 (norme AFNOR U 47-014).

b) Pestiviroses

La sérologie BVD ou BD a été effectuée par le LDAV de Savoie en employant une technique ELISA par compétition : il s'est agi du kit *Synbiotics*® (dirigé contre la protéine p80) jusqu'en 2000, puis du kit *Intervet*® (détectant les gp 44-48 et permettant de reprendre les sérums pour la recherche de l'antigène viral sans nouveau prélèvement). Pour l'analyse des sérums des animaux domestiques de Haute-Savoie, le LIDAL a quant à lui utilisé la méthode ELISA *L.S.I.*® qui détecte la protéine p80.

B/ Analyses bactérioscopiques et bactériologiques

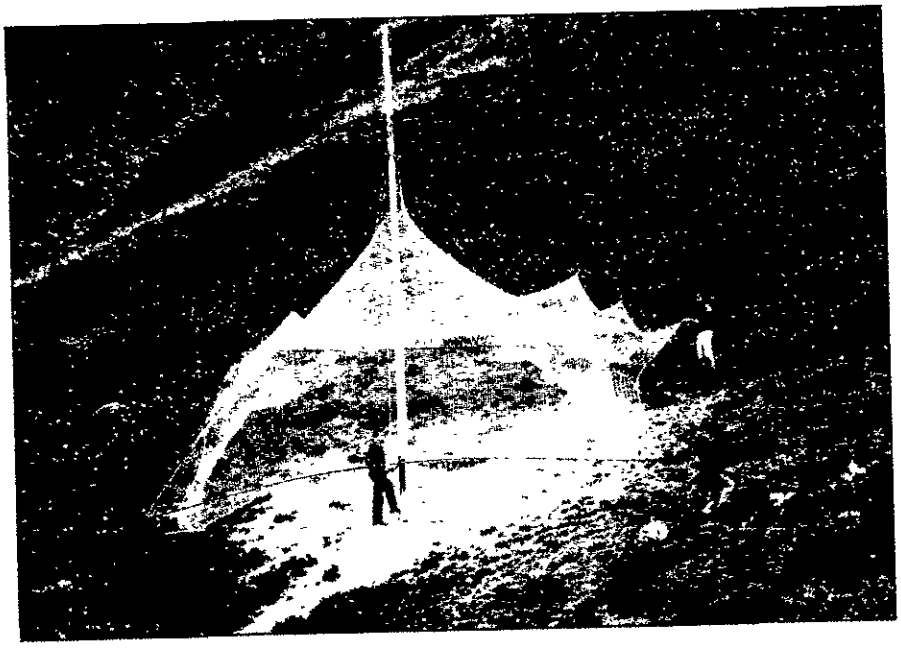
Les nœuds lymphatiques prélevés sur les femelles chamois tuées à la chasse ont été soumis à des examens bactérioscopiques et bactériologiques. Les colorations de Stamp et de Gimenez ont été réalisées sur des calques de nœud lymphatique afin de révéler la présence éventuelle de *Brucella*, *Chlamydophila* ou *Coxiella*. Après broyage du nœud lymphatique, la flore totale a été recherchée, pour évaluer la contamination du prélèvement, par ensemencement sur gélose au sang et une recherche de salmonelles a été effectuée sur une gélose spécifique. Le typage des salmonelles isolées a été réalisé par le centre de référence des salmonelles à l'AFSSA de Maisons-Alfort.

C/ Analyses statistiques

Les analyses statistiques effectuées reposent sur le test du khi-deux. Les intervalles de confiance ont été calculés en utilisant la loi binomiale grâce au site Internet SWOGSTAT dont l'adresse URL est : http://www.swogstat.org/stat/public/binomial_conf.htm.

Résultats

Le filet d'*Armenaz*, en zone 1 : remise en place du piège après une capture.



I. ONGULES SAUVAGES

A/ Etude rétrospective des maladies abortives

1. Données cliniques et anatomo-pathologiques

a) Observation des animaux vivants

Animaux observés à distance

Depuis la mise en place du suivi sanitaire des animaux dans la réserve, aucune observation de chevreau particulièrement affaibli n'a été signalée. Parmi les adultes, aucun signe évocateur de maladie abortive n'a été constaté.

Animaux capturés

Aucune anomalie de l'appareil génital externe ou de la mamelle n'a été rapportée sur les chamois et mouflons capturés dans les Bauges. Cinq chevreaux ont trouvé la mort suite à des reprises : 1 dans une cage et 4 lors des captures avec chien. Concernant ces derniers, ils ont été abandonnés par leur mère et sont donc morts par inanition ou par prédation. Par ailleurs, des tiques adultes sont fréquemment observées, en quantité modérée.

b) Examen des animaux morts

Animaux trouvés morts ou moribonds

Dans les **Bauges**, 47 cadavres ont été examinés entre 1989 et 2001 (13 trouvés morts ou très affaiblis, 8 abattus car moribonds, 26 morts pendant la capture ou en captivité). Sur les 21 individus trouvés morts ou abattus, seuls deux animaux étaient dans leur première année : en 1991, il s'agissait d'un chevreau présentant une broncho-pneumonie et une arthrite purulente du carpe gauche mais pour lequel le laboratoire n'a pas réussi à isoler le germe en cause et en 1993, d'un chevreau d'environ huit jours atteint de coccidiose. Les corps des quatre chevreaux morts suite aux captures avec chien n'ont pas été retrouvés. Sur les animaux adultes, aucune lésion évocatrice des maladies abortives étudiées n'a été constatée. Les principaux troubles répertoriés étaient des traumatismes (fracture, hémorragie interne) et des infestations parasitaires digestives et pulmonaires massives. Quant aux accidents de capture, ils étaient liés au stress infligé aux animaux : les animaux morts pendant les reprises présentaient le plus souvent des lésions caractéristiques d'entérotoxémie ou des traumatismes.

Parmi les 358 ongulés de montagne provenant de toute la France enregistrés dans la base de donnée du **réseau SAGIR** en novembre 2001 (bouquetins essentiellement), aucun n'a présenté de lésions évocatrices des maladies abortives étudiées dans ce programme. Sur les chamois, plusieurs cas de dystocie, quelques cas de métrite et un cas d'avortement sont répertoriés mais les analyses bactériologiques effectuées n'ont permis d'isoler aucun des germes qui nous préoccupent. Sur l'avorton de chamois, des *Pseudomonas* ont été mis en évidence. Concernant les femelles atteintes de métrites, elles présentaient également des lésions sur d'autres organes et des signes d'infection généralisée.

Animaux abattus à la chasse

De 1986 à 2001, deux cadavres de chamois ont été apportés au docteur Gibert suite à l'examen du tableau de chasse. L'un souffrait d'une kérato-conjonctivite traumatique (en 1986) et l'autre d'une forte infestation par des strongles pulmonaires (en 1997). Le foie et le poumon de trois mouflons ont également été examinés : ils présentaient de fortes infestations respectivement en petites douves et strongles pulmonaires, parasites très fréquents chez le Mouflon. Aucune anomalie concernant l'appareil génital mâle ou femelle n'a été signalée.

2. Données sur le succès de reproduction

L'indice de reproduction des chamois et des mouflons est représenté dans la *figure 13*. De 1985 à nos jours, il est resté relativement stable, compris entre 70 et 90% chez le Chamois. Il semble avoir été moins stable pour le Mouflon mais, l'échantillon étant de plus petite taille, le nombre d'individus considérés pour le calcul de cet indice était plus variable d'une année à l'autre et les intervalles de confiance sont larges. Les résultats antérieurs à 1995 sont difficiles à nuancer car les données nécessaires au calcul des intervalles de confiance n'étaient pas disponibles.

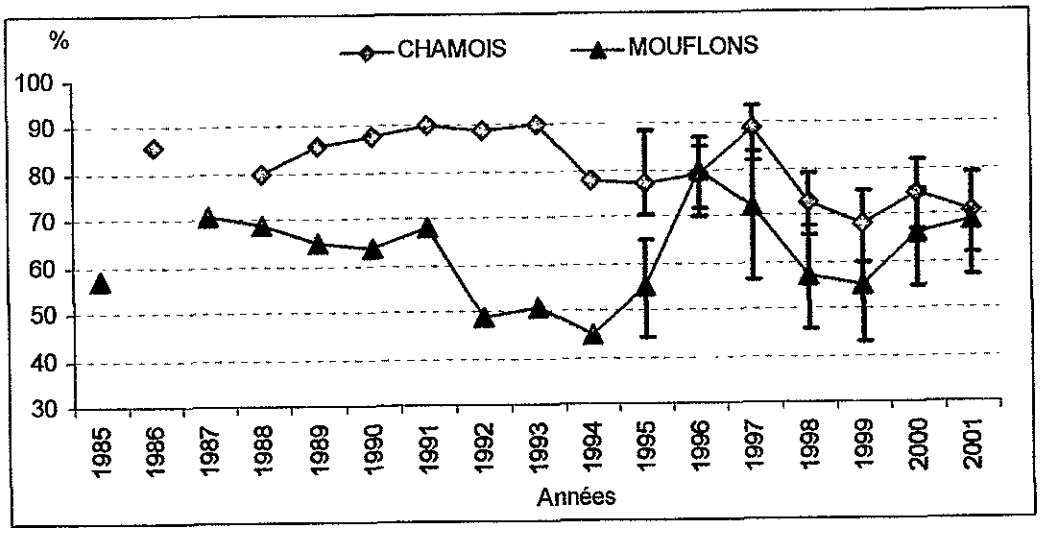


Figure 13 : indice de reproduction des chamois et mouflons de 1985 à 2001.

3. Données sérologiques

Les résultats des analyses de **587 sérums de chamois** et **91 sérums de mouflons** effectuées entre 1980 et 1999 ont pu être exploités. Le détail annuel des prélèvements analysés est présenté dans la *figure 14* pour les chamois et la *figure 15* pour les mouflons en fonction de l'origine géographique des individus. Aucun sérum n'a été analysé en 1997.

Quand le lieu de capture ou de mort de l'animal n'était pas précisé, les individus ont été considérés comme *hors zone*. La part de prélèvements pour lesquels les analyses n'ont pas pu être réalisées car le sang était altéré ou en quantité insuffisante est précisée. Les résultats des analyses sérologiques seront présentés en même temps que ceux de l'enquête 2000-2001.

Figure 14 : description de l'échantillon de sérums de chamois de 1980 à 2001.

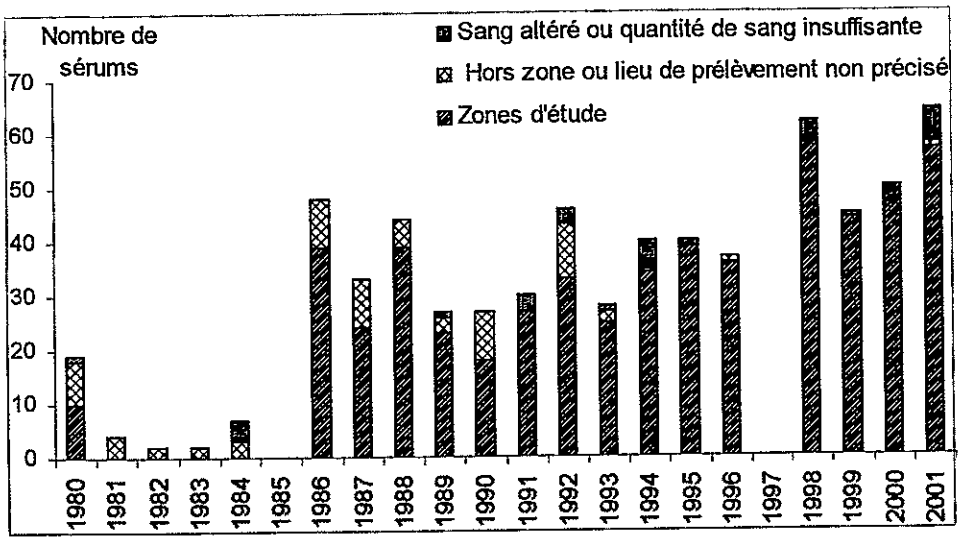
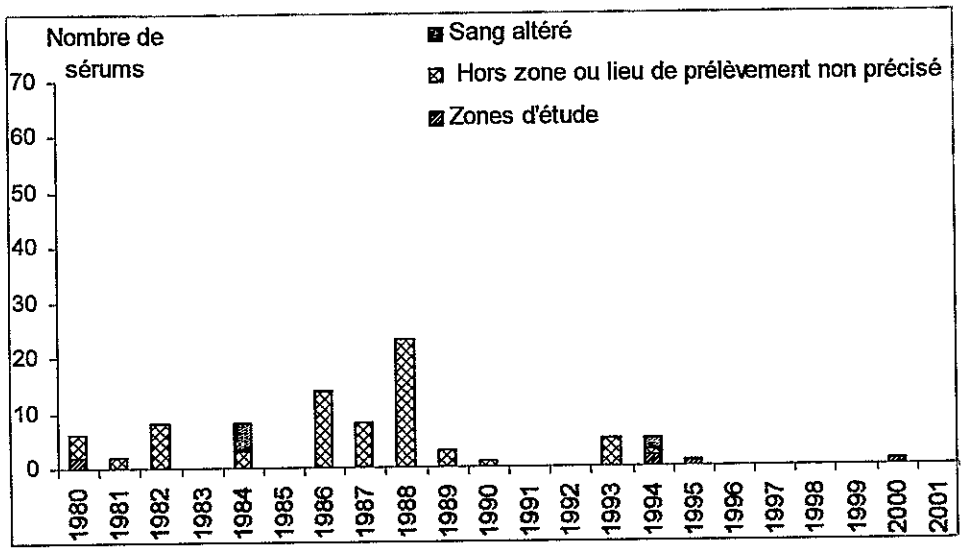


Figure 15 : description de l'échantillon de sérums de mouflons de 1980 à 2001.



B. Enquête sérologique

En préambule, signalons que **tous les sérums** de **chamois** et de **mouflons** analysés se sont avérés **négatifs en brucellose.** Notons également que les résultats qui suivent correspondent à l'ensemble des zones 0, 1, 2, 3 et 4.

1. Chlamydophilose

a) Résultats globaux

Sur l'ensemble des années de suivi sanitaire, **602 sérums de chamois** et **85 sérums de mouflons** ont été testés en chlamydophilose par fixation du complément. Les titres s'étalent entre 10 et 80. Le détail des résultats est présenté dans la *figure 16* par titres et dans la *figure 17* sous la forme de séroprévalences. Ce deuxième graphique montre que, si l'on considère par exemple 40 comme seuil arbitraire de positivité, la séroprévalence des chamois en chlamydophilose est de 5%. Par contre, si l'on prend 10 comme seuil de positivité, on observe que 40% des chamois prélevés depuis 1980 sont réactifs, ce qui montre qu'il existe un bruit de fond important.

Figure 16 : résultats sérologiques des chamois et mouflons en chlamydophilose de 1980 à 2001 par titre.

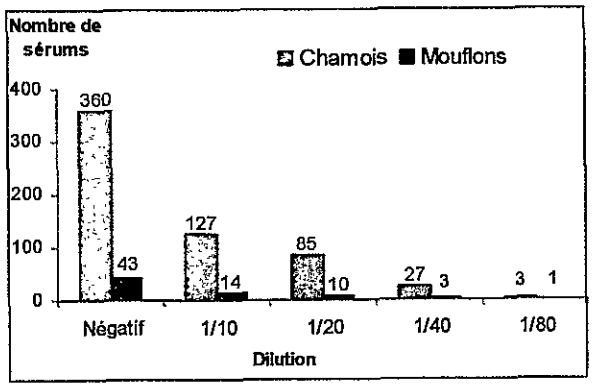
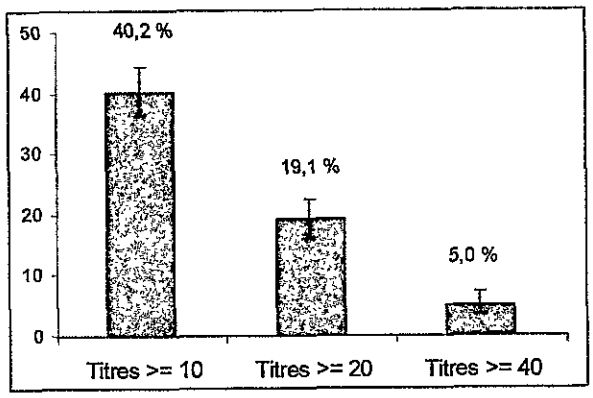


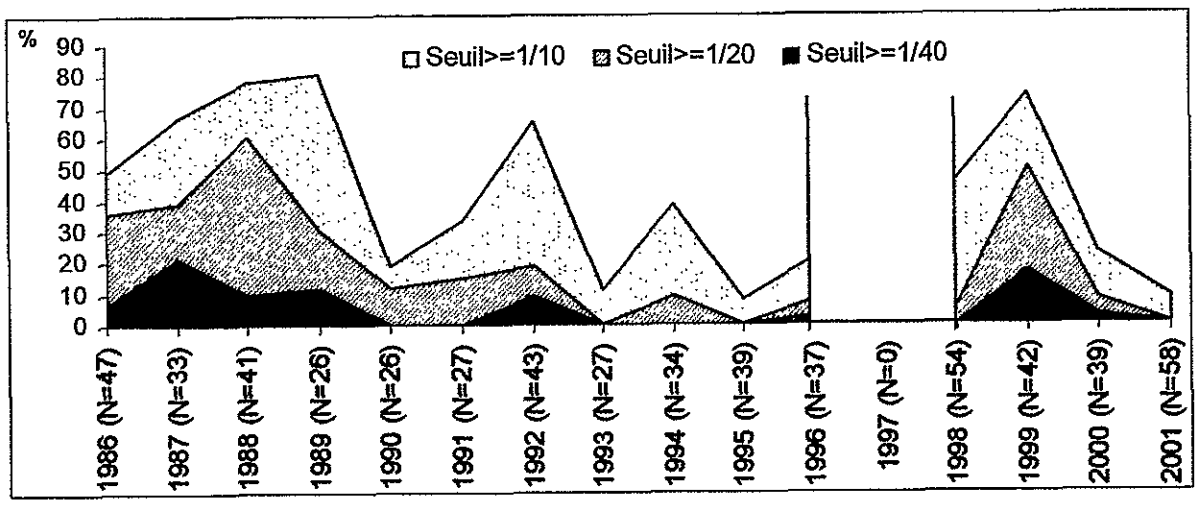
Figure 17 : résultats sérologiques des chamois en chlamydophilose de 1980 à 2001 pour différents seuils.



b) Résultats en fonction de l'année

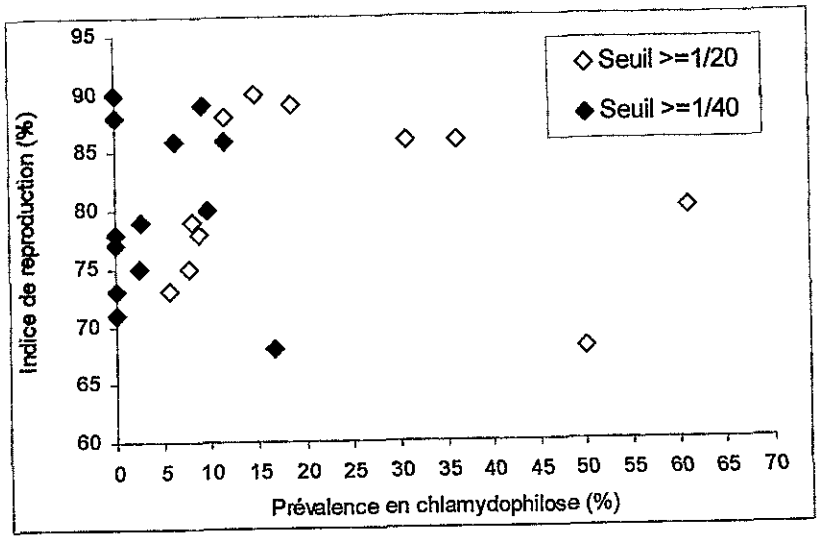
Les séroprévalences en chlamydophilose sont présentées en fonction de l'année pour différents seuils de positivité (*figure 18*). L'effet année est très marqué ($p<<0,01$) au seuil 1/10 avec le test du khi-deux. On observe trois principaux pics de sérums ayant des titres élevés : en **1987-88-89**, **1992** et **1999** ainsi qu'un léger pic en **1994** sans titre supérieur à 20.

Figure 18 : résultats sérologiques annuels des chamois en chlamydophilose de 1986 à 2001.



Comme le montre la *figure 19*, aucune corrélation entre l'indice de reproduction de la population de chamois des Bauges et les titres sérologiques en chlamydophilose des individus capturés n'est mise en évidence.

Figure 19 : indice de reproduction des chamois de 1986 à 2001 en fonction de la séroprévalence en chlamydophilose.



c) Résultats en fonction du sexe

Entre 1980 et 2001, 221 mâles et 399 femelles ont été soumis à la sérologie chlamydophilose. Les séroprévalences obtenues sont présentées dans la *figure 20*. Les distributions sont significativement différentes (p=0,018 avec le test du khi-deux), les femelles présentant plus de titres élevés que les mâles.

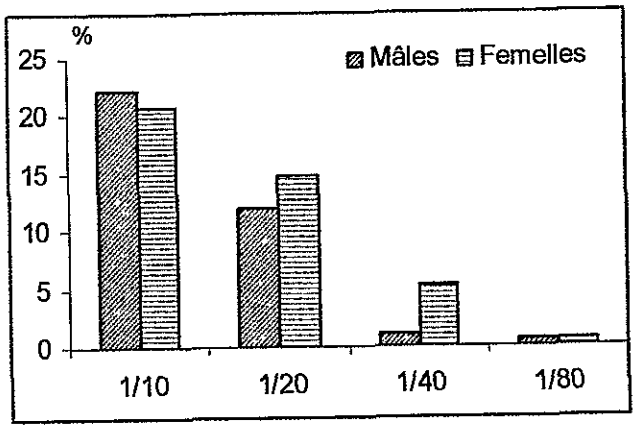


Figure 20 : résultats sérologiques des chamois en chlamydophilose en fonction du sexe de 1980 à 2001.

d) Résultats en fonction de l'age et du sexe

Chamois

La population capturée a été divisée en trois classes d'âge : 0-1 an (individus non reproducteurs), 2-4 ans (accès à la reproduction), >4 ans (individus très certainement reproducteurs). En fait, une grande majorité des individus capturés étaient dans leur première année (44% pour les mâles et 25% pour les femelles). La distribution des séroprévalences chez les femelles et les mâles chamois en fonction de l'âge (*figure 21*) permet de constater que des animaux non négatifs existent dans toutes les classes d'âge et de sexe. Par ailleurs, des titres élevés sont observés aussi bien chez des individus jeunes que chez des individus âgés. Ainsi, le titre 80 a été observé chez deux femelles âgées respectivement de 1 et 6 ans et chez un mâle de 2 ans.

Chez les femelles, on constate une augmentation de la séroprévalence entre la classe d'âge « 0-1 an » (individus non reproducteurs) et la classe « >4 ans » (individus très certainement reproducteurs). Toutefois, les distributions de ces deux classes d'âge ne diffèrent

pas de façon significative d'après le test du khi-deux, que soient prises en compte toutes les années de suivi ou uniquement les années à pic sérologique (1987, 1988, 1989, 1992 et 1999). Chez les mâles, l'effectif des classes d'âge élevées est trop faible pour tester cette différence.

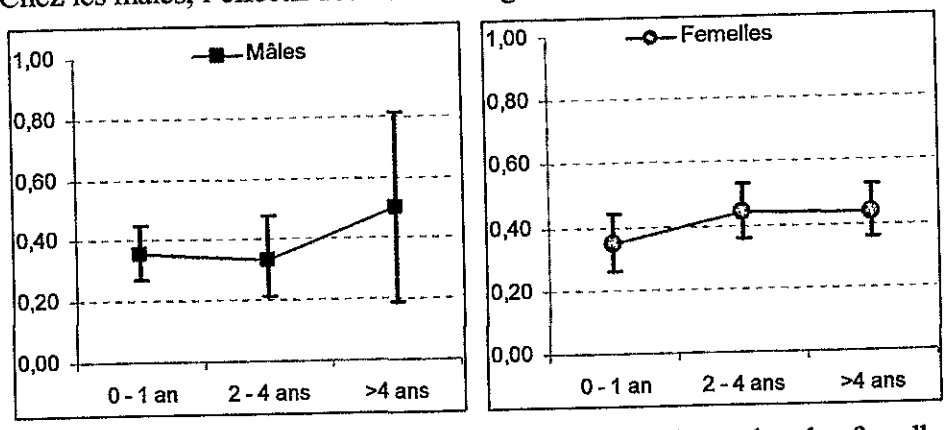
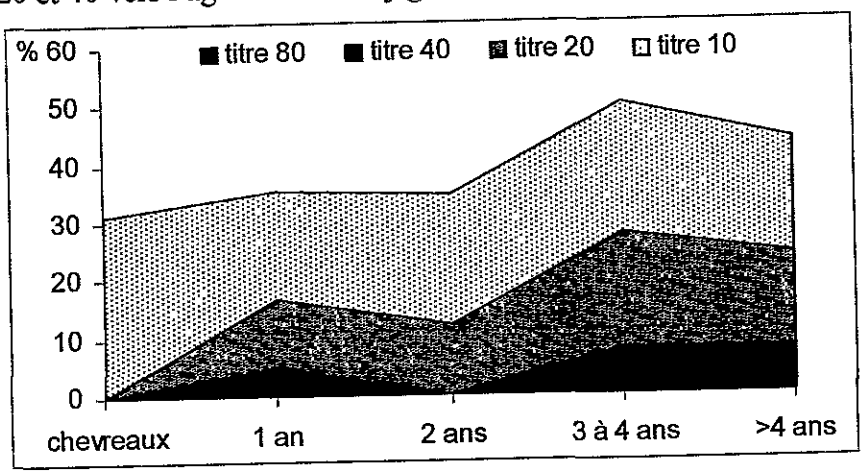


Figure 21 : séroprévalence en chlamydophilose des chamois par âge et par sexe au seuil 1/10 de 1980 à 2001.

Une analyse plus fine de la distribution des titres chez les femelles adultes suggère une augmentation des titres 10, 20 et 40 vers l'âge de 3-4 ans (*figure 22*).

Figure 22 : proportion des titres en chlamydophilose des femelles chamois par tranche d'âge de 1980 à 2001.



Mouflons

Les prélèvements de 1980 à 2001 ont concerné 22 mâles (dont 14 âgés de un an) et 32 femelles (dont 6 âgés de un an et 16 de plus de cinq ans). Tous les titres inférieurs à 80 sont rencontrés dans toutes les classes d'âge.

e) Résultats en fonction de la zone de prélèvement

Chamois

Les titres sérologiques en chlamydophilose pour les animaux capturés sont présentés par zone dans la *figure 23*. Le test du khi-deux montre une différence significative (p=0,02) entre les zones *Armenaz*, *Chardon Bleu* et *Curtillet* si l'on considère arbitrairement comme positifs les titres supérieurs ou égaux à 20.

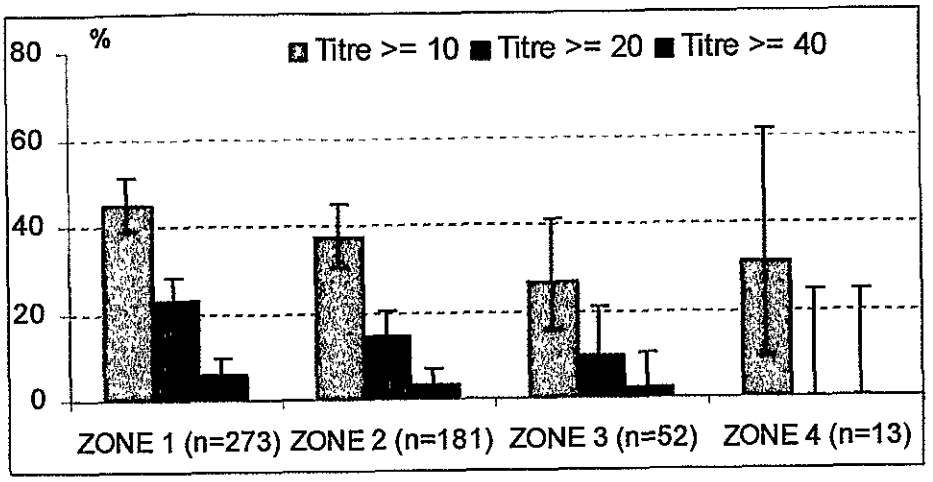


Figure 23 : sérologie chlamydophilose des chamois par zone pour différents seuils (années 1980 à 2001).

L'échantillon est suffisamment important dans les **zones 1** et **2** pour que l'on puisse considérer les prévalences en tenant compte simultanément des facteurs année et zone à partir de 1986. Dans ces deux zones, les **mêmes pics** de séroprévalence que ceux décrits pour l'ensemble de la population sont observés (*annexe 3*).

Mouflons

Une recherche sérologique de chlamydophilose a été réalisée pour 78 mouflons mais le lieu de capture ou d'abattage n'était pas mentionné pour 72 d'entre eux. Sur les deux mouflons testés en zone 2 et les quatre en zone 3, seul un animal a réagi au titre 20 en zone 3 en 1995.

2. Fièvre Q

a) Résultats bruts

De 1980 à 2001, **602 chamois** et **71 mouflons** ont fait l'objet d'une sérologie fièvre Q. Peu d'animaux ont réagi avec des titres élevés : seuls 4 chamois ont atteint le titre 40. Les résultats globaux par titres sont présentés dans la *figure 24*. Pour un seuil de positivité arbitrairement fixé à partir du titre 10, la séroprévalence est de 21,3% pour les chamois et 8,6% pour les mouflons (*figure 25*).

Figure 24 : résultats sérologiques des chamois et mouflons en fièvre Q de 1980 à 2001 par titre.

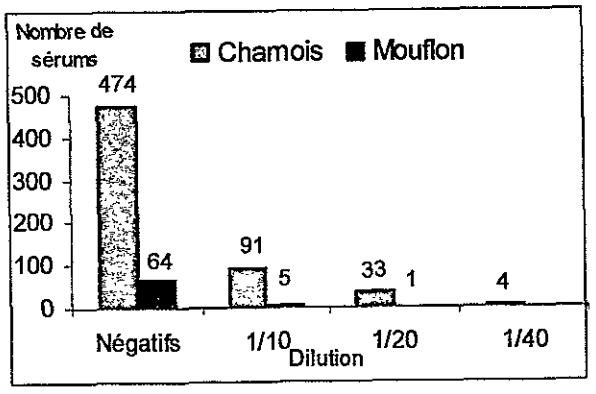
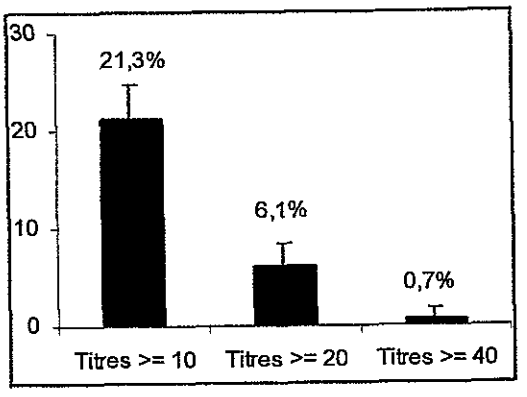


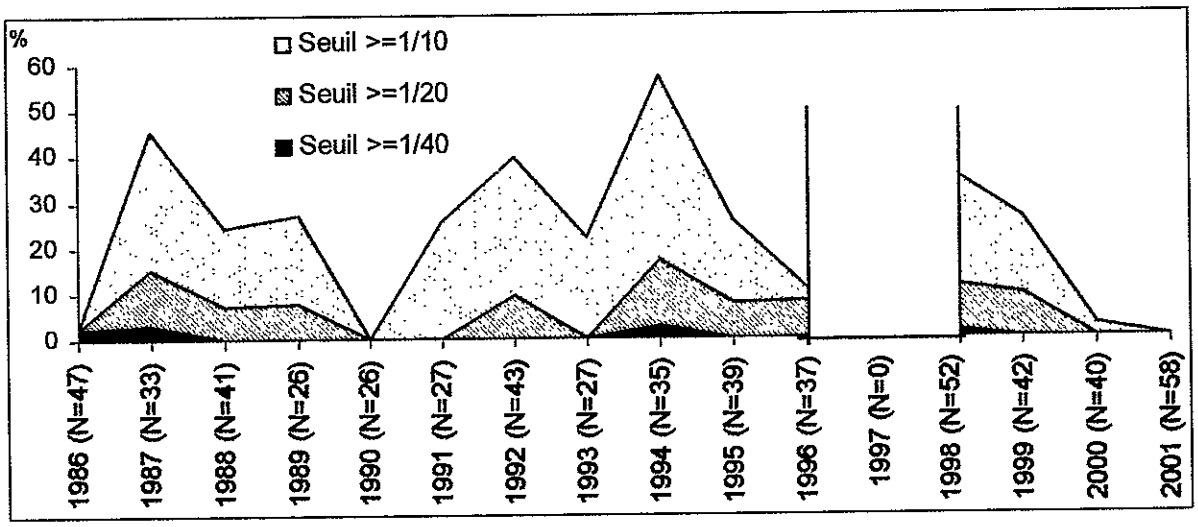
Figure 25 : résultats sérologiques des chamois en fièvre Q de 1980 à 2001 pour différents seuils.



b) Résultats en fonction de l'année

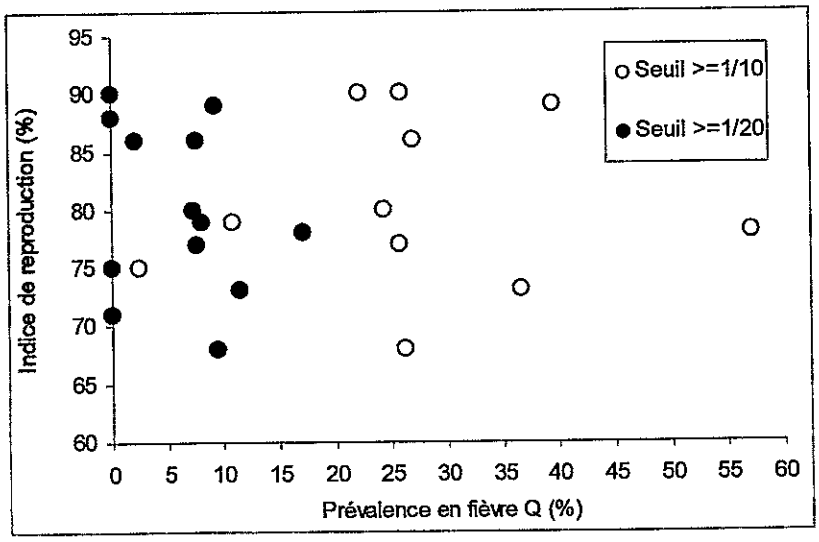
Le premier chamois positif en fièvre Q a été détecté en 1986. La distribution des titres sérologiques au cours du temps, présentée dans la *figure 26*, montre qu'il existe une variabilité en fonction des années, les prévalences s'échelonnant entre 0 et 55%. Des valeurs élevées sont parfois atteintes, notamment en **1987**, **1992**, **1994** et **1998** où la séroprévalence dépasse 35% alors qu'en dehors de ces années, elle avoisine plutôt 20%. Il est possible qu'un pic d'anticorps se soit produit en 1997 mais cela ne peut pas être mis en évidence car aucune analyse n'a été effectuée cette année-là. Globalement, sauf pour la période 1998-99, les pics sont **synchrones de ceux décrits pour la chlamydophilose.** Les différences entre années sont significatives d'après le test du khi-deux ($p<<0,01$).

Figure 26 : résultats sérologiques annuels des chamois en fièvre Q de 1986 à 2001.



Aucune corrélation n'est observée entre les valeurs de l'indice de reproduction dans la population et les titres sérologiques en fièvre Q des chamois capturés (*figure 27*).

Figure 27 : indice de reproduction des chamois de 1986 à 2001 en fonction de la séroprévalence en fièvre Q.



c) Résultats en fonction du sexe

L'échantillon de chamois testés en fièvre Q est de 187 mâles et 406 femelles. Aucune relation entre le sexe et la séroprévalence n'est montrée avec le test du khi-deux, ni pour l'ensemble des années (1980 à 2001), ni en considérant uniquement les années à pic

sérologique (1987, 1992, 1994 et 1998). La distribution des titres observés chez les deux sexes est présentée dans la *figure 28*.

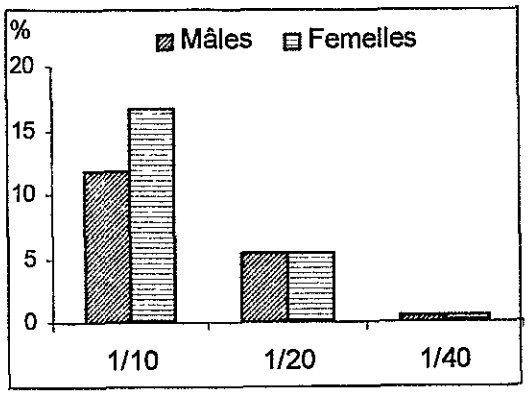


Figure 28 : résultats sérologiques des chamois en fièvre Q en fonction du sexe de 1980 à 2001.

d) Résultats en fonction de l'âge

Comme pour la chlamydophilose, la population capturée a été divisée en trois classes d'âge : 0-1 an (individus non reproducteurs), 2-4 ans (accès à la reproduction), >4 ans (individus très certainement reproducteurs). La séroprévalence au seuil 1/10 est présentée en fonction de l'âge dans la *figure 29*. La légère augmentation observée avec l'âge pour les femelles n'est pas significative d'après le test du khi-deux. En outre, ce test ne montre aucune différence significative dans la distribution des titres pour les classes d'âge « 0-1 an » et « >4 ans » chez les femelles en considérant toutes les années de 1980 à 2001, ni en considérant uniquement les années à pic sérologique (1988, 1992, 1994 et 1998). Les effectifs de mâles sont quant à eux insuffisants pour tester la différence observée puisque seulement dix animaux de 5 ans et plus ont fait l'objet d'une analyse.

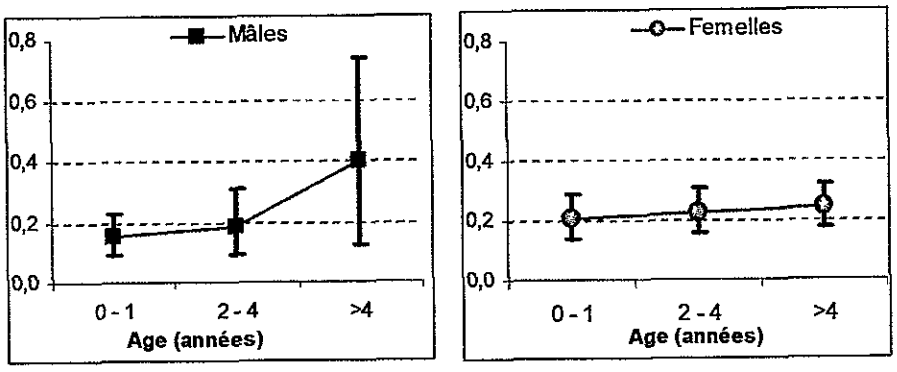
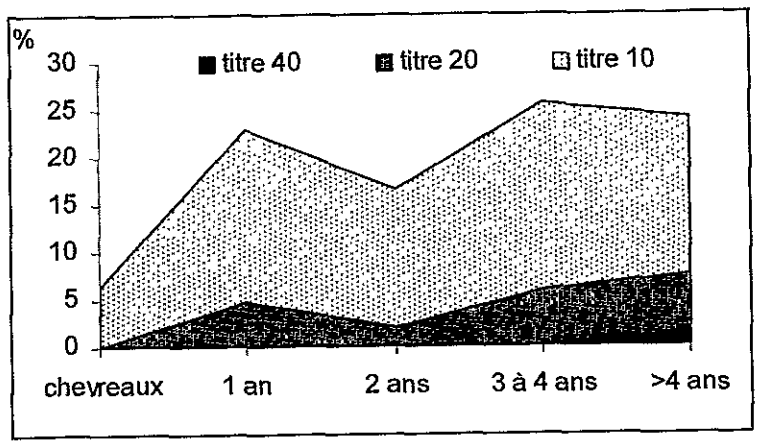


Figure 29 : séroprévalence en fièvre Q des chamois par âge et par sexe au seuil 1/10 de 1980 à 2001.

La proportion des titres observés chez les femelles en fonction de leur âge est présentée dans la *figure 30*. Une légère augmentation des titres faibles est constatée à l'âge de 1 an et pour la tranche d'âge 3-4 ans, mais de façon moins nette que pour la chlamydophilose. Le titre 40 n'a été observé que chez des individus de plus de 4 ans : une femelle et un mâle âgés de 7 ans et une femelle de plus de 12 ans.

Figure 30 : proportion des titres en fièvre Q des femelles chamois par tranche d'âge de 1980 à 2001.



e) Résultats en fonction de la zone de prélèvement

Chamois

Sur l'ensemble des années depuis 1980, on ne montre pas de différence significative de la séroprévalence en fièvre Q pour les zones 1, 2 et 3. Les effectifs en zone 4 sont trop faibles pour réaliser toute comparaison (*figure 31*).

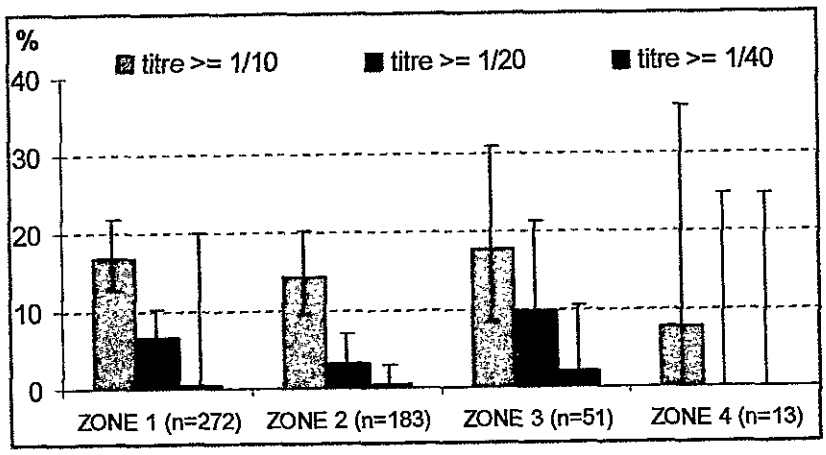


Figure 31 : sérologie fièvre Q des chamois par zone pour différents seuils (années 1980 à 2001).

Le pic de 1987 est observé à la fois en zones 1 et 2 et celui de 1994 en zones 1 et 3. Par contre, pour l'année 1992, seule la zone 1 présente une forte hausse de séroprévalence (*annexe 5*).

Mouflons

Sur les fiches mouflons, le site de prélèvement était trop rarement précisé pour qu'on puisse effectuer une comparaison par zone.

3. Autres maladies

a) Salmonellose abortive ovine

Depuis la mise en place du suivi sanitaire des ongulés sauvages, **615 chamois** ont été testés en salmonellose abortive ovine. Plus de 50% d'entre eux ont réagi à un titre supérieur ou égal à 80 et 7 ont atteint le titre 640 (5 femelles et 2 mâles). Aucun des **72 mouflons** testés n'a atteint ce seuil. La distribution des titres est présentée dans la *figure 32*.

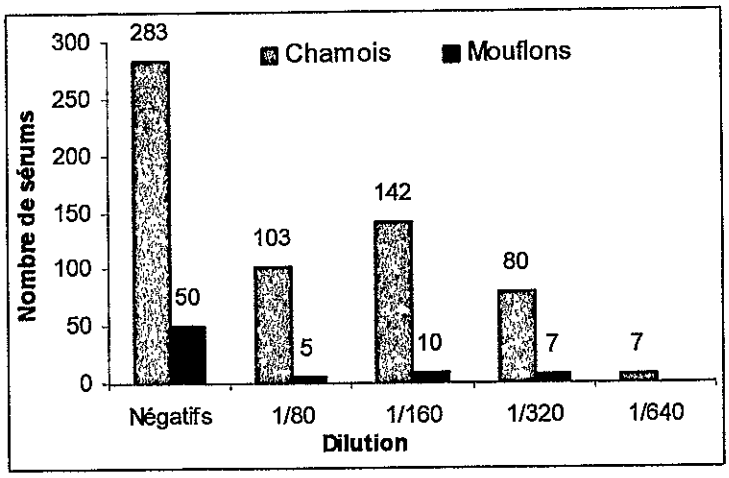
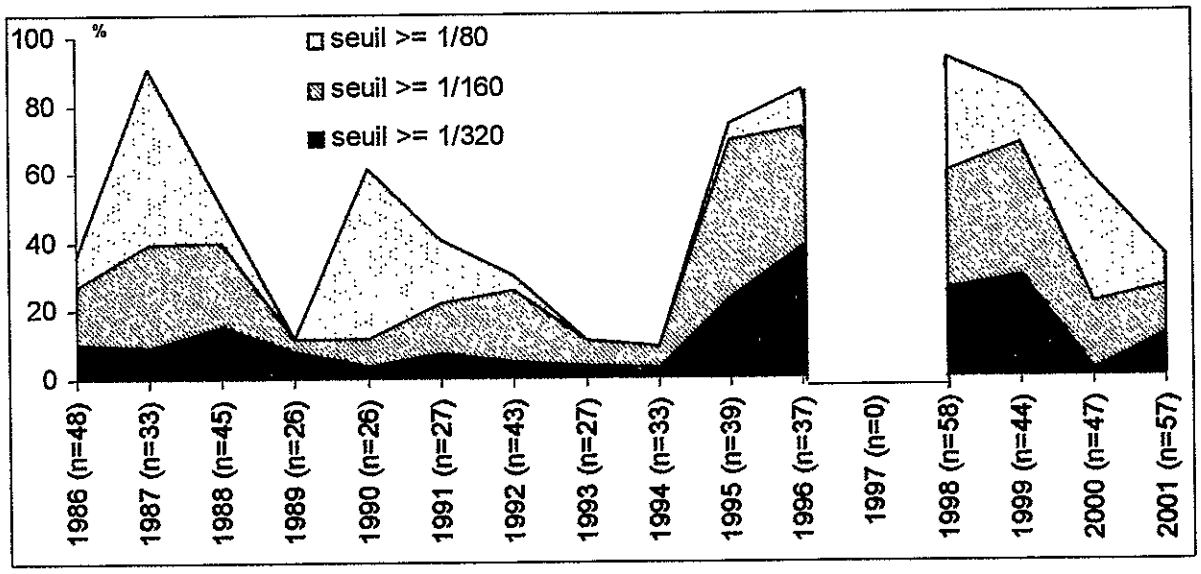


Figure 32 : résultats sérologiques des chamois et des mouflons en SAO de 1980 à 2001 par titre.

Des résultats sérologiques très variables ont été observés en fonction des années, comme le montre la *figure 33*. Les principaux pics se sont produits en 1987, 1990, 1995-96 et 1999-2000. L'absence de données en 1997 ne permet pas de savoir si la séroprévalence a diminué ou non cette année-là.

Figure 33 : résultats sérologiques annuels des chamois en salmonellose abortive ovine de 1986 à 2001.



b) Pestiviroses

Tous les individus testés en pestiviroses en 2000 et 2001 étaient négatifs. Entre 1980 et 2001, seuls 8 sérums se sont révélés positifs parmi les **423 chamois** testés. Ces quelques individus positifs ont été prélevés à des périodes et en des sites variables. Aucun individu n'a été trouvé positif sur **18 mouflons** testés.

C. Enquête bactériologique

Pour plusieurs échantillons de nœuds lymphatiques, seule une flore de contamination a été mise en évidence car les impératifs de temps n'avaient pas été respectés. Pour les autres prélèvements, la coloration s'est avérée négative. La recherche de salmonelles a été fructueuse pour deux échantillons : il s'agissait dans un cas d'une *Salmonella* spp. ne correspondant pas à un sérovar référencé et dans l'autre de *S. Pullorum*.

D. Surveillance visuelle

Aucune observation de chamois en période *post-partum* ou de chevreau affaibli n'a été rapportée. Au cours de l'année 2000, quatre cadavres de chamois ont été découverts mais dans un état qui ne permettait pas la réalisation d'un examen nécropsique.

II. ONGULES DOMESTIQUES

A/ Etude rétrospective des maladies abortives

1. Historique des avortements

Au total, 450 avortements bovins ont été recensés (*tableau XIII*). Cela inclut plusieurs éleveurs dont les alpages ont été classés *hors zone* et qui n'ont ensuite pas été pris en considération dans l'historique des cas de chlamydophilose et de fièvre Q. Nous avons également eu connaissance de quelques avortements de petits ruminants, mais les avortements sont moins systématiquement déclarés dans ces espèces que pour les bovins.

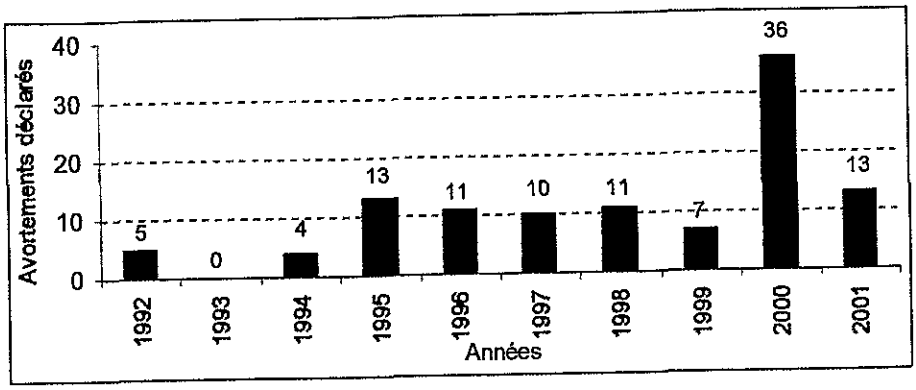
Espèce	Département	Nombre d'avortements recensés
BOVINS	Savoie	112
	Haute-Savoie	338
	Total	450
CAPRINS	Savoie	9
	Haute-Savoie	11
	Total	20
OVINS	Savoie	0
	Haute-Savoie	2
	Total	2
Toutes espèces	Savoie	121
	Haute-Savoie	351
	TOTAL	472

Tableau XIII : avortements recensés par département et par espèce (zones 0-1-2-3-4).

a) Résultats par année

Le nombre d'avortements déclarés était en moyenne de 10 à 15 par an entre 1992 et 2001 pour les élevages des zones 1, 2, 3 et 4. Une augmentation a été observée en 2000, avec un total de 36 avortements recensés, mais nous n'avons pas d'hypothèse pour expliquer cette variation. A cela, il faut ajouter 10 avortements chez un éleveur caprin (comm. pers. de l'éleveur). Le détail annuel est présenté dans la *figure 34*.

Figure 34 : nombre annuel d'avortements constatés de 1992 à 2001 dans les élevages se rendant en estive dans les zones 1-2-3-4.



b) Résultats par alpage

Nous avons accordé une attention particulière aux élevages ayant trois avortements ou plus déclarés dans la même année. Ce cas a été repéré à 20 reprises dans 14 élevages différents (13 de bovins et 1 de caprins). Dix d'entre eux étaient localisés dans la zone d'étude au sens strict. Pour quatre de ces élevages, ces vagues d'avortements se sont répétées plusieurs années. Une hypothèse quant à l'étiologie de l'avortement n'a pu être proposée que dans deux cas sur la base des résultats sérologiques (*tableau XIV*). Nous avons ajouté à cette liste une information donnée par l'alpagiste de Drisons au sujet de son troupeau de chèvres.

Zone	Espèce	Alpage	Réserve	Année	Nombre d'avortements	Etiologie proposée
1	Bovins	Bellevaux et Arbets	oui	2000	3	
	Bovins	Orisan	oui	2001	4	
2	Caprins	Drisons	non	2000	10	fièvre Q, chlamydophilose
	Bovins	Orgeval	oui	1999	3	
	Caprins	Aup'de Seythenex	oui	1997	?	chlamydophilose: 1/40
3	Bovins	Chérel	oui	1995	3	fièvre Q : 2 fois 1/20
4	Bovins	Golet	non	2000	4	
	Bovins	Golet	non	1998	3	
	Bovins	Ailes du Nant	non	1994	3	
	Bovins	Golet	non	1993	3	
	Bovins	Le Mollard	non	1990	3	
	Bovins	Golet	non	1992	4	
2 et 4	Bovins	Allant et Golet	non	1991	3	

Tableau XIV : troupeaux en estive dans les zones 1-2-3-4 ayant eu au moins trois avortements en un an.

2. *Historique des antécédents en chlamydophilose*

a) Analyses suite à un avortement

La recherche sérologique de chlamydophilose abortive n'est pas faite en routine à chaque avortement déclaré. Le *tableau XV* présente le nombre de fois où cette recherche a été menée par rapport au nombre total d'avortements recensés. Aucun titre très élevé en chlamydophilose n'a été constaté suite à un avortement. Pour les bovins, cette maladie a été recherchée dans environ 16% des cas et un titre supérieur ou égal à 40 a été observé chez 7% des animaux testés (5 individus). Pour les petits ruminants, le pourcentage n'est pas indiqué

car il serait peu représentatif de la réalité étant donné que les avortements sont sous-déclarés dans ces espèces.

Espèce	Département	Nombre d'avortements recensés	Avortements suivis d'une sérologie chlamydophilose		Titre supérieur ou égal à 40	Titre compris entre 10 et 40
			Quantité	Pourcentage		
BOVINS	Savoie	112	22	20 %	0	5
	Haute-Savoie	338	48	14 %	5	14
	Total	450	70	16 %	5	19
CAPRINS	Savoie	9	5	X	2	3
	Haute-Savoie	11	1	X	0	0
	Total	20	6	X	2	3
OVINS	Savoie	0	0	X	0	0
	Haute-Savoie	2	0	X	0	0
	Total	2	0	X	0	0
Toutes espèces	Savoie	121	27	X	2	8
	Haute-Savoie	351	49	X	5	14
	TOTAL	472	76	X	7	22

Tableau XV : nombre d'avortements avec recherche de chlamydophilose et résultats (zones 0-1-2-3-4).

Les caractéristiques des animaux en alpage dans les zones 1, 2, 3 ou 4 et ayant atteint le titre 40 sont indiquées dans le *tableau XVI*.

Année	Espèce	Nombre d'avortements	Mois de gestation	Alpage	Zone	Réserve	Titre
2000	Caprin	1	4	Orisan	1	oui	1/80 (mais vacciné??)
1997	Caprin	3	2,5	Aup'de Seythenex	2	oui	un à 1/40 et deux à 1/20
1981	Bovin	1	5	Orgeval	2	oui	1/40

Tableau XVI : avortements potentiellement associés à une infection par *Chlamydophila abortus*.

b) Analyses hors contexte d'avortement

Pour les prélèvements effectués en dehors de la période post-abortive, nous avons retenu les réactions sérologiques à partir du titre 20. Le détail des résultats figure dans le *tableau XVII*.

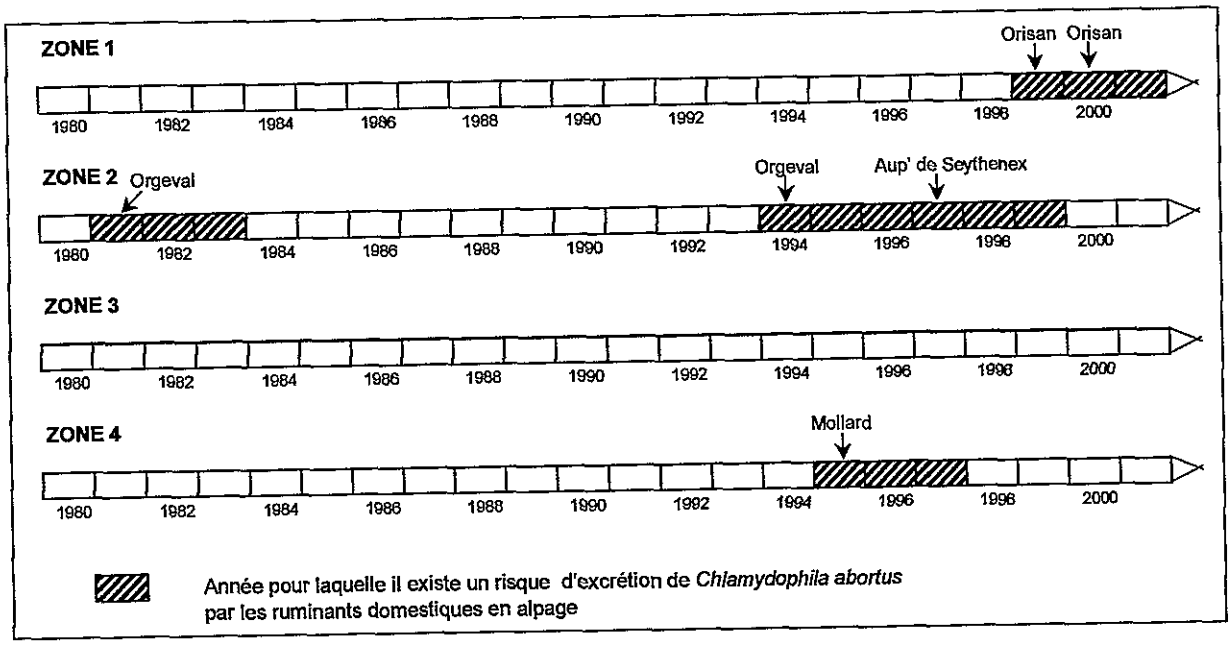
Année	Espèce	Alpage	Zone	Réserve	Effectif testé	Nombre de positifs (titre)
1999	Ovin	Orisan	1	oui	10	trois à 1/20, un à 1/160, un à 1/80
1998	Caprin	Rosay	Hors zone	non	?	deux à 1/20
1995	Caprin	Mollard	4	non	2	un à 1/20
1994	Caprin	Orgeval	2	oui	10	un à 1/40

Tableau XVII : ongulés domestiques positifs en chlamydophilose à l'occasion d'un dépistage sérologique.

c) Synthèse

A partir de ces données, nous pouvons pour chaque zone repérer quelles sont les années où un animal potentiellement infecté par *Chlamydophila abortus* a été détecté. Nous avons considéré que les animaux d'un alpage avaient un risque plus élevé d'être excréteur de chlamydies pendant les deux ans qui suivent l'année où une réaction positive a été obtenue. La *figure 35* présente les années considérées comme « à risque » selon les conditions définies précédemment pour chacune des quatre zones d'étude. Le terme « antécédent » signifie qu'il y a eu soit avortement avec un titre sérologique ≥ 40, soit un dépistage sérologique hors contexte d'avortement avec titre ≥ 20.

Figure 35 : années pour lesquelles les ruminants domestiques ont un « antécédent » connu de chlamydophilose par zone avec hypothèse d'une présence du germe pendant 3 ans.



3. Historique des antécédents en fièvre Q

a) Analyses suite à un avortement

Comme pour la chlamydophilose, la recherche d'anticorps vis à vis de la fièvre Q est loin d'être systématique suite à un avortement. Grâce à la bactérioscopie effectuée pour la recherche de brucelles, il est toutefois possible de suspecter la présence de coxielles, plus résistantes que les chlamydies. Le nombre de fois où la recherche sérologique et la mise en évidence directe de *Coxiella burnetii* ont été effectuées est indiqué dans le *tableau XVIII*. Le titre de 10 a été atteint pour 13% des sérums analysés (toutes espèces confondues) et la présence de coxielles a été suspectée dans 7% des cas.

Espèce	Département	Nombre d'avortements recherchés	Avortements subits d'une sérologie fièvre Q		Titre supérieur ou égal à 80	Titre compris entre 10 et 40	Titre suspect inférieur à 10
			Effectif	Pourcentage			
BOVINS	Savoie	112	22	20 %	0	1	0
	Haute-Savoie	338	51	15 %	6	3	5
	Total	450	73	16 %	6	4	5
CAPRINS	Savoie	9	5	X	0	0	0
	Haute-Savoie	11	1	X	0	0	0
	Total	20	6	X	0	0	0
OVINS	Savoie	0	0	X	0	0	0
	Haute-Savoie	2	0	X	0	0	0
	Total	2	0	X	0	0	0
Toutes espèces	Savoie	121	27	X	0	1	0
	Haute-Savoie	351	52	X	6	3	5
	TOTAL	472	79	X	6	4	5

Tableau XVIII : nombre d'avortements avec recherche de fièvre Q et résultats (zones 0-1-2-3-4).

Pour quatre vaches, *Coxiella burnetii* a pu être mis en évidence par bactérioscopie, en association avec un titre élevé en sérologie fièvre Q. Trois autres ont réagi mais à des titres plus modérés. Le détail de ces différents cas est présenté dans le *tableau XIX*.

Année	Espèce	Nombre d'avortements	Mois de gestation	Alpage	Zone	Réserve	Titre	Bactérioscopie
1999	Bovin	1	8	Golet	4	non	1/40	*Coxiella burnetii*
1996	Bovin	1	9	Orgeval	2	oui	1/160	*Coxiella burnetii*
1996	Bovin	3	5	Orgeval	2	oui	1/10	négative
1995	Bovin	3	8 et 6	Chérel	3	oui	deux à 1/20	négative
1995	Bovin	2	8	Ailes du Nant	4	non	pas réalisée	*Coxiella burnetii*

Tableau XIX : avortements potentiellement associés à une infection par *Coxiella burnetii*.

b) Analyses hors contexte d'avortement

La présence d'anticorps dirigés contre *Coxiella burnetii* a été révélée dans quatre troupeaux de petits ruminants domestiques grâce à différents sondages sérologiques (*tableau XX*).

Année	Espèce	Alpage	Zone	Réserve	Effectif testé	Nombre de positifs (titre)
1999	Ovin	Orisan	1	oui	10	cinq à 1/10
1998	Caprin	Rosay	Hors zone	non	?	trois à 1/40 et un 1/20
1995	Caprin	Mollard	4	non	2	un à 1/40 et un à 1/10
1994	Caprin	Orgeval	2	oui	10	un à 1/40

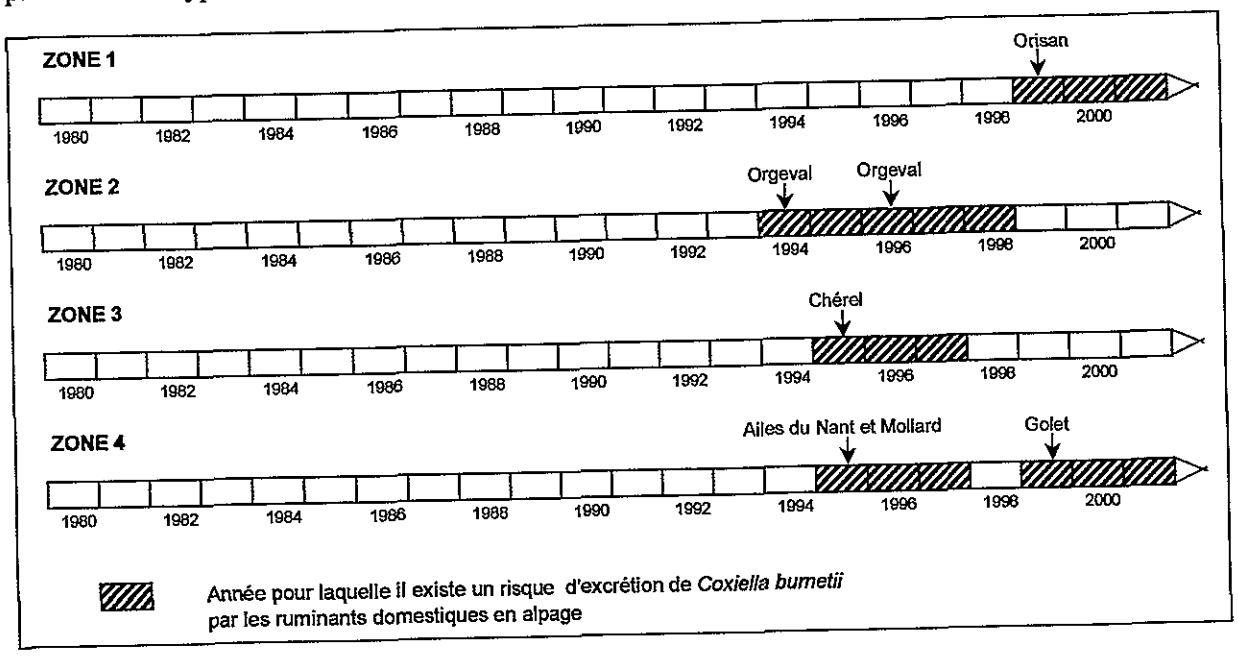
Tableau XX : animaux positifs en fièvre Q à l'occasion d'un dépistage sérologique.

c) Synthèse

Comme pour la chlamydophilose, nous avons défini des années « à risque » dans chaque zone d'étude. En tenant compte de la durée possible de persistance de l'agent infectieux chez les ruminants d'une part, et chez la tique ou ses fèces d'autre part, nous avons supposé qu'un alpage constitue un risque de contamination pour d'autres animaux pendant trois ans. Les frises représentées dans la *figure 36* résument la situation de chaque zone depuis

1980. Le terme « antécédent » signifie qu'il y a eu soit avortement avec un titre sérologique supérieur ou égal à 40 ou mise en évidence de *Coxiella burnetii*, soit un dépistage sérologique hors contexte d'avortement avec titre supérieur ou égal à 10.

Figure 36 : années pour lesquelles les ruminants domestiques ont un « antécédent » connu de fièvre Q par zone avec hypothèse d'une présence du germe pendant 3 ans.



B/ Enquête sérologique

1. Chlamydophilose

Le dépistage sérologique de la chlamydophilose abortive a été effectué chez 31 éleveurs (dont certains possèdent à la fois des caprins et des bovins) et 701 animaux (*tableau XXI*). Seuls 5 moutons ont été testés car les animaux des deux autres troupeaux ovins en alpage dans les Bauges étaient vaccinés.

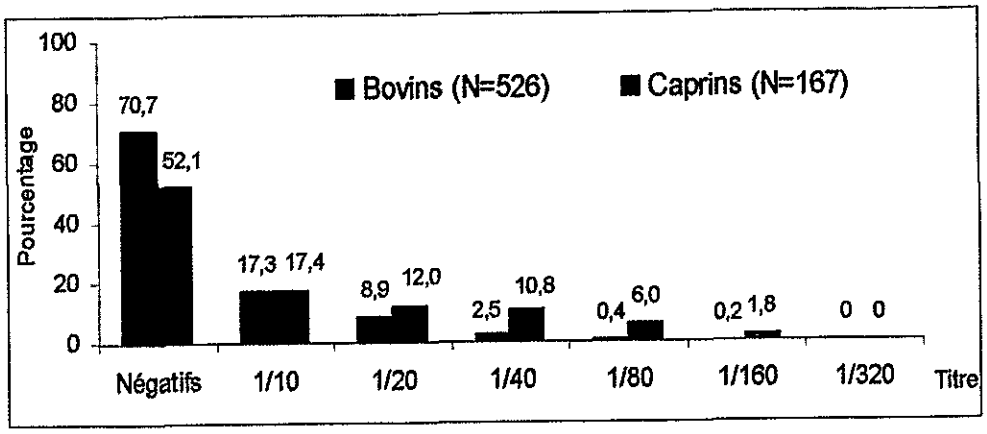
	Nombre d'éleveurs	Nombre d'animaux
Eleveurs de bovins	31	528
Eleveurs de caprins	6	168
Eleveurs d'ovins	1	5
Total	35	701

Tableau XXI : nombre d'élevages et d'animaux soumis au dépistage sérologique de la chlamydophilose.

a) Résultats globaux

Parmi les prélèvements soumis à l'analyse, trois ont présenté une activité anti-complémentaire (deux de bovins et un de caprin). Le détail des résultats pour les bovins et les caprins est présenté par titre dans la *figure 37*. Les 5 ovins testés étaient négatifs.

Figure 37 : sérologie chlamydophilose des animaux domestiques par titres.



Le titre 20 a été fréquemment obtenu (47 bovins sur 526 et 20 caprins pour 167 testés). Le titre 40 a été observé pour 13 bovins (génisses ou vaches adultes) et 18 caprins. Six troupeaux (trois de caprins et trois de bovins) sont concernés par des titres supérieurs à 40 (*tableau XXII*). Pour les chèvres, les forts titres ont surtout été observés sur les animaux en alpage aux Drisons.

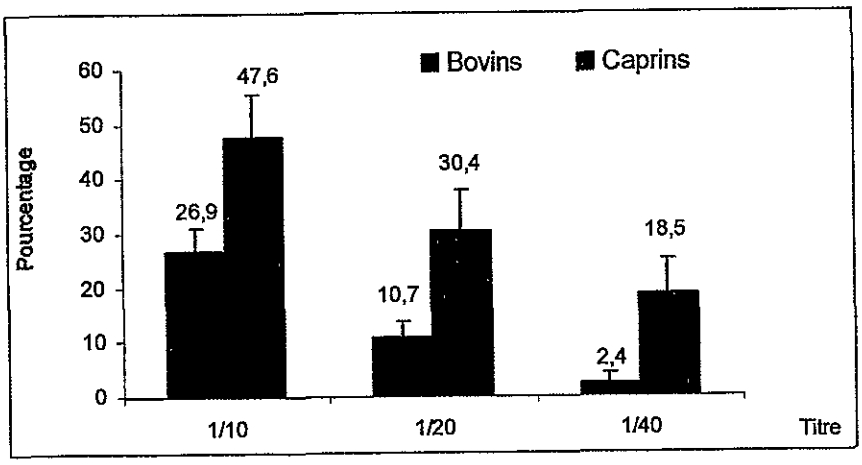
Espèce	Alpage	Zone(s)	Effectif troupeau	Animaux testés	1/20	1/40	1/80	1/160
Caprins	Le Praz	1	26	20	3	2	4	0
	Drisons	2	57	57	11	15	5	2
	Ailes du Nant	4	50	20	3	1	1	1
Bovins	Arclusaz, Arbets	1	105	26	5	1	0	1
	Bottier, Orgeval	1, 2	16	16	0	0	1	0
	Molines	2	21	21	3	0	1	0

Tableau XXII : troupeaux ayant des titres sérologiques en chlamydophilose supérieurs à 40.

b) Résultats par espèce

Comme le montre la *figure 38*, les titres en chlamydophilose étaient significativement plus élevés chez les caprins que chez les bovins avec le test du khi-deux ($p<<0,01$). Il faut toutefois rappeler que les caprins positifs sont quasiment tous issus du même troupeau.

Figure 38 : séroprévalence en chlamydophilose des animaux domestiques en alpage dans les zones 1-2-3-4 pour différents seuils de positivité.



c) Résultats par zone d'alpage

Les effectifs d'animaux et de troupeaux pris en compte pour l'enquête sérologique chlamydophilose sont résumés dans le *tableau XXIII*. Un seul alpage est représenté parmi les quatre qui existent en zone 3, d'où le faible effectif analysé pour cette zone. Quand un éleveur

avait des animaux dans deux zones, l'effectif de ses animaux a été compté dans chacune des zones car il ne nous a pas été précisé dans quel alpage était monté chaque animal individuellement. Cela explique pourquoi la somme des bovins des différentes zones est supérieure à l'effectif total des bovins testés.

Recherche sérologique de chlamydophilose	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4
Nombre d'éleveurs de bovins	**11**	**13**	**1**	**6**
Effectif des bovins	180	226	12	117
Nombre d'éleveurs de caprins	**2**	**2**	**1**	**1**
Effectif des caprins	37	102	9	20
Nombre d'éleveurs d'ovins	**0**	**0**	**1**	**1**
Effectif des ovins	0	0	5	0
Nombre total d'éleveurs	**11**	**15**	**2**	**8**
Nombre total d'animaux domestiques	217	328	26	137

Tableau XXIII : nombre d'éleveurs et d'ongulés domestiques considérés pour l'enquête chlamydophilose.

Les séroprévalences des bovins et des caprins sont présentées respectivement dans les *figures 39* et *40*. Des titres supérieurs à 40 sont observés sur les bovins provenant des zones 1 et 2 uniquement. Par contre, pour les caprins, ces titres élevés sont notés partout sauf en zone 3 mais, l'effectif de cette dernière étant faible, ces différences ne sont pas significatives.

Figure 39 : séroprévalence en chlamydophilose des bovins par zone pour différents seuils de positivité.

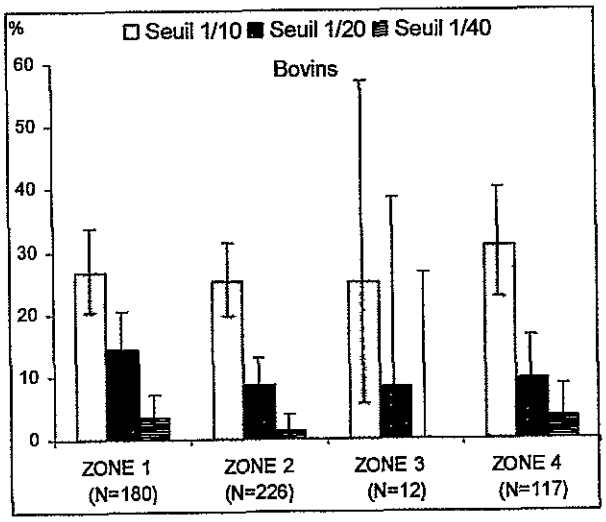
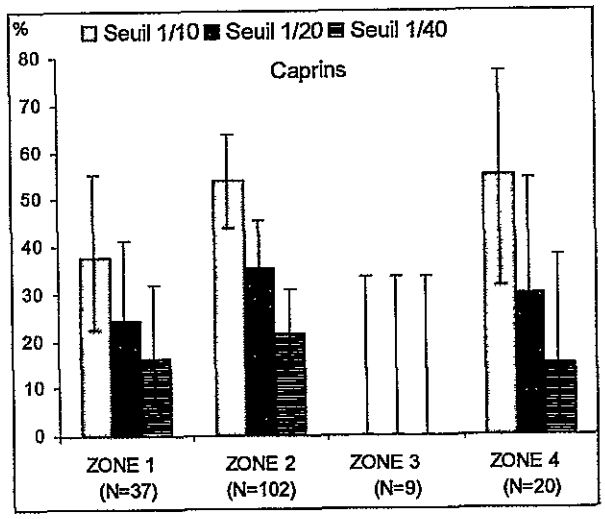


Figure 40 : séroprévalence en chlamydophilose des caprins par zone pour différents seuils de positivité.



En outre, les résultats des caprins doivent être nuancés en tenant compte de deux troupeaux supplémentaires dont un avec des antécédents de chlamydophilose. En effet, dans la **zone 1**, les brebis et les chèvres en alpage à Orisan n'ont pas été prises en compte par l'enquête sérologique (prélèvements égarés). Il s'est avéré que les animaux avaient été vaccinés, mais certains d'entre eux ayant réagi positivement en 1999 (*tableau XX*), un risque d'excrétion de chlamydies persiste probablement. Dans la **zone 4**, le dépistage n'a pas été réalisé sur les moutons en estive au Mollard car ils étaient vaccinés contre la chlamydophilose. Cependant, ne connaissant pas le statut infectieux du troupeau au moment de la vaccination, nous ne pouvons pas exclure la possibilité d'une excrétion de bactéries par ces animaux. L'alpage de Drisons, fortement positif, se situe quant à lui en **zone 2**.

2. *Fièvre Q*

La fièvre Q a été recherchée par sérologie chez 18 éleveurs. Le détail par espèce est présenté dans le ***tableau XXIV*** (certains éleveurs ayant simultanément des animaux de différentes espèces, la somme des éleveurs de chaque espèce est supérieure à 18). Parmi les sérums testés, trois ont présenté une réaction anti-complémentaire (un de caprin et deux de bovins).

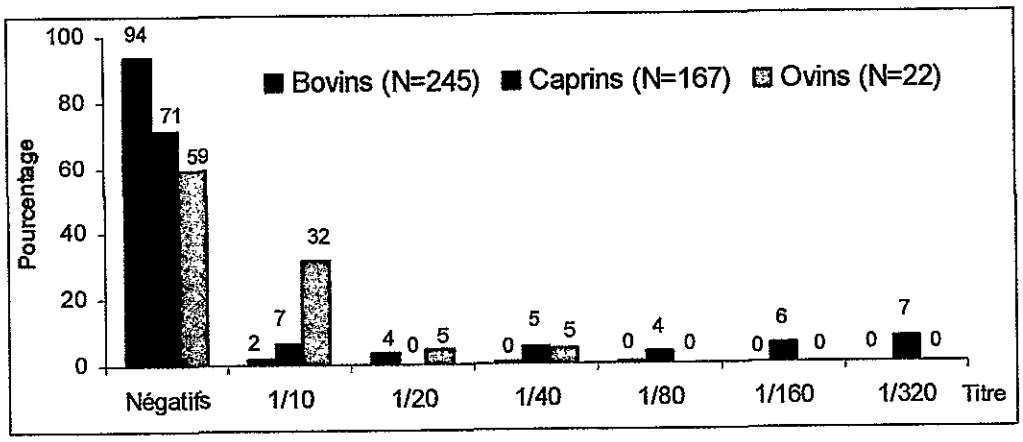
	Nombre d'éleveurs	Nombre d'animaux
Eleveurs de bovins	11	247
Eleveurs de caprins	6	168
Eleveurs d'ovins	2	22
Total	18	437

Tableau XXIV : nombre d'élevages et d'animaux soumis au dépistage sérologique de la fièvre Q.

a) Résultats globaux

La proportion des titres obtenus dans chaque espèce est présentée dans la *figure 41*. Considérés de façon plus détaillée, les résultats laissent penser que *Coxiella burnetii* était très certainement présent dans quatre élevages dont un de caprins et un d'ovins, comme le résume le ***tableau XXV***. Les forts titres observés dans le troupeau de chèvres en alpage aux Drisons sont caractéristiques d'une infection évolutive.

Figure 41 : sérologie fièvre Q des animaux domestiques par titres.



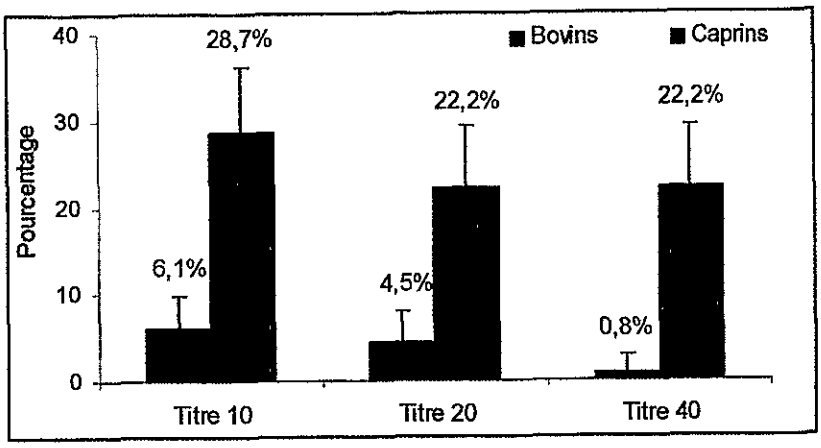
Espèce	Alpage	Zone(s)	Effectif troupeau	Animaux testés	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	1/320
Ovins	Le Mollard	4	17	17	7	1	1	0	0	0
Caprins	Drisons	2	57	57	11	0	9	6	10	12
Bovins	Orgeval	2	9	9	0	1	0	1	0	0
	Le Mollard	4	37	37	4	6	1	0	0	0

Tableau XXV : troupeaux ayant des titres sérologiques en fièvre Q > 10 chez plus d'un animal.

b) Résultats par espèce

Les résultats présentés dans la *figure 42* sont relatifs uniquement aux animaux en alpage dans les zones 1, 2, 3 et 4. En considérant arbitrairement le titre 10 comme seuil de positivité, la séroprévalence était de 6,1% pour les bovins et de 28,7% pour les caprins. Pour ces derniers, les titres étaient significativement supérieurs à ceux des bovins (khi-deux : $p<<0,01$) mais les caprins positifs appartenaient pour la plupart à un même troupeau.

Figure 42 : séroprévalence en fièvre Q des bovins et caprins en alpage dans les zones 1-2-3-4 pour différents seuils de positivité.



c) Résultats par zone d'alpage

Les effectifs des éleveurs et des animaux concernés par l'enquête sérologique sur la fièvre Q sont présentés par zone dans le *tableau XXVI*. Le déséquilibre observé est dû à la répartition non homogène des alpages dans chaque zone et des espèces dans chaque alpage. Les analyses effectuées dans les alpages *hors zone* ne sont pas indiquées.

Recherche sérologique de fièvre Q	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4
Nombre d'éleveurs de bovins	**3**	**4**	**1**	**2**
Effectif des bovins	43	118	12	62
Nombre d'éleveurs de caprins	**2**	**2**	**1**	**1**
Effectif des caprins	37	101	9	20
Nombre d'éleveurs d'ovins	**0**	**0**	**1**	**1**
Effectif des ovins	0	0	5	17
Nombre total d'éleveurs	**5**	**6**	**2**	**4**
Nombre total d'animaux domestiques	80	219	26	99

Tableau XXVI : nombre d'éleveurs et d'ongulés domestiques considérés pour l'enquête fièvre Q.

Des résultats positifs en sérologie fièvre Q ont été obtenus dans deux zones uniquement. Il s'agit des **zones 4** (alpage du Mollard) et **2** (alpages d'Orgeval, de Drisons et de Haut du Four). L'intervalle de confiance permet de nuancer les résultats obtenus notamment pour la zone 3 dont l'échantillon est de très petite taille pour les caprins (*figures 43* et *44*).

Figure 43 : séroprévalence en fièvre Q des bovins par zone au seuil de positivité 1/10.

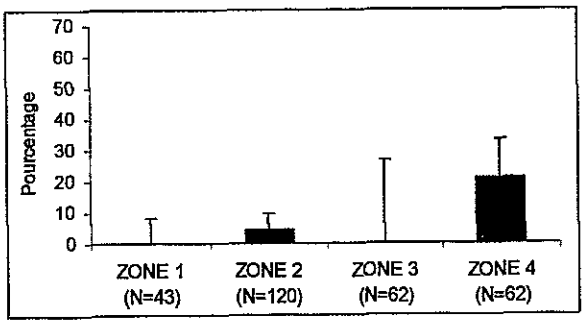
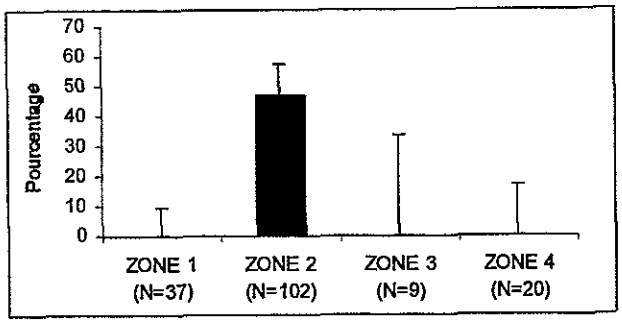


Figure 44 : séroprévalence en fièvre Q des caprins par zone au seuil de positivité 1/10.



Pour la **zone 1**, la prise en compte des moutons et des chèvres d'Orisan aurait très certainement conduit à une modification de ces résultats. En effet, en 1999, ils avaient

présenté des sérologies positives et ont été vaccinés depuis. Un dépistage par sérologie n'aurait pas été utile, mais ils doivent tout de même être pris en compte car une excrétion de *Coxiella burnetii* demeure possible.

3. Autres maladies

a) Salmonellose abortive ovine

Sur les deux troupeaux caprins testés (soit 26 animaux) tous étaient négatifs. Pour les ovins, deux troupeaux ont également été soumis au dépistage de la salmonellose abortive : l'un d'eux (5 brebis) était négatif alors que l'agent abortif semblait présent dans l'autre troupeau puisque huit moutons ont réagi à 1/640 et un à 1/1280. Ce troupeau monte en estive dans la **zone 4** et a pu être observé à proximité du chalet de Charbonnet à l'intérieur de la RNCFS.

b) Pestiviroses

Les analyses sérologiques **BVD** ont été effectuées sur 604 bovins parmi lesquels 12 se sont avérés vaccinés. Sur les 592 bovins non vaccinés testés, 50% exactement ont réagi positivement. Parmi les 24 élevages de bovins soumis au dépistage, 20 possédaient au moins un animal séropositif.

La recherche de **Border Disease** n'a été réalisée que sur trois troupeaux caprins et deux d'entre eux se sont avérés positifs (l'un avec 5 chèvres positives sur 38 et l'autre 9 sur 57). Concernant les ovins, seule une brebis a réagi positivement sur les 17 de l'unique troupeau testé.

III. COMPARAISON ONGULES SAUVAGES – ONGULES DOMESTIQUES

L'*annexe 1*, qui présente de façon superposée la carte des unités pastorales (limites théoriques) et la répartition ponctuelle des chamois marqués depuis 1985, permet de montrer que des inter-relations spatiales existent dans les alpages des Bauges entre ongulés sauvages et ongulés domestiques. En particulier, une cohabitation est visible en **zone 1** aux alpages d'Orisan, La Balme et La Chapelle de Bellevaux, en **zone 2** à Orgeval et Aup' de Seythenex et en **zone 3** à Chérel, Massoly et Eau Froide. Il semble donc justifié de comparer les résultats obtenus chez les ongulés domestiques et sauvages afin de chercher à mettre en évidence d'éventuelles corrélations.

A/ Enquête sérologique

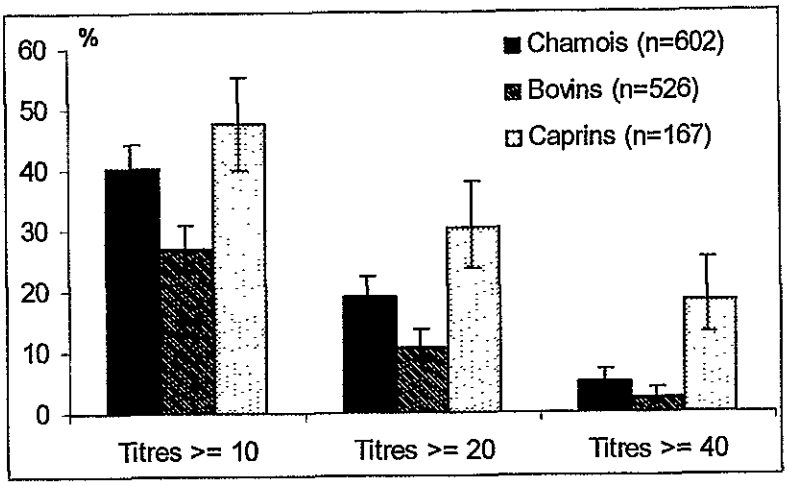
Dans cette partie, les résultats sérologiques globaux des ongulés domestiques et sauvages sont comparés sans tenir compte de la période à laquelle le prélèvement a été réalisé. L'objectif est de comparer la séroprévalence globale des espèces étudiées.

1. Chlamydophilose

La *figure 45* montre que les chamois des Bauges ont une séroprévalence globalement plus élevée que les bovins prélevés au cours de la campagne de prophylaxie 2000-2001. Par contre, leurs titres sont nettement moins élevés que ceux des caprins. Ce graphique doit

toutefois être nuancé en tenant compte du fait que les résultats obtenus chez les ruminants domestiques sont très liés à un « effet troupeau » (la plupart des chèvres positives sont en effet issues du même troupeau) et qu'ils ne sont représentatifs que d'une seule année de prélèvement.

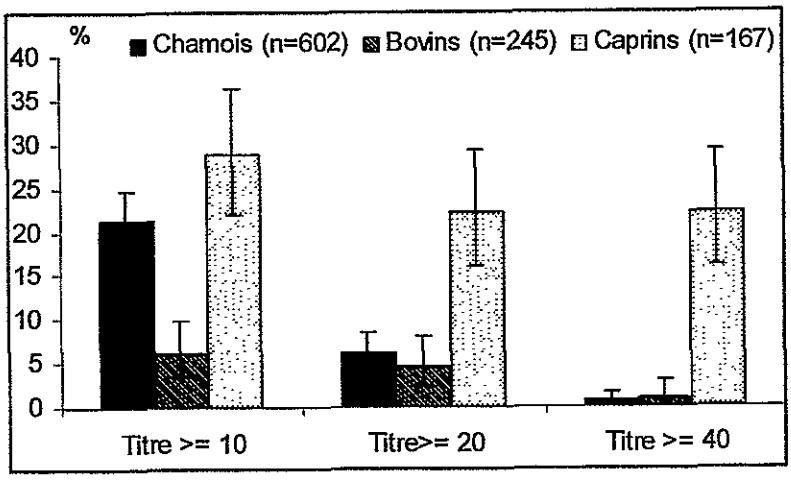
Figure 45 : sérologies comparées des chamois (de 1980 à 2001) et des ruminants domestiques (enquête 2000-2001) en chlamydophilose.



2. Fièvre Q

La *figure 46* montre que les chamois présentent une séroprévalence nettement supérieure à celle des bovins pour les titres faibles (seuil 1/10), alors que les valeurs sont comparables entre ces deux espèces pour les titres plus forts (prévalences proches de 5% au seuil 1/20 et 1% au seuil 1/40). Les séroprévalences au seuil 1/20 et 1/40 sont significativement plus faibles que celles observées pour les chèvres. Toutefois, il faut rappeler que la plupart des caprins réactifs appartiennent à un même troupeau.

Figure 46 : sérologies comparées des chamois (de 1980 à 2001) et des ruminants domestiques (enquête 2000-2001) en fièvre Q.

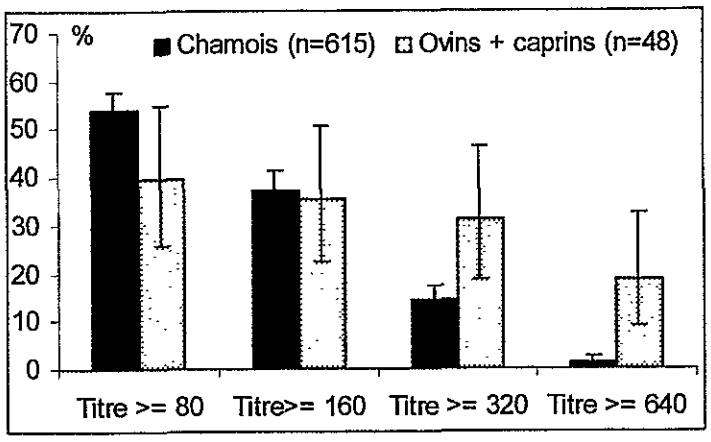


3. Autres maladies

a) Salmonellose abortive ovine

La *figure 47* met en évidence que les chamois ont une très forte séroprévalence en salmonellose abortive ovine pour les titres faibles (proche de 50% et 40% respectivement aux seuils 1/80 et 1/160). Ces valeurs sont comparables à celles des petits ruminants en alpage dans les Bauges. Par contre, la séroprévalence des chamois est quasiment nulle au seuil 1/640 alors qu'elle est supérieure à 10% chez les petits ruminants domestiques.

Figure 47 : sérologies comparées des chamois (de 1980 à 2001) et des ruminants domestiques (enquête 2000-2001) en salmonellose abortive ovine.



b) Pestiviroses

Moins de 2% des chamois ont présenté une réaction en sérologie pestivirose, alors que 50% des bovins et 10% des ovins et caprins testés ont réagi positivement.

B/ Etude rétrospective des maladies abortives

Ce paragraphe a pour objectif de présenter de façon comparative les résultats obtenus pour les ongulés domestiques et sauvages sur l'ensemble de la période 1986-2001.

1. Chlamydophilose

Le profil sérologique en chlamydophilose des chamois capturés depuis 1986 est mis en parallèle avec l'historique des avortements établi pour les troupeaux domestiques en *annexe 2*. On constate qu'aucun épisode d'avortement potentiellement associé à une étiologie chlamydienne n'a été recensé avant 1994 alors que deux évènements sérologiques se sont manifestés chez les chamois au cours de cette période (1987-89 et 1992). A partir de 1994, un risque d'excrétion de *Chlamydophila* par les ongulés domestiques en alpage est par contre en permanence suspecté d'avoir existé. Dans le même temps, deux nouveaux pics sérologiques ont été observés chez les chamois (1994 et 1999). Le profil sérologique des chamois ne semble donc absolument pas corrélé avec les évènements pathologiques révélés par l'historique des avortements chez les ongulés domestiques.

La *figure 48* compare l'historique des maladies abortives des ongulés domestiques et sauvages présents uniquement dans la **zone 1**. Elle permet de montrer qu'il existe une concordance chronologique entre la présence en 1999 d'animaux domestiques infectés à l'alpage d'Orisan et le pic d'anticorps observé chez les chamois capturés au filet d'*Armenaz* cette même année. Or, la carte présentée en *annexe 1* montre qu'une cohabitation existe en zone 1 entre les ongulés sauvages et domestiques, notamment à l'alpage d'Orisan. Toutefois, la date exacte de montée en alpage du troupeau domestique n'est pas connue mais se situe probablement à la mi-juin alors que certains chamois capturés le 15 juin présentaient déjà un titre 20 ou 40. Une relation de cause à effet entre les deux évènements est donc très peu probable. En outre, les chamois prélevés en 2000 ont présenté une séroprévalence faible en dépit de la présence en alpage d'animaux domestiques infectés.

Le profil sérologique des chamois capturés dans les cages de la **zone 2** est mis en parallèle avec l'historique des avortements des ruminants domestiques en alpage dans cette zone dans la *figure 49*. Comme précédemment, des pics sérologiques sont constatés chez le

chamois en l'absence d'événement pathologique connu chez les ruminants domestiques. Après 1994, les chamois ne présentent des réactions qu'aux faibles titres malgré la présence en alpage de ruminants domestiques infectés.

Pour conclure, on peut dire qu'**aucune relation chronologique simple ne semble exister entre la présence en alpage d'animaux domestiques probablement infectés par *Chlamydophila abortus* et la réaction sérologique observée pour les chamois.**

2. Fièvre Q

La chronologie comparée des évènements domestiques et sauvages en fièvre Q est résumée en *annexe 4*. Comme pour la chlamydophilose, les chamois présentent deux pics sérologiques (1987 et 1992) avant 1994 alors qu'aucun épisode de fièvre Q n'a été recensé dans les troupeaux domestiques durant cette période. Par contre, la forte séroprévalence observée en 1994 coïncide avec la présence d'animaux infectés à l'alpage d'Orgeval. En dehors de cette concordance chronologique, aucune relation n'apparaît entre la présence en alpage d'animaux infectés par *Coxiella burnetii* et le profil sérologique des chamois.

De même, les *figures 50* et *51* qui décrivent respectivement les évènements observés chez les ongulés sauvages et domestiques entre 1986 et 2001 dans les **zones 1** et **2**, ne font ressortir aucune relation évidente entre l'historique des ruminants domestiques et les réactions sérologiques des chamois. La seule exception concerne l'année 1994 pour laquelle on observe chez les chamois de zone 2 une séroprévalence supérieure à 50% au seuil 1/10 alors que des caprins séropositifs sont montés en alpage. En fait, sur les 8 chamois ayant réagi au titre 10, 5 ont été capturés en mai ou au début du mois de juin, c'est-à-dire avant la montée en alpage des ruminants domestiques infectés. Remarquons de plus qu'une forte séroprévalence est également observée cette même année chez les chamois capturés en zone 1. Par ailleurs, une hausse de la séroprévalence est constatée en 1992 uniquement dans la zone 1, mais aucun évènement relatif aux ongulés domestiques n'a été mis en évidence dans cette zone au début des années 1990.

La comparaison chronologique de l'historique clinique et sérologique des ongulés domestiques et sauvages en fièvre Q apporte donc peu d'information.

3. Autres maladies

a) Salmonellose abortive ovine

L'historique des avortements effectué chez les animaux domestiques ne nous a permis de retrouver aucune information relative à cette maladie. L'enquête sérologique nous a toutefois permis de révéler la présence de moutons infectés en zone 4 en 2000-2001. Concernant les chamois, ils présentent un profil sérologique très variable en fonction des années. Une augmentation des titres en anticorps est constatée en 1999, mais l'année 2000 est plutôt caractérisée par une baisse globale de la séroprévalence (*figure 33*).

b) Pestiviroses

Très peu de chamois ont réagi en sérologie pestivirose et ces réactions paraissent aléatoires dans l'espace et dans le temps. A l'inverse, les troupeaux domestiques s'avèrent très infectés par ces virus.

Figure 48 : chronologie comparée des évènements concernant la chlamydophilose chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 1.

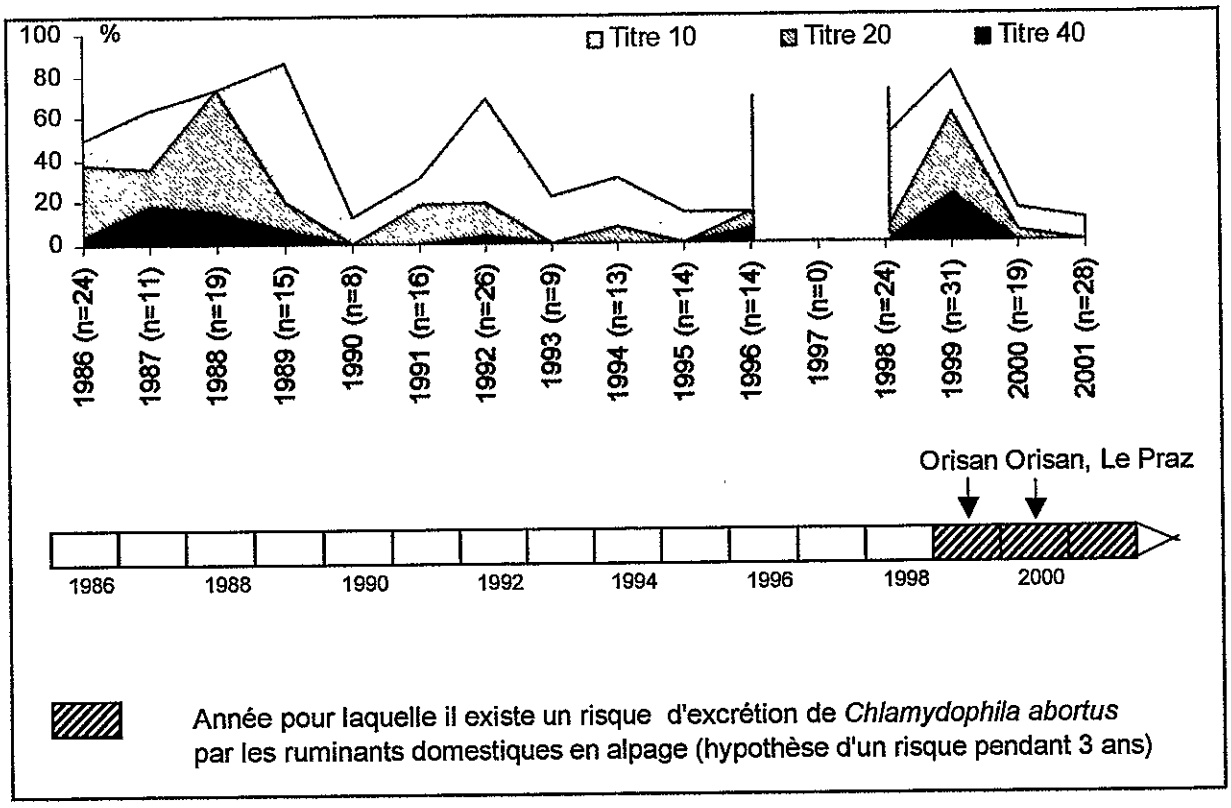


Figure 49 : chronologie comparée des évènements concernant la chlamydophilose chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 2.

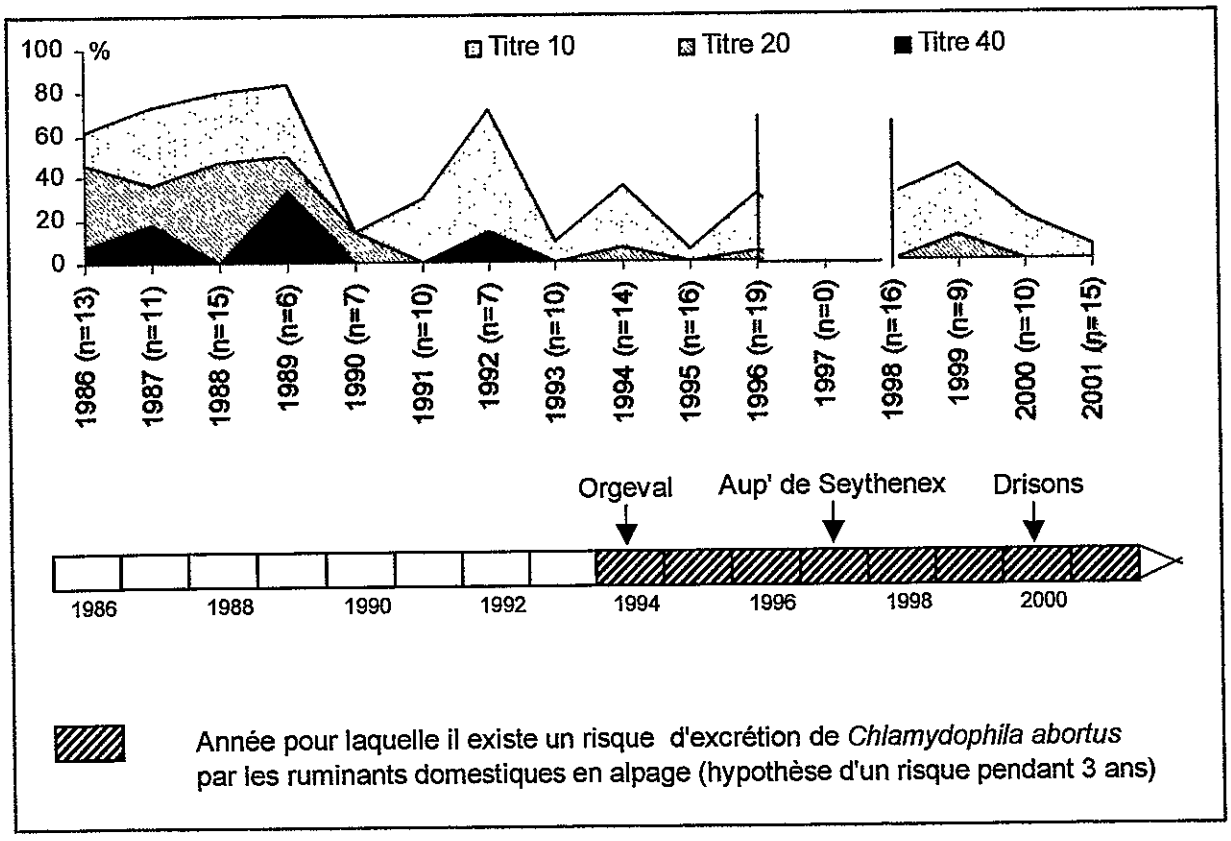


Figure 50 : chronologie comparée des évènements concernant la fièvre Q chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 1.

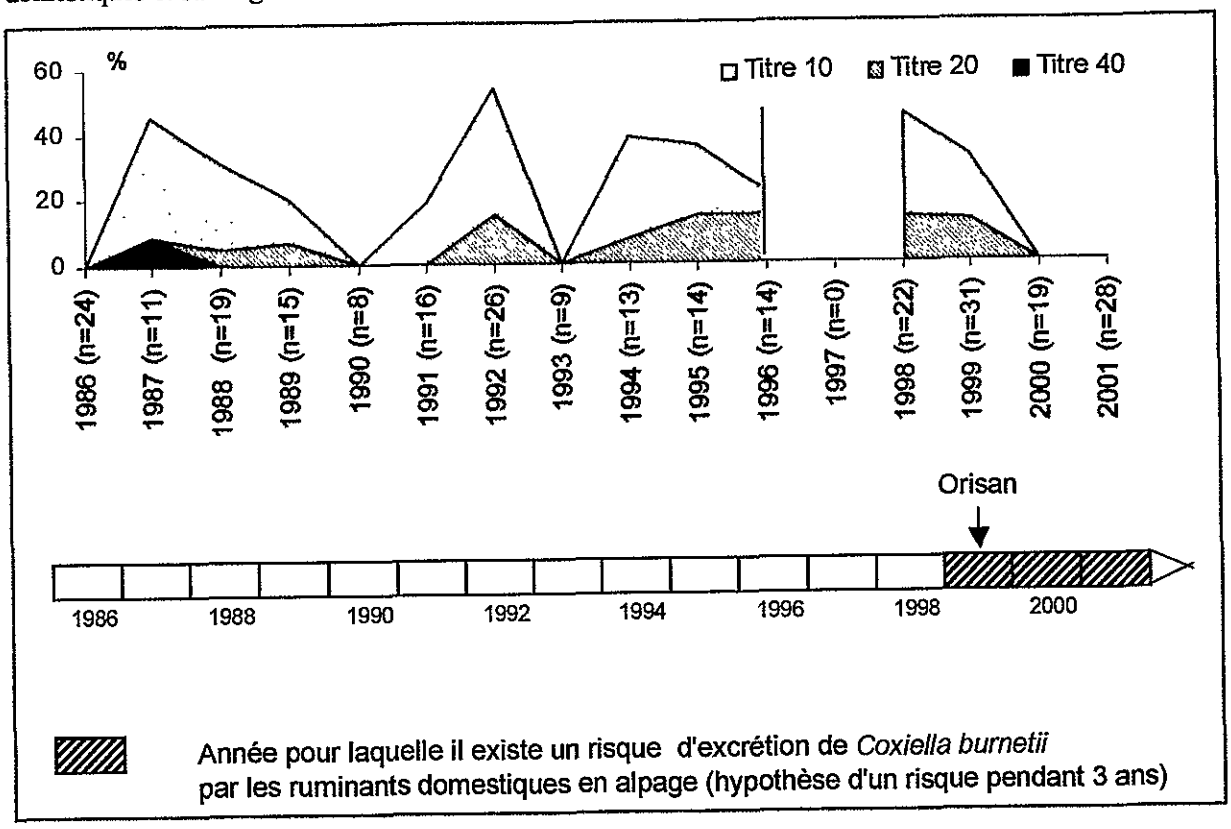
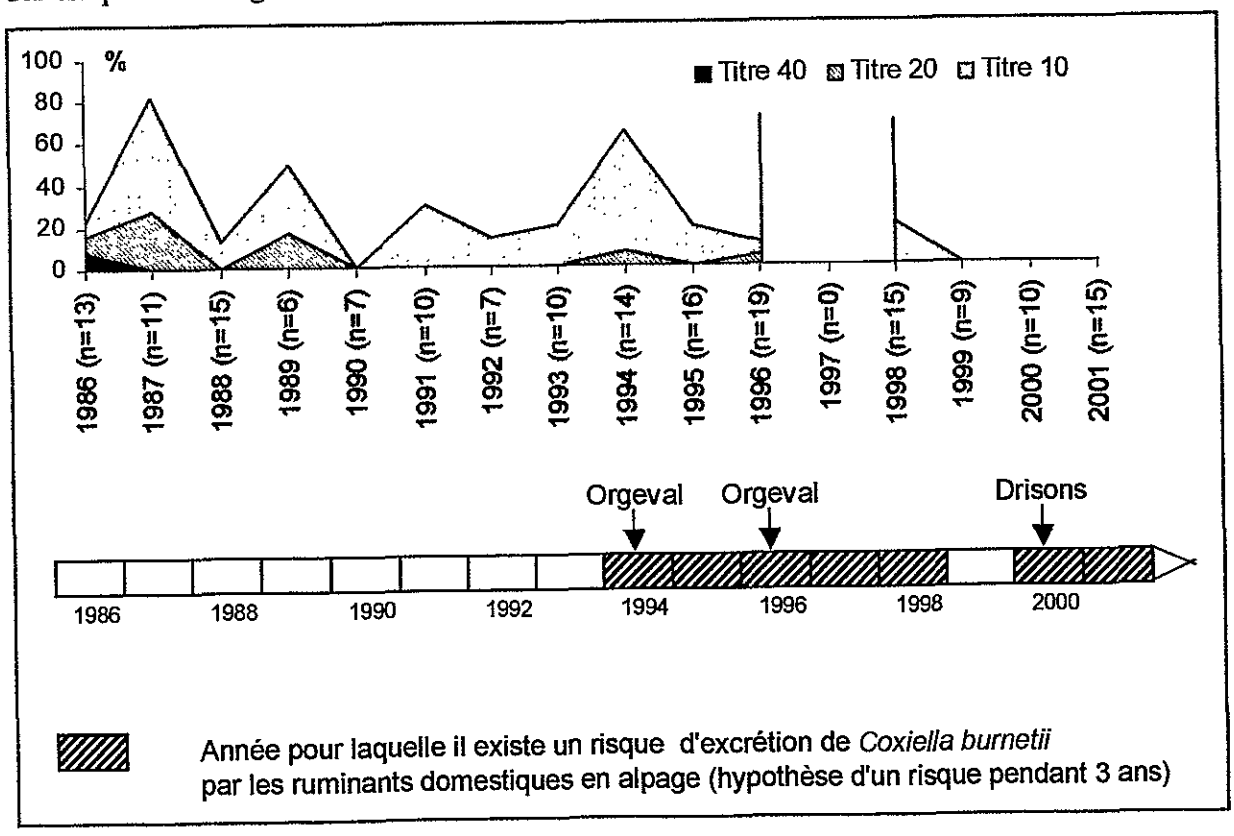


Figure 51 : chronologie comparée des évènements concernant la fièvre Q chez les ongulés domestiques et sauvages en zone 2.



Pour résumer, nous avons obtenu les résultats suivants :

Ongulés sauvages

- Aucune anomalie clinique ou anatomo-pathologique susceptible d'être provoquée par les maladies abortives étudiées n'a été mise en évidence et l'examen des nœuds lymphatiques prélevés sur les chamois abattus à la chasse n'a pas permis l'isolement des bactéries recherchées.

- Les chamois et les mouflons ont réagi aux sérologies chlamydophilose, fièvre Q et salmonellose abortive. Les analyses pestiviroses étaient par contre négatives.

- Concernant la chlamydophilose, les titres en anticorps des chamois étaient variables selon les années, la séroprévalence s'avérant particulièrement élevée à certaines périodes. Néanmoins, aucune relation n'a pu être établie entre les séroprévalences annuelles et les valeurs de l'indice de reproduction de la population de chamois. Les titres en anticorps se sont avérés significativement plus élevés chez les femelles que les mâles mais aucune différence significative n'a pu être montrée en fonction de l'âge, bien que les titres aient semblé augmenter avec l'âge chez les femelles.

- Concernant la fièvre Q, la séroprévalence des chamois était également variable selon les années et différents pics sérologiques ont été constatés au cours du temps, relativement synchrones de ceux décrits pour la chlamydophilose. Comme pour cette dernière, aucune relation n'a pu être montrée avec l'indice de reproduction de la population. Nous n'avons montré aucun effet significatif du sexe ni de l'âge sur les titres observés, bien qu'une tendance à l'augmentation avec l'âge ait semblé se dessiner pour les femelles.

Ongulés domestiques

- L'enquête rétrospective sur les maladies abortives des ongulés domestiques a permis de mettre en évidence différents alpages ayant une forte probabilité d'avoir été fréquenté par des troupeaux domestiques infectés par *Chlamydophila abortus* ou *Coxiella burnetii.*

- L'enquête sérologique effectuée en 2000-2001 a par ailleurs révélé, dans un certain nombre de troupeaux, la présence d'animaux ayant des titres sérologiques élevés en chlamydophilose, fièvre Q ou salmonellose abortive. En outre, la plupart des troupeaux bovins se sont avérés positifs en BVD.

Comparaison ongulés sauvages - ongulés domestiques

- Les séroprévalences en chlamydophilose et fièvre Q étaient les plus fortes, pour les faibles titres, chez les caprins, puis chez les chamois, puis chez les bovins. Aux titres plus élevés, les prévalences des chamois et des bovins étaient comparables.

- Aucune association directe entre les historiques des maladies abortives établis chez les chamois et les ruminants domestiques n'a pu être mise en évidence.

Discussion

L'alpage d'Orgeval en zone 2, entre le Mont de la Coche, la Pointe d'Arcalod et la Pointe de Chaurionde, vu depuis le Mont Armenaz.

I. ONGULES SAUVAGES

Nous allons tenter de définir, à partir des résultats décrits dans la partie précédente, quel est le statut des ongulés de montagne de la RNCFS des Bauges vis à vis des maladies abortives étudiées dans ce programme. Nous discuterons tout d'abord de la signification possible des traces sérologiques observées, puis nous reviendrons sur les limites des méthodes d'investigation mises en place.

A/ Des traces sérologiques chez les ongulés sauvages

1. Chlamydophilose

Au total, 40% des chamois ont eu un titre supérieur ou égal à 10 en sérologie chlamydophilose, ce qui laisse penser que ces animaux ont des contacts fréquents avec des chlamydies. L'observation des pics d'anticorps en 1987-88-89, 1992 et 1999 à des titres atteignant 40 suggère le passage ou le réveil d'un agent pathogène contre lequel des anticorps détectables par le test de diagnostic ont été synthétisés. Aucun isolement bactériologique n'ayant été effectué, il est toutefois impossible d'affirmer s'il s'agit de *Chlamydophila abortus* ou d'une autre chlamydie, d'autant plus qu'aucun retentissement clinique ou sur l'indice de reproduction n'a pu être détecté.

Toutefois, on peut remarquer que les femelles ont des titres significativement plus élevés que les mâles, ce qui est souvent le cas pour une maladie abortive. De plus, la proportion des titres élevés chez les femelles tend à augmenter vers l'âge de 3-4 ans. Il est vrai que la différence observée entre les classes d'âge n'est pas significative, mais il est possible que les effectifs considérés soient insuffisants pour mettre en évidence une différence. Or, les femelles âgées de 3 ou 4 ans sont de jeunes femelles qui ont mis bas une fois (primipares) voire deux fois. En effet, selon Loison (1995), 92% des femelles chamois des Bauges se reproduisent à 3 ans et l'âge de première reproduction est de 2 ans pour 66% d'entre elles. On peut donc suggérer une analogie avec les petits ruminants domestiques chez lesquels les femelles primipares expriment cliniquement la chlamydophilose quand la bactérie est en circulation dans l'ensemble du troupeau.

Par ailleurs, Lenoble (2002) a montré une interaction « année-zone » significative entre les zones *Armenaz*, *Chardon bleu* et *Curtillet* au seuil 1/10, ce qui laisse penser que la circulation de l'agent détecté par le test est relativement indépendante entre les différents secteurs de la réserve. Par ailleurs, dans d'autres massifs, des réactions au titre 10 ont été observées en grand nombre sans différence de prévalence entre les classes d'âge et de sexe, les années et les sites d'origine (Gauthier, 1995). Il est donc probable que la circulation naturelle de chlamydies est courante sans être accompagnée de manifestation pathologique perceptible. Notons qu'aucune corrélation n'a notamment été montrée entre les résultats sérologiques en chlamydophilose chez les ongulés de montagne et la présence de symptômes de kérato-conjonctivite infectieuse (Gauthier, 1991). L'agent étiologique de l'épizootie débutée dans les Bauges en 1977 a d'ailleurs été identifié comme étant *Mycoplasma conjunctivae* (Terrier, 1998).

2. Fièvre Q

Un peu plus de 20% des chamois testés depuis 1980 ont réagi en sérologie fièvre Q au seuil 1/10 et environ 5% ont réagi au seuil 1/20. Comme pour la chlamydophilose, il semble qu'il y ait circulation dans la population de chamois des Bauges d'un agent pathogène entraînant la synthèse d'anticorps révélés par test de fixation du complément. Mais, tout comme précédemment, il est impossible d'affirmer qu'il s'agit de *Coxiella burnetii* en l'absence de mise en évidence directe du germe. En outre, s'il s'agit effectivement de cet agent pathogène, il n'est pas possible d'extrapoler les connaissances acquises sur les ruminants domestiques en terme de clinique et d'excrétion car il existe de nombreuses spécificités d'espèce (Rousset *et al.*, 2001). En l'absence de travail expérimental, il est notamment impossible de prévoir si la bactérie peut subsister longtemps ou non dans l'espèce Chamois et si celle-ci pourrait constituer un réservoir. Etant donnée la fréquence des anticorps décelés chez de nombreuses espèces sauvages, Bell (1981) estime néanmoins qu'il s'agit probablement d'une infection courante dont les animaux se remettent aisément.

A partir des résultats sérologiques obtenus dans les Bauges, nous n'avons mis en évidence aucun effet des facteurs sexe et âge. Cependant, en travaillant sur des chamois issus de différents massifs, Lenoble (2002) a observé un effet significatif du facteur sexe (les femelles ayant une séroprévalence plus forte que les mâles) et une interaction entre âge et sexe à la limite de la significativité. Les femelles pourraient donc avoir une réaction similaire aux brebis pour lesquelles il a été montré que les titres sérologiques sont plus élevés chez les femelles adultes par rapport aux autres classes d'âge et de sexe, du fait d'une réactivation de la synthèse d'anticorps lors de mise bas ou d'avortement (Fontaine *et al.*, 1975).

Dans les Bauges, plusieurs années apparaissent marquées par une forte séroprévalence avec des titres forts : 1987, 1994 et, secondairement, 1992 et 1998. Ces années correspondent à celles citées précédemment pour la chlamydophilose (*annexe 6*), sauf l'année 1999 pour laquelle les titres en fièvre Q sont peu marqués. Ce synchronisme des pics de séroprévalence tend à faire penser que les réactions sérologiques se sont produites suite à un épisode stimulant simultanément la synthèse des anticorps dirigés contre des chlamydies et des coxielles. On peut émettre l'hypothèse que les femelles ont été contaminées par ces différents agents pathogènes de façon simultanée, à partir d'une même source de matières virulentes (animal infecté excréteur, environnement souillé... ?). Néanmoins, chez les ruminants domestiques, des réponses anticorps anamnésiques peuvent aussi être observées lorsqu'une femelle, infectée au préalable par un agent pathogène, avorte ou met bas normalement (Tyler & Cullor, 1989 ; Badinand, 1998 ; Sanchis, 2002).

Le changement de test utilisé pour analyser les sérums d'animaux sauvages en 1993 doit être rappelé. En effet, chez les caprins, un titre plus élevé de une à deux dilutions est obtenu avec l'antigène *Behring*® par rapport à l'antigène *Coxifix*®, alors que chez les ovins, c'est la relation inverse qui est observée, avec un écart beaucoup moins prononcé (Gauthier, 2002). En l'absence d'échantillons de sang de chamois analysés avec les deux tests, il est difficile de savoir si le changement de test modifie notablement ou non les résultats. Toutefois, on ne constate pas de différence majeure dans la réponse sérologique des chamois avant et après 1993.

3. Autres maladies

a) Salmonellose abortive ovine

Depuis la mise en place du suivi sanitaire dans les Bauges, quelques chamois seulement (1,1%) ont réagi à des titres élevés (≥1/640) en salmonellose. Par contre, plus de la moitié des individus testés ont réagi aux titres faibles (≥1/80). Ce résultat suggère l'existence d'une circulation de salmonelles dans la population de chamois. Toutefois, du fait des nombreuses réactions croisées possibles notamment avec d'autres bactéries du genre *Salmonella* (Sanchis, 2002), il n'est pas possible, au regard d'un simple suivi sérologique, de savoir s'il s'agit ou non de *Salmonella Abortus ovis*.

En outre, des pics de séroprévalence ont été observés en 1996 et 1999 pour les titres forts et en 1987 et 1990 pour les titres faibles (*annexe 6*). Les évènements sérologiques ne sont donc synchrones de ceux décrits pour la chlamydophilose et la fièvre Q que pour les années 1987 (pic en chlamydophilose et fièvre Q) et 1999 (pic en chlamydophilose). L'absence de synchronisme pour les autres années tendrait à signifier que la réaction sérologique observée pour la salmonellose n'est pas en relation avec un germe responsable d'avortement ou que les sources d'infection des chamois par des salmonelles sont différentes des sources de chlamydies et de coxielles.

Signalons toutefois qu'une femelle chamois en provenance de Dingy (Haute-Savoie), autopsiée au LDAV de Chambéry, a été fortement suspectée d'être atteinte de salmonellose abortive ovine et qu'une contamination de bouquetins par *Salmonella Abortus ovis* à partir d'un cheptel ovin infecté a été observée dans le Parc National de la Vanoise (Gauthier, comm. pers.). Ces deux exemples montrent que cette bactérie est capable d'infecter des ongulés sauvages de montagne et laissent penser que certains des pics d'anticorps observés sont probablement associés à un contact avec cet agent pathogène.

b) Pestiviroses

La fréquence des anticorps anti-pestivirus est faible chez les chamois de la RNCFS des Bauges puisque quelques individus seulement ont réagi positivement sur une période de suivi de plus de 20 ans et sans qu'aucun agrégat spatio-temporel ne semble se détacher. Ces quelques réactions pourraient en outre correspondre au manque de spécificité du test (faux positifs). La situation épidémiologique des chamois des Bauges vis à vis de cette maladie diffère donc considérablement de celle des isards de la RNCFS d'Orlu chez lesquels une très forte séroprévalence est observée (Gauthier, 1999).

B/ Limites des investigations mises en place

1. Données cliniques et anatomo-pathologiques

Le taux de mortalité est toujours très difficile à évaluer dans une population d'animaux sauvages (Mörner *et al.*, 2002 ; Wobeser, 1994). Loison (1995) est cependant parvenue à estimer la survie par classe d'âge des femelles chamois en travaillant sur les individus marqués dans la RNCFS des Bauges. Selon elle, la survie serait de l'ordre de 90% pour les femelles de 1 an, 96% pour celles âgées de 2 à 10 ans et 73% pour celles de 11 ans et plus, mais elle serait seulement de 66% pour les chevreaux. En faisant l'hypothèse que la survie est

du même ordre de grandeur chez les mâles, on peut estimer que le taux annuel de mortalité des chamois adultes est proche de 5%. En supposant que la population compte environ 1000 individus adultes, 50 chamois adultes trouveraient la mort chaque année, donc près de 650 individus seraient morts en 13 ans. Or, seulement 21 chamois adultes, morts naturellement ou très affaiblis, ont été rapportés entre 1989 et 2001 pour faire l'objet d'une autopsie. Le taux de détection de la mortalité serait donc grossièrement de 3% pour les adultes. Par contre, ce taux de détection est nul pour les chevreaux puisque aucun individu dans sa première année n'a été rapporté en dépit de la très forte mortalité dans cette classe d'âge. Le nombre de cadavres retrouvés et autopsiés n'est donc manifestement pas représentatif de la mortalité totale de la population de chamois. Nevejans (2002) a établi un constat similaire en travaillant sur les cadavres de chamois rapportés de différents massifs des Alpes du Nord et estime que **le suivi sanitaire des chamois basé sur le recueil de cadavres est inévitablement sous-échantillonné et ne peut prétendre à aucune représentativité de la mortalité réelle.**

Par ailleurs, les maladies abortives étudiées dans ce programme ne sont pas mortelles pour les individus adultes et les chances de retrouver des avortons ou des placentas sont extrêmement faibles car ils sont très certainement consommés rapidement par des carnivores. De plus, comme les germes en cause sont difficiles à mettre en évidence par les techniques de laboratoire, il est peu étonnant de ne pas arriver à établir un historique de ces maladies à partir d'animaux sauvages retrouvés morts. Ainsi, sur 500 chamois retrouvés morts dans les Alpes du Nord et autopsiés au LDAV de Chambéry, une maladie génitale n'a pu être associée à la mort que sur 6 individus (Nevejans, 2002). Si l'on prend cette étude pour référence, en faisant l'hypothèse que la situation des Bauges est similaire à celle des autres massifs alpins, cela signifie qu'il faudrait retrouver au minimum 84 cadavres d'ongulés de montagne morts dans des conditions naturelles pour avoir une chance d'observer des lésions associées à une maladie génitale. La recherche de cadavres dans l'environnement s'avère donc une **méthode peu adaptée pour étudier les maladies abortives.**

D'autre part, *Chlamydophila abortus* et *Coxiella burnetii* sont responsables chez les petits ruminants domestiques de troubles respiratoires ou articulaires et l'on peut faire l'hypothèse qu'il en est de même chez le Chamois, ce qui devrait se traduire respectivement par des mortalités anormales, notamment de chevreaux, et des boiteries. Cependant, il est peu probable qu'une surveillance passive permettrait de révéler ce type d'épisodes pathologiques. En effet, on ne peut prétendre déceler par un réseau de surveillance basé sur le recueil de cadavres que des maladies entraînant une forte mortalité ou atteignant une très grande proportion de la population considérée (Wobeser, 1994).

L'examen des animaux abattus à la chasse pourrait par contre permettre d'observer des lésions notamment cardiaques, pulmonaires, rénales ou hépatiques, comme cela a été décrit sur des bisons sauvages séropositifs en fièvre Q (Szarek *et al.*, 1994). Dans les Bauges, aucune lésion majeure n'a été décrite à l'examen du tableau de chasse. Cela signifie que cet examen devrait probablement être amélioré car il est surprenant qu'aucune lésion notamment pulmonaire n'ait été rapportée étant donné qu'elles sont très fréquentes chez le Chamois (Trimaille, 1985 ; Nevejans, 2002).

2. Données sérologiques

a) Qualité des prélèvements

Plusieurs échantillons de sang apportés au laboratoire se sont avérés non exploitables (5% pour les chamois et 8% pour les mouflons). Rappelons que les **sources d'altération** qui rendent le sang impropre à l'analyse sont les suivantes (Gauthier, 1999) : l'existence d'une contamination bactérienne (sang souillé), le froid (gel), une forte chaleur, les chocs, certaines substances (notamment celles à pouvoir anti-complémentaire) ainsi qu'un long délai d'acheminement au laboratoire. Etant donné les efforts mis en place pour la capture des ongulés sauvages et la réalisation des prélèvements sanguins, il est très regrettable de ne pas pouvoir exploiter certains échantillons simplement parce que leur conservation n'a pas été réalisée de façon rigoureuse.

b) Plan d'échantillonnage

Les sérums prélevés sont essentiellement ceux des animaux capturés vivants mais des prélèvements sont aussi parfois réalisés sur les animaux abattus à la chasse. Dans les deux cas, on ne dispose que d'un prélèvement par animal car il est rare de capturer deux fois un individu au cours d'une même saison. Par conséquent, **il n'est jamais possible de suivre la cinétique des anticorps chez un animal et de mettre en évidence une infection évolutive.**

En outre, il serait intéressant d'étudier les relations entre le mois de prélèvement et les titres sérologiques observés chez les femelles en âge de reproduction car, par analogie avec les ruminants domestiques, on peut s'attendre à des niveaux d'anticorps plus élevés peu après la période de parturition. Cependant, le nombre de femelles adultes capturées par année et par mois est insuffisant pour effectuer des comparaisons et il n'est pas possible d'effectuer une comparaison globale des résultats en fonction du mois de prélèvement car il existe de toute évidence des variations inter-annuelles.

Enfin, comme tous les pièges n'ont pas été mis en place à la même période, l'effectif des chamois capturés n'est pas homogène entre les quatre zones. Des prélèvements complémentaires sont nécessaires notamment pour apprécier le statut sanitaire des chamois de la zone 4.

c) Méthodes d'analyse

Le diagnostic sérologique apparaît idéal pour étudier des populations d'espèces difficilement manipulables tels que les animaux sauvages car il est possible, à partir d'une petite quantité de sang, de rechercher la trace de nombreux agents pathogènes (Barrat *et al.*, 1985 ; Gardner *et al.*, 1996). Il s'accompagne cependant de nombreuses limites (Wobeser, 1994). En effet, une réaction positive à un test sérologique signifie que les animaux ont probablement été en contact avec l'agent pathogène recherché et ont produit des anticorps contre cet agent à un titre mesurable. Mais, cela peut aussi signifier qu'il existe une **réaction croisée avec un autre agent pathogène** (Clark *et al.*, 1983). Ce risque est d'autant plus important sur des animaux sauvages car les tests de diagnostic ont été mis au point pour rechercher des anticorps dirigés contre des agents de maladies des animaux domestiques. Quand un animal sauvage donne une réponse positive, il peut avoir été en contact avec l'agent pathogène recherché ou avec un agent antigéniquement apparenté qui a évolué séparément et

s'est **adapté à un hôte sauvage** (Baradel *et al.*, 1988 ; Pastoret *et al.*, 1988). La mise en évidence d'un lien entre la réponse sérologique observée et une éventuelle incidence clinique ne peut être effectuée que par le biais de travaux expérimentaux ou d'études épidémiologiques (Fromont *et al.*, 2001 ; Gardner *et al.*, 1996).

3. Données bactériologiques et bactérioscopiques

a) Qualité des prélèvements

Le prélèvement des nœuds lymphatiques au moment de l'examen du tableau de chasse s'est avéré difficile sur le terrain et plusieurs échantillons étaient fortement contaminés.

b) Plan d'échantillonnage

Les 24 échantillons analysés sont revenus négatifs mais, comme les prélèvements ont été réalisés sur des animaux tués à la chasse en automne, à une période très éloignée des mises bas, il n'est pas possible d'affirmer pour autant que les individus testés n'étaient pas porteurs de germes d'avortements. En effet, ceux-ci pouvaient être présents à l'état latent sans être détectables sur les nœuds lymphatiques loco-régionaux de l'appareil génital. Pour augmenter les chances de mettre en évidence des agents abortifs, il aurait été intéressant de limiter l'analyse des nœuds lymphatiques aux cas « suspects » dont la sérologie était positive.

c) Méthodes d'analyse

Les techniques bactériologiques et bactérioscopiques utilisées ont une faible sensibilité : elles ne peuvent donc être performantes pour le diagnostic qu'en phase de multiplication bactérienne ce qui, comme nous venons de le voir, ne correspond pas à notre situation puisque les prélèvements ont été effectués à l'automne. La mise en évidence d'un portage latent était donc peu probable avec ces techniques. Pour augmenter les chances de révéler la présence des antigènes, il aurait fallu avoir recours à des méthodes plus performantes telles que la PCR.

4. Indice de reproduction

Pour des maladies abortives, comme la chlamydophilose ou la fièvre Q, une forte corrélation entre les titres en anticorps et une diminution du succès de reproduction serait, par analogie avec ce qui est observé chez les ruminants domestiques, en faveur d'une incidence clinique de ces maladies. Dans notre étude, aucune corrélation n'a été observée.

Ce résultat ne signifie pas pour autant que les agents pathogènes mis en évidence n'ont pas d'impact sur la reproduction des chamois. Il se peut en effet que cet impact soit masqué par d'autres facteurs agissant également sur le succès de reproduction ou, simplement, par effet de dilution. Ainsi, l'indice de reproduction n'est certainement pas assez sensible pour détecter l'incidence d'un foyer au sein d'une population car Loison (1995) a montré que cet indice présente une variabilité inter-annuelle forte, pouvant atteindre 10 à 15%. Or, pour qu'une maladie abortive dépasse cette variabilité, par exemple un seuil de 15%, il faudrait que 18% des femelles chamois de la population des Bauges fassent une primo-infection se manifestant cliniquement par un avortement ou une mortinatalité. Il ne s'agirait alors pas d'un foyer lié à une contamination locale par des matières virulentes mais d'une épizootie de grande ampleur. A l'inverse, si l'on suppose qu'il existe un foyer sur un noyau de 50 femelles chez lesquelles l'indice de reproduction est réduit à 20%, et que ces femelles appartiennent à

une population comprenant par ailleurs 400 femelles indemnes, d'indice de reproduction 70%, l'indice de reproduction apparent de la population de 450 femelles est alors de 65%. Etant donné les limites de la méthode d'estimation de l'indice de reproduction et la variabilité naturelle inter-annuelle de cet indice, cet épisode pathologique passe inaperçu.

L'indice de reproduction de la population totale n'est donc pas un indicateur pertinent pour étudier des maladies abortives n'affectant pas la majorité des femelles gestantes. Pour que les conséquences des agents pathogènes sur le succès de reproduction des femelles ne soient pas masquées par effet de dilution, il faudrait procéder à une analyse rétrospective en comparant le succès de reproduction des femelles capturées ayant une sérologie positive avec celui des femelles dont la sérologie est négative ou avec toute la population.

C/ Conclusion

Notre étude illustre les **difficultés rencontrées couramment lors des investigations épidémiologiques sur la faune sauvage** (Wobeser, 1994). En effet, nous avons montré que certains critères utilisés s'avèrent peu sensibles (recherche de cadavres, indice de reproduction), que l'interprétation des tests sérologiques est très limitée et que les conditions de réalisation et de conservation des prélèvements ne sont pas toujours optimales.

Néanmoins, les différents de pics de séroprévalence observés au cours du temps chez les chamois tendent à faire penser qu'il s'est produit un contact récent avec les agents pathogènes. On peut donc **estimer qu'une circulation de chlamydies, de coxielles et de salmonelles est très probable au sein des populations de chamois et de mouflons des Bauges**, mais la source de matières virulentes et la nature du ou des contacts avec cette source restent à déterminer. Des recherches complémentaires sont par ailleurs nécessaires pour déterminer quelle est la nature précise de ces bactéries et quel est leur impact éventuel sur les individus et sur la dynamique de population.

En effet, la réceptivité des chamois et des mouflons vis à vis des maladies abortives étudiées dans ce programme est inconnue car il n'existe pas de description relative à des troubles de la reproduction dans la bibliographie et il est souvent impossible d'extrapoler d'une espèce à une autre, même si ces deux espèces sont proches au plan phylogénétique (Dabas, 1995). De plus, les mécanismes épidémiologiques sont probablement très différents chez les animaux domestiques et sauvages puisque, pour les domestiques, il peut exister une très grande variabilité d'une année à l'autre du fait du renouvellement du troupeau ou d'une pression médicale, alors que l'évolution est probablement plus graduelle dans les conditions naturelles (Gauthier *et al.*, 1991).

II. ONGULES DOMESTIQUES

Nous allons montrer, dans cette partie, que les résultats obtenus attestent que les maladies abortives étudiées dans ce programme sont présentes dans certains troupeaux se rendant en alpage dans les Bauges. Puis, nous insisterons sur les limites de l'enquête épidémiologique que nous avons réalisée de façon à relativiser les résultats obtenus et à optimiser les éventuelles investigations qui seront mises en place à l'avenir.

A/ Des infections avérées chez les ongulés domestiques

1. Chlamydophilose

La séroprévalence globale en chlamydophilose apparaît surtout très forte chez les caprins puisque ces derniers ont une séroprévalence de 18,5% au seuil 1/40 alors qu'elle n'est que de 2,4% chez les bovins. En fait, le nombre de troupeaux considérés étant peu élevé, il est possible que cette différence soit due à un « **effet troupeau** » et non pas à un réel « effet espèce ». Néanmoins, l'observation dans un même troupeau de plusieurs animaux ayant des titres élevés est plus fréquente chez les caprins que chez les bovins. Chez ces derniers, chaque fois que le titre 80 a été atteint par un individu, ses congénères ne dépassaient pas le titre 40. Le titre 80 étant caractéristique d'une **infection évolutive**, une circulation de chlamydies existe quand même probablement dans ces troupeaux, mais sa mise en évidence est rendue difficile par le fait que les prélèvements ne sont pas effectués dans un contexte de parturition.

Si l'on reprend les résultats des deux études, rétrospective et sérologique, on arrive à la conclusion que des **ongulés domestiques porteurs de *Chlamydophila abortus*** ont probablement été présents en alpage dans les différentes zones d'étude dans les années 1990 :

- En **zone 1**, des titres caractéristiques d'une infection évolutive ont été atteints à Orisan en 1999 (*tableau XVII*), donc une circulation de *Chlamydophila abortus* a probablement existé dans cet alpage en 1999. Le troupeau a ensuite été vacciné mais les femelles infectées sont peut-être restées excrétrices de chlamydies (Rodolakis, 1994). En outre, maintenant que les individus sont vaccinés, un dépistage sérologique est impossible dans ce troupeau car aucune différence ne peut être faite entre une réaction vaccinale et une réaction post-infectieuse. Dans trois autres troupeaux en alpage dans cette zone, des animaux ont présenté des titres élevés en sérologie chlamydophilose (*tableau XXII*). Des ruminants domestiques infectés par *C. abortus* étaient donc très probablement présents en alpage en zone 1 au cours des étés 1999, 2000 et 2001.
- En **zone 2**, des titres en chlamydophilose supérieurs à 40 ont été observés sur près de 40% des chèvres se rendant en alpage aux Drisons (*tableau XXII*). Cette forte réponse sérologique sur la plupart des individus suggère qu'un épisode d'avortement d'étiologie chlamydienne s'est produit récemment dans ce troupeau. Il est aussi possible que les femelles aient été infectées au préalable par cette bactérie et que des avortements aient réactivé la synthèse d'anticorps dirigés contre ce germe par réaction anamnésique (Badinand, 1998). Quoi qu'il en soit, ces réactions massives prouvent que le troupeau est infecté par *C. abortus*. Des animaux infectés sont donc montés en alpage en zone 2 en été 2001. Des titres élevés en

anticorps avaient en outre été relevés sur des animaux montés en alpage dans cette zone en 1994 et 1997 (*tableaux XVI* et *XVII*). Depuis 1994, il est donc possible que des animaux infectés par *C. abortus* se soient trouvés en alpage dans la zone 2.

- Dans la **zone 3**, aucune réaction sérologique notable n'a été observée, mais l'effectif des animaux soumis à une analyse était peu important donc il est possible que des animaux infectés aient été présents mais n'aient pas été détectés.
- En **zone 4**, quelques chèvres en estive à Ailes du Nant ont présenté de fortes réactions sérologiques mais la majorité des animaux du troupeau n'a pas atteint le titre 20 (*tableau XXII*). On peut penser que ce troupeau était infecté de façon chronique et que seules les agnelles ou les femelles nouvellement introduites aient présenté une réaction détectable. Pour confirmer cette hypothèse, il aurait fallu connaître l'âge des individus prélevés et l'historique de l'élevage. En tout cas, l'observation de ces fortes réactions sérologiques laisse penser que des animaux infectés étaient en alpage en zone 4 en 2001 et probablement en 2000. En outre, le statut sérologique du troupeau ovin en estive au Mollard n'a pas pu être évalué car les animaux étaient vaccinés, mais une infection préalable et donc une excrétion de chlamydies en dépit de la vaccination ne peuvent être exclues de façon certaine, d'autant plus qu'un dépistage sérologique avait révélé la présence dans cet alpage, en 1995, de caprins réactifs au titre 20 (*tableau XVII*).

2. Fièvre Q

La séroprévalence en fièvre Q est surtout forte dans l'espèce caprine (au seuil 1/40 : 22,2% pour les caprins contre 0,8% pour les bovins) mais, comme pour la chlamydophilose, la plupart des chèvres positives sont issues du même troupeau, donc la comparaison des titres entre les espèces est de toute évidence biaisée par un « **effet troupeau** ».

De même que précédemment, l'enquête sérologique et l'historique des avortements ont permis de mettre en évidence que des **ongulés domestiques potentiellement infectés par *Coxiella burnetii*** se sont rendus en alpage dans les quatre zones d'étude au cours des dix dernières années :

- En **zone 1**, aucun des ongulés domestiques pour lesquels la recherche sérologique de fièvre Q a été effectué n'a réagi positivement. Cependant, les animaux en alpage à Orisan n'ont pas été testés alors que des ovins séropositifs y avaient été observés en 1999. Comme pour la chlamydophilose, le vaccin ne permettant pas l'assainissement du troupeau (Rodolakis, 1994 ; Rousset *et al.*, 2001), il est très possible que des animaux excréteurs de coxielles aient été encore présents en alpage en 2000 et 2001.
- En **zone 2**, l'historique des avortements a permis de révéler l'existence d'un avortement bovin très probablement dû à *Coxiella burnetii* en 1996 car un titre de 160 a été obtenu parallèlement à la mise en évidence du germe par bactérioscopie (*tableau XIX*). Un caprin avait aussi présenté un titre de 40 en 1994 dans ce même alpage (*tableau XX*). De plus, en 2001, les chèvres de l'alpage de Drisons ont réagi très fortement, la moitié d'entre elles ayant atteint ou dépassé le titre 80 (*tableau XXV*) et un bovin en alpage à Orgeval a également réagi au titre 80 (*tableau XXV*). Notre enquête montre donc que des animaux domestiques atteints de fièvre Q se trouvaient en zone 2 en 1994, 1996 et 2001.

- En **zone 3**, seules deux vaches ayant avorté en 1995 ont présenté une légère séroconversion (*tableau XX*). Celle-ci peut signifier une infection ancienne par des chlamydies sans relation avec l'avortement venant de se produire ou peut traduire au contraire la baisse de l'immunité qui accompagne l'avortement (Russo *et al.*, 1981). Une cinétique des anticorps grâce à deux prélèvements de sang à quelques semaines d'intervalle aurait permis de trancher. Par contre, aucun animal séropositif n'a été détecté à l'occasion du sondage sérologique en 2000-2001, mais l'effectif des animaux testés en zone 3 était peu élevé (n=26).
- En **zone 4**, *Coxiella burnetii* a été mis en évidence en 1995 par bactérioscopie suite à un avortement chez un bovin et le titre de 40 a été observé sur une chèvre prélevée en dehors d'un contexte d'avortement. En 1999, le germe a également été révélé par bactérioscopie sur une vache appartenant à un autre troupeau en estive dans cette zone (*tableaux XIX* et *XX*). L'enquête sérologique de 2000-2001 a en outre montré l'existence d'une réponse sérologique aux titres 10, 20 et 40 chez des bovins et des caprins (*tableau XXV*). Comme ces analyses ont été réalisées à une période éloignée des mises bas, elles révèlent très probablement une circulation de l'agent pathogène dans ces troupeaux. *Coxiella burnetii* a donc certainement circulé parmi les ruminants domestiques en estive dans la zone 4 en 1995, 1999, 2000 et 2001.

3. Autres maladies

a) Salmonellose abortive ovine

Plusieurs animaux du troupeau ovin en alpage au Mollard en **zone 4** ont réagi positivement et à des titres élevés en sérologie salmonellose abortive ovine. Ce troupeau peut donc être considéré comme infecté par *Salmonella Abortus ovis*.

b) Pestiviroses

Les bovins ont fréquemment présenté une sérologie positive vis à vis de la BVD, ce qui confirme les données épidémiologiques fournies par les GDS (groupements de défense sanitaire), les vétérinaires locaux et le LDAV de Savoie. Dans certains troupeaux, cette analyse devrait être complétée par une recherche virale car la coexistence d'individus positifs et négatifs fait redouter la présence d'animaux IPI (infectés permanents immunotolérants). Bien que non détectables en sérologie, ces derniers sont en effet infectés par le virus et sont contagieux pour leurs congénères (Maillard, 2000).

B/ Limites des investigations mises en place

1. Données sérologiques

a) Méthode d'échantillonnage des sérums

Les résultats de l'enquête 2000-2001 ne fournissent qu'une photographie de la situation sérologique chez les ongulés domestiques à un moment donné puisque les prélèvements n'ont été réalisés que sur une seule **saison de prophylaxie**. Ces prélèvements ont été effectués en automne ou en hiver, parfois au printemps pour les petits ruminants. La **date de mise bas** ou le **stade de gestation des femelles** n'étant **pas connus**, les titres sérologiques obtenus sont difficiles à interpréter car les anticorps diminuent rapidement après la parturition. Ainsi, des réactions à titres faibles peuvent quand même être révélatrices d'une

infection par *Coxiella burnetii* (Russo *et al.*, 1981 ; Quignard *et al.*, 1982), *Chlamydophila abortus* (Raymond, 1984 ; Matthews, 1999) ou *Salmonella Abortus ovis* (Sanchis, 2002).

b) Analyses sérologiques

Il convient de rappeler que, lorsqu'on utilise un test de dépistage, les résultats obtenus doivent toujours être discutés car les animaux qui ont fourni une réponse positive au test ne sont pas tous nécessairement infectés (faux positifs) et ceux qui ont obtenu une réponse négative ne sont pas nécessairement indemnes (faux négatifs). Chaque test est en effet caractérisé par sa **spécificité** (aptitude à fournir une réponse négative chez un animal indemne) et sa **sensibilité** (aptitude à fournir une réponse positive chez un animal infecté). Par exemple, le test de fixation du complément utilisé pour le dépistage sérologique de la chlamydophilose est peu spécifique pour les titres faibles car des réactions croisées sont possibles en particulier entre *Chlamydophila abortus* et *Chlamydophila pecorum* (Rodolakis & Bouvery, 2000). En dessous du titre 40, les résultats de ce test sont donc difficiles à interpréter, surtout quand la date de mise bas de la femelle n'est pas connue.

Par ailleurs, il ne faut pas perdre de vue qu'**une augmentation des titres sérologiques** indique seulement une hausse de la concentration des anticorps détectables par le test utilisé mais **ne traduit pas forcément que l'animal considéré est malade**. Ainsi, l'observation d'une séroconversion chez une femelle venant d'avorter ne signifie pas pour autant qu'il existe une relation de causalité entre les deux évènements. D'ailleurs, des réactions vis à vis de plusieurs agents pathogènes sont souvent observées simultanément (Poncelet, 1998 ; Tainturier *et al.*, 1997a), comme on le voit dans l'historique des analyses effectuées en dehors d'un contexte d'avortement : les animaux qui ont présenté des titres élevés en chlamydophilose ont tous également réagi en sérologie fièvre Q (***tableaux XVII*** et ***XX***). En fait, pour déterminer si le test positif considéré est associé à l'épisode clinique qui vient de se produire, il est nécessaire de disposer d'un groupe de référence, par exemple d'autres femelles du troupeau, au même stade de gestation, mais qui n'ont pas avorté. Des calculs d'odds ratio permettent alors de comparer le risque d'avorter entre les femelles qui ont présenté une réaction positive au test et les autres (Tyler & Cullor, 1989). Malheureusement, nous n'avons pas pu disposer d'information aussi fine quand nous avons établi l'historique des avortements et, quand des titres élevés ont été relevés, nous avons systématiquement considéré que le troupeau concerné était potentiellement infecté et excréteur de germes pathogènes.

Un autre problème est lié au fait que **les analyses sérologiques ne permettent pas de distinguer les animaux infectés des animaux vaccinés**. Par conséquent, on ne peut pas exclure que, parmi les animaux prélevés, certains aient réagi parce qu'ils avaient été vaccinés par le passé. A l'inverse, nous n'avons pas effectué d'analyses dans les troupeaux chez lesquels une vaccination avait été rapportée par l'éleveur ou le vétérinaire. Mais, si certains animaux étaient infectés au moment de la vaccination, ils ont pu rester excréteurs de bactéries et donc dangereux sur le plan épidémiologique (Euzéby, 2001a ; Rodolakis, 2000 ; Rodolakis & Bouvery, 2000 ; Rousset *et al.*, 2000).

2. Données sur les avortements

Les difficultés rencontrées pour établir l'historique des maladies abortives chez les ruminants domestiques montrent combien l'archivage des déclarations d'avortement et des

résultats de laboratoire est peu adapté pour effectuer des enquêtes épidémiologiques rétrospectives. On peut espérer à l'avenir que le stockage des informations dans des bases de données informatisées permettra de faciliter la recherche rapide de renseignements.

La liste des éleveurs montés chaque année en alpage, établie à partir des déclarations de transhumance, doit être considérée de façon critique car ces déclarations sont parfois incomplètes ou imprécises. En effet, les éleveurs ne déclarent pas tous leurs déplacements, surtout lorsqu'il s'agit de trajets sur de courtes distances. Pour les années récentes, les données déclarées sont cependant plus fiables du fait de l'augmentation du contrôle des animaux en alpage par les techniciens des services vétérinaires. En outre, l'épizootie de charbon bactéridien, survenue dans les Bauges au cours de l'été 2000, a conduit à recenser l'ensemble des troupeaux présents en alpage. La base de données que nous avons construite pour 2000 et 2001 doit donc être relativement proche de la réalité.

Pour les bovins, les avortements sont normalement recensés de manière fiable car ils doivent être déclarés dans le cadre du dépistage de la brucellose bovine. Toutefois, diverses enquêtes épidémiologiques ont montré que les cas déclarés sont loin d'être exhaustifs (Bernamou *et al.*, 2000 ; Moreau, 2000). De plus, certains avortements peuvent passer inaperçus, notamment s'ils se produisent au pâturage. Par conséquent, **l'historique des avortements que nous avons établi ne peut pas être considéré comme exhaustif.** Pour les petits ruminants, rappelons que la déclaration des avortements est aussi obligatoire (arrêté ministériel du 20 août 1987) mais qu'elle est rarement effectuée car, selon les éleveurs, l'expulsion passe souvent inaperçue. Les données recueillies pour les ovins et les caprins ne sont donc pas représentatives du nombre réel d'avortements qui se sont produits dans les élevages de petits ruminants.

En outre, il faut rappeler que l'avortement n'est souvent pas le seul signe de l'infection par *Chlamydophila abortus* et *Coxiella burnetii* et qu'il n'est pas nécessairement le signe prédominant, en particulier chez les bovins (To *et al.*, 1998a ; Cetinkaya *et al.*, 2000 ; Rousset *et al.*, 2001). De même, l'infection d'un troupeau par des pestivirus ne se traduit pas uniquement par des symptômes d'avortement (Maillard, 2000 ; Brugère-Picoux, 1994). Il aurait été intéressant de compléter l'enquête sérologique par une **étude épidémiologique** s'appuyant sur un questionnaire adressé aux éleveurs. Nous aurions ainsi pu obtenir des informations sur le sexe et l'âge des individus prélevés et, surtout, l'historique des avortements, des troubles de la fertilité, des mortalités néonatales et des métrites dans l'élevage. Des données sur l'alimentation, la climatologie au moment de l'avortement et l'état sanitaire du troupeau auraient également pu être prises en compte. En effet, les avortements peuvent être dus à de nombreuses causes infectieuses ou non infectieuses et beaucoup d'éléments doivent être considérés pour établir un diagnostic différentiel (Casamitjana, 1997 ; Tainturier *et al.*, 1997a).

C/ Conclusion

Notre étude a permis de montrer que certains troupeaux se rendant en alpage dans les quatre zones d'étude définies dans la RNCFS des Bauges et sa proche périphérie sont infectés par les agents pathogènes responsables de la **chlamydophilose abortive**, la **fièvre Q**, la **salmonellose abortive ovine**, la **BVD** et la **Border Disease**. Pourtant, les résultats obtenus

auraient plutôt tendance à **sous-estimer** le niveau d'infection des troupeaux étant donné que les prélèvements pour analyse sérologique ont été faits en dehors des périodes de mise bas et sans connaître le stade de reproduction des femelles et que l'analyse rétrospective ne prend en compte que les données d'avortement et non pas l'ensemble des troubles de la reproduction. **Les agents pathogènes responsables de ces maladies ont donc probablement été présents chez un certain nombre d'ongulés domestiques pendant les périodes d'estive.**

III. POSSIBILITE D'UNE TRANSMISSION ENTRE ONGULES DOMESTIQUES ET SAUVAGES ?

Pour résumer, notre étude a permis de mettre en évidence l'existence, chez les ongulés sauvages de montagne de la RNCFS des Bauges, de traces sérologiques de plusieurs maladies abortives non réglementées (chlamydophilose abortive, fièvre Q, salmonellose abortive ovine) et de révéler que ces différentes maladies sévissent fréquemment chez les ruminants domestiques se rendant en alpage dans ce secteur puisque des titres sérologiques caractéristiques d'infections évolutives ont été observés. Par contre, nos résultats n'ont permis de montrer aucune relation simple entre les évènements épidémiologiques décrits chez les ongulés sauvages d'une part et les ongulés domestiques d'autre part. Nous allons par conséquent nous interroger sur les possibilités de circulation de ces agents pathogènes de façon indépendante chez les ongulés sauvages et domestiques, puis nous nous demanderons quels peuvent être les facteurs de risque de la transmission de ces maladies entre ongulés domestiques en alpage et ongulés de montagne.

A/ Maladies abortives chez les ongulés domestiques et les ongulés sauvages : des cycles épidémiologiques indépendants ?

1. Ongulés domestiques

Les maladies abortives étudiées dans le cadre de ce programme (chlamydophilose abortive, fièvre Q, salmonellose abortive ovine, pestiviroses) sont des **maladies fréquentes en France chez les ruminants domestiques** (Peretti, 1994 ; Dordain-Bouesnard, 2001 ; Tainturier *et al.*, 1997a). Etant donné qu'elles ne sont pas réglementées et que le dépistage des animaux infectés est souvent impossible, le risque pour un éleveur d'introduire dans son troupeau un animal infecté excréteur, sans s'en rendre compte, est important. Cet animal constitue ensuite une source de matières virulentes pour ses congénères, d'autant plus que la pression de contamination est élevée lorsque les animaux sont confinés en stabulation, surtout au moment des mises bas. L'existence d'un **cycle domestique** ne fait donc aucun doute pour ces maladies et suffit pour expliquer les niveaux d'infection observés dans les Bauges dans le cadre de notre étude.

Pourtant, certains éleveurs et vétérinaires estiment que les infections des troupeaux domestiques peuvent être liées à une **contamination par des animaux sauvages**, notamment par les chamois. Il est vrai qu'une contamination des ruminants domestiques en alpage à partir d'ongulés sauvages infectés et excréteurs ne peut pas être exclue de façon certaine mais, si elle existe, elle est d'autant plus difficile à mettre en évidence que les maladies en cause sont

prévalentes dans la plupart des troupeaux domestiques. En effet, le rôle de réservoir joué par une espèce sauvage dans l'épidémiologie d'une maladie n'est souvent mis en évidence que quand cette espèce assure le maintien d'une maladie en voie d'éradication chez les ongulés domestiques (Bengis *et al.*, 2002). En fait, comme le faisait remarquer Müller (1984), il semble **beaucoup plus probable que les ruminants domestiques en alpage contractent de nouvelles infections à partir de leurs congénères issus d'autres troupeaux** plutôt qu'à partir d'ongulés sauvages car ils entretiennent des contacts beaucoup plus étroits avec les animaux de leur propre espèce. Sauf exception... puisque des chamois mâles en rut peuvent exceptionnellement présenter des troubles de comportement et s'intéresser à des brebis (Huboux *et al.*, 1994 ; Weber, 2001) voire à des vaches (Anonyme, 2001a et b).

2. Ongulés sauvages

Les résultats du suivi sérologique effectué depuis 1980 sur les chamois et les mouflons capturés indiquent qu'une séroprévalence parfois élevée est observée aux faibles titres pour la chlamydophilose, la fièvre Q et la salmonellose abortive, de façon variable selon les années, voire selon les secteurs. Par ailleurs, nous avons montré que l'absence d'observations cliniques ou anatomo-pathologiques et l'absence d'effet observé sur l'indice de fécondité de la population ne signifient pas pour autant que ces maladies n'aient pas un impact clinique sur les ongulés sauvages car les moyens utilisés ne sont **pas suffisamment puissants pour révéler un impact réel de ces maladies.** Des études complémentaires sont donc nécessaires afin de savoir si les réactions sérologiques observées sont dues ou non à la circulation des mêmes agents pathogènes que ceux qui sévissent chez les ruminants domestiques.

Si nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit effectivement des mêmes agents pathogènes (*Chlamydophila abortus*, *Coxiella burnetii* et *Salmonella Abortus ovis*), il faut alors se demander si ceux-ci circulent dans les populations d'ongulés sauvages du fait de l'existence d'un cycle sauvage ou si, au contraire, ils sont normalement absents chez les ongulés sauvages et il existe une source extérieure de matières virulentes. Une circulation de ces différents agents pathogènes au sein d'un **cycle sauvage** est envisageable étant donné que des anticorps sont fréquemment observés lors des enquêtes sérologiques effectuées sur la faune sauvage (Weber *et al.*, 1978 ; Blancou & Barrat, 1983 ; Corti *et al.*, 1983 ; Müller, 1984 ; Barrat *et al.*, 1985 ; Arroyo, 1988 ; Baradel *et al.*, 1988 ; Bourgogne, 1990 ; Cordier, 1991 ; Gauthier *et al.*, 1991 ; Hars & Gauthier, 1994 ; Rozo, 1995 ; Gavet, 1998). Toutefois, les profils sérologiques variables au cours du temps et les **contaminations dans le sens ongulés domestiques - ongulés sauvages** décrites ou fortement suspectées dans d'autres massifs pour des maladies dont les modalités de transmission sont semblables, notamment la brucellose (Oudar *et al.*, 1989 ; Durand, 1994 ; Couvreur, 1999) et la salmonellose abortive (Gauthier, comm. pers.), tendent à montrer que l'hypothèse d'une **source extérieure de matières virulentes** est aussi très plausible. En outre, concernant la fièvre Q (Riemann *et al.*, 1979 ; Ejercito *et al.*, 1993) et la chlamydophilose (Cubero-Pablo *et al.*, 2000), des sérologies positives sur ongulés sauvages sont surtout observées lorsque ces derniers partagent les pâturages avec des espèces domestiques, ce qui semble indiquer qu'une transmission de chlamydies et de coxielles est possible entre ruminants domestiques et sauvages dans les conditions naturelles.

Dès lors, il est légitime de se demander pourquoi l'étude que nous avons menée sur plus d'une dizaine d'années ne permet pas de mettre en évidence de relation entre le statut sérologique des ongulés sauvages et l'historique des maladies abortives chez les ruminants domestiques en alpage. Pour cela, il aurait fallu montrer que la cause supposée d'infection des ongulés sauvages (la montée en alpage de ruminants domestiques infectés), précède l'effet observé (l'augmentation de la séroprévalence des ongulés sauvages pour les maladies étudiées). Or, le délai minimal susceptible de séparer la montée en alpage d'animaux domestiques infectés et l'observation d'une éventuelle séroconversion chez les ongulés sauvages n'est pas connu, car **les facteurs de risque de transmission de ces maladies ne sont pas identifiés.** Ainsi, il est très possible que l'absence de synchronisme entre les évènements épidémiologiques décrits chez les ongulés sauvages et chez les ongulés domestiques traduise non pas le fait que ces évènements soient indépendants, mais plutôt que la relation épidémiologique qui les associe est complexe et difficile à interpréter.

3. Synthèse

Les agents pathogènes responsables des différentes maladies abortives étudiées sont en circulation au sein des troupeaux domestiques en alpage dans les Bauges sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir un éventuel réservoir sauvage.

A l'inverse, ces maladies sont mal connues chez les ongulés sauvages et plusieurs arguments tendent à faire penser qu'une transmission serait possible dans le sens ongulés domestiques – ongulés sauvages. Nous allons donc nous interroger sur les facteurs de risque de transmission de ces maladies des ongulés domestiques en alpage aux ongulés sauvages de montagne.

B/ Conditions nécessaires à la transmission de maladies abortives des ongulés domestiques aux ongulés sauvages

La probabilité qu'un ongulé sauvage de montagne a de se contaminer à partir d'un ruminant domestique en alpage dépend de la probabilité qu'un certain nombre d'étapes se déroulent successivement : il faut, d'une part, qu'un animal domestique présent en alpage soit infecté et excrète l'agent pathogène dans le milieu extérieur en un lieu également fréquenté par des ongulés sauvages et, d'autre part, que l'agent pathogène survive et reste infectieux jusqu'à ce qu'il y ait un contact contaminant entre les matières virulentes et un ongulé sauvage réceptif.

Nous allons tenter d'estimer s'il est probable ou non que cette succession d'évènements se déroule effectivement dans les conditions naturelles et nous demander si d'autres mécanismes plus complexes sont susceptibles de favoriser la contamination d'un ongulé sauvage à partir d'un ongulé domestique infecté.

1. Excrétion des agents pathogènes dans l'environnement

Les résultats de l'étude rétrospective des maladies abortives ont permis de montrer que la présence en alpage de ruminants domestiques infectés par des germes responsables d'avortement n'est pas rare, cela en dépit du fait que l'historique que nous avons établi est loin d'être exhaustif. On peut donc supposer que **la présence en alpage d'ongulés**

domestiques infectés est fréquente, mais cela ne signifie pas nécessairement que ces individus sont excréteurs de germes. En effet, les bactéries sont surtout excrétées massivement par les **femelles** dans la période qui suit un avortement ou une mise bas normale et pendant les chaleurs, tout au moins pour les chlamydies (Papp *et al.*, 1994).

Or, chez les ruminants domestiques, les **mises bas** et les **avortements** sont rares en alpage, mais ils peuvent tout de même se produire. Cela signifie que l'excrétion massive d'agents pathogènes responsables d'avortements pendant la période d'estivage des animaux domestiques est possible, même si elle est probablement peu fréquente. Concernant la **lutte des petits ruminants**, elle se produit à l'automne au moment du tarissement des femelles qui sont alors laissées dans la montagne, sans surveillance, avec les mâles. Si une excrétion de bactéries se produit durant l'œstrus, des matières virulentes sont donc susceptibles de souiller l'environnement direct des ongulés de montagne. Une excrétion à bas bruit en dehors des périodes de reproduction et de mise bas est aussi envisageable, notamment pour la fièvre Q puisque *Coxiella burnetii* a été isolé sur des fèces de chèvres non gestantes infectées expérimentalement (Bouvery *et al.*, 2003) et qu'une excrétion durable est suspectée chez les bovins (Lang, 1990).

Pour résumer, **une excrétion massive en alpage de germes abortifs** par des ruminants domestiques infectés n'est probablement pas très fréquente mais il est très **possible** qu'elle se produise. Le risque de transmission de ces agents pathogènes aux ongulés sauvages dépend ensuite de leur **probabilité de contact avec ces matières virulentes** et de la **durée de survie des germes** dans l'environnement.

2. Cohabitation en alpage des ongulés domestiques et sauvages

La probabilité de contact des ongulés sauvages avec d'éventuelles matières virulentes excrétées par des ruminants domestiques dépend surtout du **comportement des troupeaux domestiques en estive.** Si on fait l'hypothèse que les ongulés domestiques présents en alpage sont tous potentiellement excréteurs de germes pathogènes, puisque les infections sont courantes, alors le risque de transmission de ces maladies par les ongulés domestiques est avant tout associé au **niveau de cohabitation** qu'ils entretiennent avec les espèces sauvages. Par exemple, il est probable que le risque de transmission de germes à partir d'un troupeau parqué au bas de l'alpage et fortement infecté sera très inférieur par rapport à celui représenté par un troupeau peu infecté mais en libre divagation dans les zones de refuge des chamois. Cet exemple suggère que le passage d'agents pathogènes à transmission indirecte des ongulés domestiques vers les ongulés sauvages n'est peut-être pas associé à la présence d'un grand nombre d'individus infectés, mais plutôt à un **niveau de contact** important entre ongulés sauvages et domestiques.

Ainsi, on peut supposer qu'un seul contact infectant ou une seule source de matières virulentes pourrait permettre de contaminer les animaux sauvages et d'introduire simultanément tous les agents pathogènes qui ont le même mode de contamination dans la population. Cette hypothèse expliquerait peut-être le fait que les chamois qui présentent des titres élevés en anticorps pour l'une des trois maladies (chlamydophilose, fièvre Q, salmonellose) possèdent aussi fréquemment des titres élevés pour au moins l'une des autres

maladies. Dès lors, on peut se demander si des « **contacts infectants** », dont la nature reste à définir, ont pu ou non se produire dans notre zone d'étude.

Dans les Bauges, une **tolérance mutuelle** entre ongulés de montagne et ongulés domestiques a été observée (Pilar-Izquierdo, 1998) et l'exclusion totale du chamois des espaces pâturés par les bovins et les caprins serait rare (Durand, 1997), ce que confirment les éleveurs avec lesquels nous avons eu l'occasion de discuter, qui indiquent que des chamois sont souvent présents sur les alpages, en particulier le matin ou le soir. La carte de l'*annexe 1*, qui présente les localisations des chamois marqués dans les zones 1, 2 et 3 en parallèle avec les limites des unités pastorales, montre que de nombreuses observations de chamois ont été faites sur des zones d'alpage. Les dates des observations n'étant pas mentionnées, ces points indiquent une **cohabitation** soit **simultanée**, soit **diachronique à l'échelle de la journée** (pendant que les domestiques sont en alpage), soit **diachronique à l'échelle de la saison** (avant ou après la montée en alpage des domestiques). Ils correspondent donc à des niveaux de risque de transmission très variables puisque le risque de contact avec des matières virulentes excrétées par un ruminant domestique est d'autant plus grand que la période qui sépare le passage de l'animal domestique de celui de l'ongulé sauvage est courte. En fait, le travail de terrain de Pilar-Izquierdo (1998) a montré que tous ces types de cohabitation existent dans les Bauges mais sont variables selon les alpages.

En effet, des différences très nettes ont été montrées dans la répartition spatiale des ongulés sauvages, aussi bien dans les Bauges (Pilar-Izquierdo, 1998 ; Durand, 1997) que dans d'autres massifs (Cornut, 1987 ; Resche-Rigon, 1987 ; Lena, 2002 ; Richomme, 2002), en fonction des **espèces** (bovins ou petits ruminants), des **types de production** (laitière ou non), des **moyens de contention** mis en place (présence d'une clôture, fixe ou mobile, ou non) et du **type de gardiennage** effectué (présence ou non d'un chalet d'alpage, d'un chien). Une cohabitation rapprochée est surtout décrite avec les **petits ruminants**, les bovins ayant une morphologie moins adaptée aux terrains accidentés. De plus, la divagation est plus marquée pour les **animaux non laitiers** que pour les laitiers car ces derniers sont rassemblés deux fois par jour pour la traite. Par contre, les moutons élevés pour la viande et les chèvres taries sont laissés en totale liberté dans la montagne et leurs déplacements ne sont pas contrôlés. Ils ont alors tendance à rester en altitude et leur risque d'entrer en contact avec les ruminants sauvages est accru. En outre, un risque d'interaction particulièrement élevé a été observé au niveau des **pierres à sel** mises à la disposition des ruminants domestiques (Lena, 2002 ; Richomme, 2002) car le sel attire également les ongulés sauvages.

Pour résumer, la probabilité pour qu'un ongulé domestique infecté excrète des matières virulentes dans une zone fréquentée par les ongulés sauvages est donc d'autant plus grande s'il s'agit d'une **femelle en âge de reproduction, non laitière, non parquée** et laissée en divagation dans la montagne, ce qui est le cas pour les espèces caprine et ovine. Dans les Bauges, **les brebis** et **les chèvres** seraient donc les individus les plus susceptibles de représenter un risque de contamination pour les ongulés sauvages, en particulier durant la **période de lutte** ou en cas d'**avortement**. En effet, bien qu'elles soient souvent laissées en alpage sans surveillance, les génisses fréquentent moins les zones de refuge de chamois et, surtout, elles n'ont encore jamais mis bas donc le risque qu'elles excrètent des agents pathogènes abortifs est bien moindre.

3. Survie des agents pathogènes dans le milieu extérieur

Les matières virulentes sont représentées par les excrétions génitales, les produits de mise bas et, secondairement, l'urine, le lait et les fèces d'animaux infectés (Amin & Wilsmore, 1995 ; Rodolakis, 2000 ; Rousset *et al.*, 2001 ; Pardon *et al.*, 1988). Les agents pathogènes doivent persister suffisamment longtemps dans ces matières virulentes ou sur des surfaces souillées par celles-ci, sous une forme infectieuse, pour entraîner l'infection d'un animal réceptif.

D'après les données actuellement disponibles dans la littérature, on peut s'attendre à une durée de survie de **quelques semaines** pour les chlamydies (Aitken, 1995) et de **quelques mois** pour les coxielles (Euzéby, 2001b) et les salmonelles (Tadjebakhche & Nazari, 1974 cité dans Tainturier *et al.*, 1980 ; Pardon *et al.*, 1988). La nature (sang, urine, fèces) et les caractéristiques (ensoleillement, humidité...) du milieu dans lequel ces bactéries se trouvent ont en outre une influence sur leur temps de survie. Ces germes ayant une bonne résistance aux températures faibles, il n'est pas exclu qu'ils puissent persister en période hivernale. Des études expérimentales seraient nécessaires pour définir plus précisément quelle est la probabilité de survie de ces agents pathogènes en alpage.

En l'absence de ces données, on peut tout de même supposer que la survie est longue pour les coxielles et les salmonelles. Par contre, cette hypothèse est peu plausible pour les chlamydies qui ont la réputation d'être particulièrement fragiles dans le milieu extérieur (Rodolakis & Bouvery, 2000). Par ailleurs, même si ces modalités de transmission de germes par le biais de l'environnement sont vraisemblables, il serait étonnant qu'elles expliquent à elles seules les profils sérologiques observés chez les chamois au cours du temps. On peut donc s'interroger quant à l'existence de mécanismes de transmission plus complexes faisant intervenir des espèces autres que les ongulés domestiques et sauvages.

4. Des espèces animales vecteurs mécaniques ou biologiques

Dans la nature, les produits de mise bas et d'avortement disparaissent rapidement et les chevreaux affaiblis sont la cible de prédateurs tels que les renards, les chiens errants et les aigles (Crampe, 1992 ; Jullien *et al.*, 2001b). Les **carnivores** et les **charognards** qui ingèrent des organes contaminés pourraient servir de relais en excrétant les bactéries dans leurs matières fécales. Cette hypothèse est surtout probable pour la fièvre Q puisque l'agent responsable de cette maladie est retrouvé chez le **chien** et que des traces sérologiques ont pu être observées chez différents carnivores sauvages, notamment le **renard** (Enright *et al.*, 1971 et Riemann *et al.*, 1978 cités dans Clark *et al.*, 1983 ; Randhawa, *et al.*, 1977 ; Marrie *et al.*, 1993). Les chiens des alpagistes en particulier pourraient jouer un rôle dans la transmission de la maladie entre animaux sauvages et domestiques (Rousset *et al.*, 2000) et assurer la dissémination de l'agent pathogène dans les alpages car ils seraient capables d'excréter la bactérie dans les urines pendant 70 jours (Lang, 1990). Pour la chlamydophilose, les chiens de bergers sont aussi suspectés de jouer un rôle de réservoir temporaire (Tainturier *et al.*, 1980). Enfin, il a été monté que des chiens et des rats qui ingèrent des produits d'avortement hébergent transitoirement *Salmonella Abortus ovis* (Vodac *et al.*, 1985 cité dans Pardon *et al.*, 1988).

De même, les **oiseaux**, qui sont suspectés de disséminer l'infection par *Coxiella burnetii* dans les élevages (Rousset *et al.*, 2000), pourraient assurer la dissémination de la bactérie dans les alpages, en particulier les oiseaux nécrophages ou prédateurs (chocards, corneilles, rapaces). En effet, cette bactérie a été mise en évidence sur le Corbeau des Alpes (Seigneurin & Seigneurin, 1968) et une étude menée en Californie sur diverses espèces d'oiseaux sauvages a révélé que les charognards étaient ceux qui avaient la plus forte prévalence en anticorps (Enright *et al.*, 1971 cité dans Lang, 1990). Une dissémination de *Chlamydophila* et de *Salmonella Abortus ovis* par les oiseaux se nourrissant sur des carcasses infectées est aussi très probable (Tainturier *et al.*, 1980).

En outre, les **rongeurs** et les **lagomorphes** sont souvent porteurs d'anticorps dirigés contre *Coxiella burnetii* (Rousset *et al.*, 2001) et *Chlamydophila abortus* a été isolé sur des rongeurs sauvages en bonne santé (Shewen, 1980). Il n'est pas impossible que les marmottes et autres rongeurs présents dans les prairies alpines puissent contracter ces bactéries, mais aucune donnée n'existe à ce sujet dans la littérature.

Enfin, les **tiques** sont capables de transmettre la **fièvre Q** à des ruminants (Rousset *et al.*, 2001). En effet, de nombreuses tiques à partir desquelles *Coxiella burnetii* a été isolé se fixent sur des hôtes distincts au cours de leur cycle de développement et peuvent assurer la transmission de la bactérie d'une espèce sauvage à une espèce domestique ou inversement (Bell, 1981). C'est notamment le cas de l'espèce *Ixodes ricinus*, observée sur les chamois des Bauges (Perrier, 1983 et observation personnelle), dont les stades immatures parasitent indifféremment des micro-mammifères, des oiseaux, des reptiles ou des grands mammifères, alors que les adultes ont une préférence pour les grands mammifères (Gilot & Pérez-Eid, 1998). Sachant qu'une tique peut rester infectieuse pendant plusieurs années (Weyer, 1959 cité dans Lang, 1990) et que *Coxiella burnetii* est capable de survivre près de deux ans dans les déjections de tiques (Philip, 1948 cité dans Lang, 1990), une transmission de la maladie par piqûre ou par inhalation de poussières infectées par des déjections de tiques est très envisageable en alpage. Les **rongeurs** et les **oiseaux** pourraient là encore jouer un rôle dans le maintien ou la transmission de l'infection en montagne.

C/ Conclusion

Nous n'avons pas montré de relation directe entre le statut épidémiologique des ongulés sauvages et domestiques en cohabitation dans les Bauges, alors qu'une circulation de *Chlamydophila abortus*, *Coxiella burnetii* et *Salmonella Abortus ovis* est avérée chez les ruminants domestiques et probable chez les chamois.

Toutefois, les ongulés domestiques, en particulier les chèvres et les brebis, représentent potentiellement une source d'infection pour les ongulés sauvages avec lesquels ils cohabitent en alpage, même si les mécanismes de transmission n'ont pas été clairement identifiés. Par conséquent, et dans l'attente de données complémentaires à ce sujet, des mesures de prévention doivent être mises en place afin que le risque de transmission de ces maladies entre ongulés domestiques et ongulés sauvages soit limité.

En effet, ces maladies et d'autres dont les modalités de transmission sont identiques, pourraient avoir des conséquences néfastes sur la dynamique de population des chamois, même si cela n'a pas été mis en évidence. A l'inverse, il est important de préserver l'état

sanitaire des populations sauvages pour éviter que celles-ci ne constituent ensuite un réservoir de maladies pour leurs congénères domestiques et pour l'Homme.

IV. PROPOSITIONS ET PERSPECTIVES

Les recherches doivent se poursuivre afin de mieux connaître la prévalence, l'impact et les modalités de transmission des maladies abortives non réglementées chez les ongulés sauvages et domestiques dans les Bauges. En parallèle, des mesures de gestion concertées doivent être proposées afin de limiter les éventuelles conséquences sanitaires des interactions spatiales entre ongulés sauvages et domestiques dans les alpages.

A/ Poursuite de la recherche

1. Ongulés sauvages

Le **suivi sérologique** des ongulés sauvages capturés doit être maintenu afin que la base de données actuellement existante au laboratoire vétérinaire de Savoie soit progressivement complétée. Rappelons que, pour éviter l'altération des prélèvements sanguins, il faut éviter de leur faire subir des chocs lors de la descente de montagne, les conserver au froid et les apporter au laboratoire sous 48 heures.

L'analyse comparative de la réponse sérologique des chamois et des paramètres démographiques de la population devra aussi être poursuivie afin d'apprécier la **cohérence épidémiologique** des groupes d'animaux considérés séropositifs et de parvenir à déterminer si les maladies étudiées ont un impact sur la survie ou la fécondité des chamois. En particulier, le succès de reproduction des femelles marquées devra être étudié en parallèle avec le statut sérologique observé au moment de leur capture et éventuellement de leur recapture.

L'évaluation de la valeur des tests sérologiques utilisés sur les ongulés sauvages doit par ailleurs continuer, la situation idéale étant de parvenir à une **validation des tests** pour ces espèces sauvages. Concernant la chlamydophilose, il serait de plus envisageable de reprendre les sérums positifs avec la méthode de fixation du complément et gardés en **sérothèque** afin de les analyser à l'aide d'une **technique ELISA** qui permet de différencier les anticorps anti-*Chlamydophila abortus* et anti-*Chlamydophila pecorum*. Il serait alors possible de déterminer si les pics d'anticorps observés chez les chamois sont dus à une chlamydophilose intestinale ou une chlamydophilose abortive.

En outre, il faudrait parvenir à mettre en évidence par des méthodes directes les agents responsables des réactions sérologiques observées afin de vérifier s'il s'agit effectivement des mêmes bactéries que celles connues chez les ongulés domestiques et non pas de parasites spécifiques d'espèces sauvages réagissant de façon croisée. Une **recherche directe par PCR** à partir de **frottis vaginaux** effectués sur des femelles en âge de reproduction et ayant présenté une réaction sérologique positive devrait pouvoir permettre d'atteindre cet objectif. Pour la chlamydophilose, une recherche directe sur des frottis vaginaux en période œstrale serait aussi envisageable, par exemple sur des femelles abattues à la chasse, mais celle-ci est normalement interrompue pendant le rut. Pour la fièvre Q, la mise en évidence de *Coxiella*

burnetii à partir de **tiques** prélevées sur des chamois permettrait en outre de montrer que cet agent pathogène est présent chez ces parasites en montagne et qu'une transmission vectorielle est possible. Enfin, cette bactérie étant excrétée dans le lait chez les bovins et les petits ruminants, une recherche d'antigènes dans le lait de femelles chamois pourrait être envisagée, mais le risque de faux positifs serait probablement élevé car, chez les animaux domestiques, l'excrétion est intermittente (Bouvery *et al.*, 2003).

Nous tenons à rappeler que certaines maladies potentiellement présentes chez les ongulés sauvages, notamment la fièvre Q et la chlamydophilose, sont des **zoonoses.** Par conséquent, les personnes qui participent aux captures des animaux devraient être averties de l'existence d'un risque zoonosique, en particulier les femmes enceintes. Les agents de terrain qui effectuent des prélèvements sur les animaux vivants (frottis vaginaux, prises de sang...) ou morts doivent porter des gants et utiliser des produits désinfectants adaptés pour éviter de se contaminer.

Enfin, signalons que d'**autres agents responsables d'avortements**, notamment *Toxoplasma gondii* et *Neospora caninum*, sont potentiellement présents en alpage. Des réactions sérologiques positives vis à vis de ces deux parasites ont d'ailleurs été observées sur des chamois dans les Alpes (Gaffuri *et al.*, 2002). Des recherches complémentaires incluant notamment ces deux germes abortifs seraient donc envisageables.

2. Ongulés domestiques

La réalisation d'études épidémiologiques serait grandement facilitée s'il existait pour les animaux domestiques une **base de données** réunissant les déclarations d'avortement des élevages et les résultats des analyses de laboratoire demandées, de façon à ce que l'historique des avortements que nous avons réalisé puisse être poursuivi.

Par ailleurs, une analyse plus fine du statut sanitaire des troupeaux domestiques se rendant en alpage pourrait être mise en place grâce à un **sondage sérologique** effectué **au moment des mises bas** plutôt qu'à l'occasion de la prophylaxie obligatoire, ce qui faciliterait l'interprétation des tests sérologiques car la synthèse d'anticorps est réactivée au moment des parturitions. Un contrôle **avant** et **après la montée en alpage** des animaux permettrait de plus de détecter toute séroconversion apparaissant pendant la période d'estive et de rechercher sur le terrain une éventuelle source de contamination. Dans tous les cas, des commémoratifs mentionnant le **stade de gestation** de la femelle ou sa **date de mise bas** devraient être demandés au moment du prélèvement de façon à pouvoir interpréter les résultats du test sérologique par rapport à la cinétique des anticorps. L'âge des animaux devrait aussi être demandé.

La recherche de **vaccins** permettant à la fois de protéger les animaux et de **limiter l'excrétion** des agents pathogènes dans le milieu extérieur doit être poursuivie afin que l'assainissement des troupeaux infectés soit facilité.

3. Transmission ongulés domestiques – ongulés sauvages

Une meilleure connaissance des interactions spatiales entre ongulés domestiques et sauvages serait nécessaire pour arriver à évaluer le risque de transmission d'agents pathogènes entre ces espèces, notamment pendant la période de lutte des petits ruminants et à

identifier des contacts « à risque » en terme de transmission de germes abortifs. Une analyse spatiale fine des différents modes de cohabitation et des niveaux de contact entre ongulés de montagne et ongulés domestiques devra pour cela être mise en place. Le marquage récent de femelles chamois par des colliers de type GPS permettra notamment de connaître de façon continue la localisation de celles-ci et, en cas de recapture, d'apprécier leur niveau d'interaction avec les ongulés domestiques en parallèle avec leur statut sérologique. D'une façon générale, le **niveau de cohabitation** devra être comparé avec les **profils sérologiques** des chamois pour essayer de comprendre dans quelles situations la transmission des agents pathogènes peut avoir lieu.

Par ailleurs, une évaluation précise du risque de transmission de maladies entre ongulés sauvages et domestiques en alpage nécessite de mieux connaître la **quantité de germes excrétés** par des animaux infectés présents en alpage et les conditions dans lesquelles se produit cette excrétion. Des études de bactériologie sont de plus nécessaires pour évaluer la durée possible de **survie des agents pathogènes** dans le milieu extérieur, notamment en milieu montagnard. Enfin, il serait intéressant d'évaluer et de quantifier le rôle éventuel de **vecteurs mécaniques ou biologiques** et d'**espèces réservoirs** dans l'épidémiologie de ces maladies en montagne.

B/ Mesures de gestion

Des mesures de gestion concertées doivent être adoptées pour éviter les conflits d'usage des alpages et permettre une cohabitation optimale et raisonnée des ongulés sauvages et domestiques. Pour cela, il faut cesser de penser que ces animaux sont en concurrence dans les alpages et raisonner au contraire en terme de complémentarité (Dubost, 1992).

En effet, même si un certain dérangement est observé (Bassano *et al.*, 1998 ; Lena, 2002), **les ruminants domestiques** ont globalement une **action positive pour la faune sauvage** car ils assurent l'entretien des pelouses alpines et le maintien d'un espace ouvert (Bornard *et al.*, 1995). Ils permettent ainsi aux ongulés sauvages de disposer de ressources fourragères de meilleure qualité (Anderson & Scherzinger, 1975 cité dans Bassano *et al.*, 1998 ; Michallet *et al.*, 1998) et effectuent un débroussaillement favorable à certaines espèces, notamment aviaires (Brosseau-Marchandeau, 1992). Dans les zones où l'estivage a disparu, comme par exemple à l'alpage d'*Armenaz*, on assiste effectivement à la recolonisation du territoire par des landes à myrtilles et des brousses à aulnes verts.

Par ailleurs, les **chamois** occupent les Hautes-Bauges de façon naturelle et sont devenus emblématiques de la RNCFS. En plus d'être un attrait pour le **tourisme local**, ils permettent la réalisation de différents **programmes de recherche**, notamment sur la dynamique de population.

1. Ongulés sauvages

Le **plan de chasse** des chamois et des mouflons doit continuer à garantir une gestion intelligente des effectifs de ces ongulés. Par ailleurs, l'importance des réseaux de surveillance des maladies de la faune sauvage n'est plus à démontrer (Mörner *et al.*, 2002 ; Wobeser, 1994), donc il est indispensable que le **suivi sanitaire** actuel des ongulés de montagne dans la RNCFS des Bauges soit maintenu en place. En plus d'une meilleure connaissance des

maladies des ongulés sauvages, ce suivi, bien que peu sensible, doit permettre de donner l'alerte en cas d'événement pathologique majeur.

2. Ongulés domestiques

a) Limitation des contacts entre ongulés domestiques et sauvages

Les risques de contact entre ongulés sauvages et domestiques devraient être limités par la mise en place systématique de **clôtures**. En effet, si le port de cloches ou de clochettes permet de limiter les contacts directs entre bovins, ovins et caprins d'une part et ongulés sauvages d'autre part, celui-ci n'empêche en rien la libération par les ruminants domestiques de germes pathogènes dans l'environnement ou, à l'inverse, l'entrée en contact des animaux domestiques avec des agents pathogènes excrétés par des espèces sauvages. Seule la présence de clôtures ou d'un gardiennage attentif permet d'**empêcher la fréquentation des zones de refuge des chamois** par les ruminants domestiques et donc de limiter les risques de transmission de pathogènes par l'intermédiaire du milieu extérieur. De plus, les clôtures empêchent les ongulés domestiques de fréquenter des terrains accidentés où ils seraient susceptibles de se blesser et permettent de **mieux gérer l'utilisation des ressources fourragères**. De ce fait, une aide à leur mise en place pourrait être envisagée dans le cadre du programme régional d'améliorations pastorales de la Société d'Economie Alpestre ou, plus globalement, des Contrats d'Agriculture Durable qui remplacent aujourd'hui les Contrats Territoriaux d'Exploitation.

Par contre, nous avons pu constater que, sauf accident, les clôtures n'entravent pas le déplacement des chamois. Par conséquent, les **pierres à sel** destinées à apporter un complément de minéraux aux ruminants domestiques devraient plutôt être placées en bas des alpages de façon limiter la fréquentation de ces salines artificielles par les ongulés sauvages. Pour les petits ruminants laitiers, la surveillance et le parcage du troupeau devraient en outre être maintenus pendant la **période de reproduction** afin d'éviter les contacts rapprochés avec les ongulés de montagne à cette période d'autant plus qu'il existe potentiellement un risque d'excrétion d'agents pathogènes abortifs au moment de l'œstrus. En outre, si la mise en place de clôtures semble difficilement réalisable, une réduction des contacts pourrait tout de même être obtenue en parquant les animaux uniquement la nuit, avec **rotation des parcs** pour éviter le surpâturage, car la plupart des rapprochements entre ongulés sauvages et domestiques se produiraient avant 9 heures et après 18 heures (Lena, 2002).

Par ailleurs, la présence en alpage d'**animaux laitiers** devrait être favorisée par rapport aux non laitiers car ils entretiennent des contacts moins étroits avec la faune sauvage (Pilar-Izquierdo, 1998). La production fromagère associée (tome des Bauges classée AOC depuis peu, reblochon, tomme de chèvre, chevrotins) est de plus favorable à l'économie et au tourisme local.

b) Gestion sanitaire et médicale des troupeaux domestiques

Une gestion sanitaire rigoureuse et l'utilisation de vaccins efficaces sont les seuls moyens d'éviter l'introduction des maladies abortives dans les troupeaux domestiques. Plusieurs **vaccins** contre les différentes maladies abortives sont disponibles sur le marché mais ils ne sont réellement efficaces que s'ils sont injectés à des animaux indemnes. D'une

façon générale, pour qu'une vaccination soit efficace en terme de prévention, elle doit être effectuée simultanément sur l'ensemble des animaux en respectant le protocole indiqué par le producteur. Tous les animaux introduits ensuite dans le troupeau doivent être indemnes de ces maladies et doivent aussi être soumis à une vaccination.

Dans tous les cas, la vaccination ne doit être utilisée qu'en association avec des **mesures sanitaires** strictes. Rappelons notamment que des animaux dont le statut sanitaire n'est pas connu ne doivent jamais être introduits dans un troupeau car il est possible qu'ils soient infectés et excréteurs de germes pathogènes pour leurs congénères, même en l'absence de troubles cliniques observables. Par ailleurs, il est fortement conseillé de séparer les différentes femelles de l'élevage en fonction de leur stade de gestation car la sensibilité aux divers agents pathogènes varie au fur et à mesure de la gestation. Les femelles allant mettre bas ou ayant avorté doivent de plus être isolées pendant une quinzaine de jours. Les produits de mise bas ou d'avortement doivent systématiquement être ramassés (en portant des gants) et détruits.

Pour assurer une continuité à notre étude dans les Bauges, il serait intéressant de développer un **partenariat** entre différents acteurs, notamment les groupements de défense sanitaire, le parc naturel régional des Bauges, les vétérinaires locaux et les éleveurs afin de mieux connaître le statut sanitaire des troupeaux domestiques montant en estive à proximité de la RNCFS. Les éleveurs seraient ainsi mieux informés des moyens permettant de lutter contre les maladies abortives et des aides pourraient leur être proposées pour mettre ces mesures en application. Par exemple, une prophylaxie médicale pourrait être systématisée dans les troupeaux indemnes et des dépistages réguliers pourraient être envisagés dans les troupeaux infectés pour identifier les individus excréteurs. En outre, la réalisation d'examens complémentaires en cas d'avortements pourrait être systématiquement proposée. Un véritable **réseau de surveillance et de contrôle des maladies abortives non réglementées** pourrait ainsi être mis en place au bénéfice des éleveurs et des gestionnaires de la faune.

Conclusion

Dessin : *Eric Alibert*

CONCLUSION

La chlamydophilose et la fièvre Q sont deux maladies fréquemment responsables de troubles de la reproduction chez les ruminants domestiques en France. Chez les ongulés sauvages, des traces sérologiques sont souvent relevées mais les descriptions cliniques sont exceptionnelles.

Les résultats de notre étude sérologique et l'historique des avortements chez les ruminants domestiques ont permis de montrer que la chlamydophilose, la fièvre Q et la salmonellose abortive sont toutes trois prévalentes dans certains troupeaux se rendant en alpage dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage des Bauges et sa périphérie. D'autre part, les analyses effectuées sur les chamois et les mouflons capturés dans la réserve montrent que des réactions sérologiques existent vis à vis de ces maladies de façon plus ou moins marquée selon les années. Ces résultats laissent supposer qu'il existe probablement une circulation de chlamydies, de coxielles et de salmonelles parmi les ongulés sauvages mais, aucune mise en évidence directe n'ayant été réalisée, aucune conclusion ne peut être tirée quant à la signification réelle des réactions sérologiques observées. Pour les pestivirus, par contre, aucune trace sérologique notable n'a été décelée parmi les ongulés de montagne, alors que les bovins s'avèrent très infectés.

Des recherches complémentaires sont nécessaires afin de déterminer si *Chlamydophila abortus*, *Coxiella burnetii* et *Salmonella abortus ovis* sont effectivement en circulation chez les chamois et les mouflons des Bauges et quelles peuvent être les conséquences des interactions spatiales entre ongulés sauvages et domestiques sur les alpages en terme de transmission de ces pathogènes.

Le Professeur responsable
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Ange L. KODJO

Le Président de la thèse

Pr François VANDENESCH

Vu : Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Pour le Directeur empêché,
Le Directeur - Assesseur

Professeur J-F CHARY

Professeur Gilles BOURDOISEAU

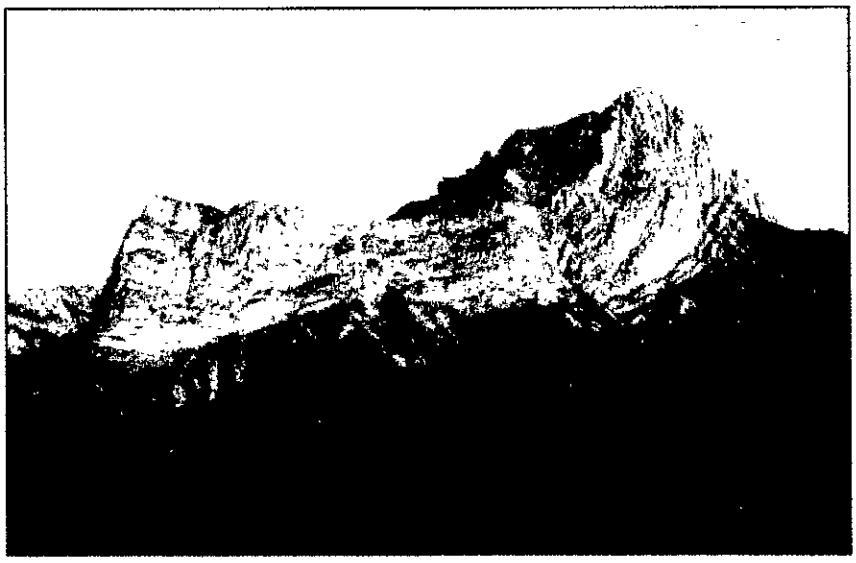
Vu et permis d'imprimer

Lyon ; le 10 NOV 2003

Pour le Président de l'Université CLAUDE BERNARD LYON I
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,
Professeur F. MAUGUIERE

Bibliographie

En zone 4, le Mont Trélod et la Dent de Pleuven, vus depuis le Mont de la Coche.



AITKEN I.D. (1991) Enzootic (chlamydial) abortion. In: Martin W.B. & Aiken I.D. (eds). *Diseases of sheep*. 2ème édition. Blackwell Scientific Publication, Paris, 43-49.

AITKEN I.D. (1995) Chlamydial abortion and toxoplasmosis: where are we now ? In: *Sheep Veterinary Society*, Proceedings of meetings, 18, 89-93.

AMIN J.D., WILSMORE A.J. (1995) Studies on the early phase of the pathogenesis of ovine enzootic abortion in the non-pregnant ewe. *British Veterinary Journal*, 151, 141-155.

ANONYME (2001) Un chamois parmi les bovins. *Dauphiné Libéré*, 24/11/01.

ANONYME (2001) La situation du chamois en Savoie. *Dauphiné Libéré*, 23/12/02.

APPLEYARD W.T., AITKEN I.D., ANDERSON I.E. (1985) Attempted veneral transmission of *Chlamydia psittaci* in sheep. *Veterinary record*, 116, 535-538.

ARMENGAUD M. (1987) Les zoonoses bactériennes. In: Informations techniques des Services Vétérinaires (eds). *Faune sauvage d'Europe*. Rosset, Paris, 194-198.

ARROYO R. (1988) Etude bibliographique de la pathologie du Mouflon et proposition d'un protocole de surveillance sanitaire de la population du Caroux-Espinouse applicable à celle des Bauges. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 120p.

ARTOIS M., BITEAU-COROLLER F., ROSSI S., HARS J. (2002) La surveillance et le contrôle des maladies infectieuses de la faune sauvage en France et en Europe. *Bulletin de la Société Vétérinaire Pratique de France*, 86, 1, 36-49.

AUBERT M., ROUSSET E. (2003) Fièvre Q et élevage : sommes-nous démunis en matière vétérinaire ? In: *Journée technique ovine NOE*, Montpellier, 16 avril 2003.

BADINAND F. (1998) Les avortements d'origine infectieuse chez les petits ruminants. Généralités. In: *Compte-rendu de réunion annuelle de l'Association pour l'Etude de la Reproduction Animale*, 29 janvier 1998, Alfort, 17-22.

BARADEL J.M., BARRAT J., BLANCOU J., BOUTIN J.M., CHASTEL C., DANNACHER G., *et al.* (1988) Results of a serological survey of wild mammals in France. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 7, 4, 873-883.

BARBEYRAC B., BEBEAR C. (1997) *Chlamydia. Médecine et Maladies Infectieuses*, 27, 71-83.

BARRAT J., BLANCOU J., CHASTEL C.L., DANNACHER G., GOURREAU J.M., KIHM U., *et al.* (1985) Enquêtes sérologiques des laboratoires des services vétérinaires sur les maladies infectieuses de quelques mammifères sauvages en France. *Bulletin des Laboratoires Vétérinaires*, 19-20, 7-14.

BASSANO B., GERONUTTI E., MARTINET M., PERACINO V. (1998) Niche overlap between alpine ibex (*Capra ibex ibex*) and cattle on alpine pasture. *Gibier Faune Sauvage*, 15, hors série 3, 793-801.

BELL J.F. (1981) Q Fever. In: J.W. Davis (ed). *Infectious Diseases of Wild Mammals*, 2ème édition. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 388-397.

BENGIS R.G., KOCK R.A., FISCHER J. (2002) Infectious animal diseases: the wildlife/livestock interface. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 21, 1, 53-65.

BERNAMOU A., OTAROD V, ARGENTE G., BENET J.J. (2000) Etude épidémiologique de l'augmentation des avortements chez les bovins en 1998 dans le département des Côtes-d'Armor. *Epidémiologie et santé animale*, 38, 51-61.

BLANCOU J., BARRAT J. (1983) Pathologie de la faune sauvage. Le point sur les dernières enquêtes sérologiques réalisées en France sur des animaux vivant en liberté. *Bulletin des Laboratoires Vétérinaires*, 10, 1-9.

BONAL F. (1980) La chlamydiose ovine dans le bassin laitier de Roquefort. Contribution à l'étude de vaccins inactivés. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Paul-Sabatier, Toulouse, 42p.

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. *Veterinary Microbiology*, 64, 1, 1-5.

BORNARD A., COZIC Z., BRAU-NOGUE C., Cemagref Grenoble-INERM (1995) Pratiques pastorales traditionnelles et actuelles des alpages laitiers des Alpes du Nord. *Ethnozootechnie* 55, 120p.

BOURGOGNE C. (1990) Le bouquetin des Alpes. Pathologie. Etat sanitaire des populations en France. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 114p.

BOUVERY N.A., SOURIAU A., LECHOPIER P., RODOLAKIS A. (2003) Experimental *Coxiella burnetii* infection in pregnant goats: excretion routes. *Veterinary Research*, 34, 423-433.

BROSSEAU-MARCHANDEAU F. (1992) Interaction milieu-faune sauvage au travers des activités pastorales : une synthèse bibliographique. *Gibier Faune Sauvage*, 9, 269-279.

BRUGERE-PICOUX J. (1994) La pestivirose. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 3, 128, 35-38.

BUENDIA A.J., CUELLO F., GALLEGO M.C., CARO M.R., SALINAS J. (2001) Field evaluation of a new commercially available ELISA based on a recombinant antigen for diagnosing *Chlamydophila abortus* (*Chlamydia psittaci* serotype 1) infection [résumé]. *Veterinary microbiology*, 78, 3, 229-239.

BUHARIWALLA F., CANN B., MARRIE T.J. (1996) A dog-related outbreak of Q fever. *Clinical Infectious Diseases*, 23, 753-755.

BUXTON D. (1986) Potential danger to pregnant women of *Chlamydia psittaci* from sheep. *Veterinary record*, 118, 510-511.

CASAMITJANA P. (1997) La reproduction et ses maladies. *Dépêche technique*, 55, 25-28.

CETINKAYA B., KALENDER H., ERTAS H.B., MUZ A., ARSLAN N., ONGOR H., GURCAY M. (2000) Seroprevalence of coxiellosis in cattle, sheep and people in the east of Turkey. *Veterinary record*, 146, 131-136.

CLARK R.K., JESSUP D.A., HIRD D.W., RUPPANNER R., MEYER M.E. (1983) Serologic survey of Californian wild hogs for antibodies against selected zoonotic disease agents. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 183, 11, 1248-1251.

CLARKSON M.J., PHILIPS H.L. (1997) Isolation of fecal *Clamydia* from sheep in Britain and their characterization by cultural properties. *The Veterinary Journal*, 153, 307-311.

CORDIER F. (1991) Pathologie infectieuse des ongulés de montagne. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 114p.

CORNUT G. (1987) Utilisation et occupation du milieu pastoral par les animaux sauvages et domestiques. *Mémoire de DEA d'analyse et de modélisation des systèmes biologiques*, Université Claude Bernard, Lyon I, 31p.

CORTI R., CUGNASSE J.M., DUBRAY D. (1994) Le Mouflon de Corse. *Brochure technique de l'Office national de la Chasse*, Centre National d'Etude et de Recherche Appliquée sur la faune de montagne, Echirolles, 32p.

CORTI R. (1992) Le Chamois et l'Isard. *Brochure technique de l'Office national de la Chasse*, Centre National d'Etude et de Recherche Appliquée sur la faune de montagne, Echirolles, 28p.

CORTI R., GIBERT P., GINDRE R., LANDRY P., SARRAZIN C. (1983) Données sur la biométrie et l'état sanitaire du chamois dans le nord-est du massif des Ecrins (Hautes-Alpes). In: SFEPM (ed). *Actes du VIIème colloque national de mammalogie*. Grenoble, 15-16 octobre 1983, 129-135.

COTTIN M. (1990) La chlamydiose bovine : étude comparative de trois méthodes sérologiques de dépistage (FC, Micro-immunofluorescence, ELISA). *Thèse de doctorat vétérinaire*, Faculté de médecine, Créteil, 83p.

COUILLOUD F., JULLIEN J.M., FRATY D. (1999) Le poids des chevreaux en automne : un bioindicateur utilisable pour suivre l'évolution d'une population de chamois. *Gibier Faune Sauvage*, 16, 3, 273-287.

COUVREUR P. (1999) La brucellose du chamois (*Rupicapra rupicapra*) en France. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 53p.

CRAMPE J.P. (1992) Taux de survie et caractéristiques de la mortalité dans une population d'isards non chassée du Parc National des Pyrénées. *Bulletin d'Information de la Pathologie des Animaux sauvages*, 8, 73-84.

CUBEDDU G.M., GRIMALDI C., CODA S., PINNA PARPAGLIA M.L., PINTORI G., COCCO R. (2000) Q fever : clinical and serological findings in mouflons and goats on the island of Asinara. In: A. Nahlik & W. Uloth (eds). *Proceedings of the third international symposium on Mouflon*. Sopron, Hungary. October 27-29, 302-306.

CUBERO-PABLO M.J., PLAZA L., PEREZ L., GONZALES M., LEON-VIZCAINO L. (2000) Seroepidemiology of chlamydial infections of wild ruminants in Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 36, 1, 35-47.

CUTERI V., DIVERIO S., CARNIELETTO P., TURILLI C., VALENTE C. (1999) Serological survey for antibodies against selected infectious agents among Fallow Deer *(Dama dama)* in Central Italy. *Journal of Veterinary Medecine B*, 46, 545-549.

DABAS C. (1995) Rôle de la faune sauvage dans l'épidémiologie des maladies contagieuses : étude bibliographique à partir de quelques exemples. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Paul-Sabatier, Toulouse, 163p.

DE SA C. (1996) La protéine majeure de la membrane externe de *Chlamydia* : structure et fonctions. Veterinary Research, 27, 317-331.

DOBY J.M., BIGAIGNON G. (1997) Tiques Ixodidae parasites d'oiseaux et leur rôle pathogène. *Revue de médecine vétérinaire*, 148, 11, 853-860.

DORDAIN-BOUESNARD C. (2001) Revue bibliographique et contribution à l'étude épidémiologique de la fièvre Q en région Rhône-Alpes. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 207p.

DUBOST M. (1992) Occupation multi-usages de l'espace montagnard. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse et la Faune Sauvage*, 167, 43.

DURAND T. (1997) Eco-épidémiologie parasitaire chez les ongulés de montagne : exemple du chamois (*Rupicapra rupicapra*, Linné 1758). *Thèse de troisième cycle,* Université de Savoie, Chambéry, 382p.

DURAND T. (1994) Le chamois et la brucellose, victime ou vecteur ? *Bulletin d'Information de la Pathologie des Animaux sauvages*, 11, 59-70.

EJERCITO C.L.A., CAI L., HTWE K.K., TAKI M., INOSHIMA Y., KONDO T., *et al.* (1993) Serological evidence of *Coxiella burnetti* infection in wild animals in Japan. *Journal of Wildlife Diseases*, 29, 3, 481-484.

EUZEBY J.P. (2001a) *Chlamydophila*. In: *Dictionnaire de bactériologie vétérinaire*. [en ligne] Mise à jour le 16 avril 2001. Consulté le 05 février 2002. Adresse URL : http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/cc/coxiella.html

EUZEBY J.P. (2001b) *Coxiella burnetii*. In: *Dictionnaire de bactériologie vétérinaire*. [en ligne] Mise à jour le 15 janvier 2001.Consulté le 05 février 2002. Adresse URL : http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/cc/coxiella.html

EUZEBY J.P. (1999a) Chlamydiales, Chlamydiaceae, Waddliaceae. In: *Dictionnaire de bactériologie vétérinaire*. [en ligne] Mise à jour le 25 mai 1999. Consulté le 05 février 2002. Adresse URL : http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/cc/chlamydiales.html

EUZEBY J.P. (1999b) Les taxons bactériens d'intérêt vétérinaire décrits en 1999. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 150, 12, 923-928.

EVERETT K.D.E, BUSH R.M., ANDERSEN A.A. (1999) Emended description of the order Chlamydiales, proposal of Parachlamydiaceae fam. nov. and Simkaniaceae fam. nov, each containing one monotypic genus, revised taxonomy of the family Chlamydiaceae, including a new genus and five new species, and standards for the identification of the organisms. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 49, 415-440.

FONTAINE M., GIAUFFRET A., RUSSO P., DURAND M. (1975) Importance des troupeaux ovins dans l'épidémiologie de la fièvre Q. *Médecine et maladies infectieuses*, 5, 8, 445-449.

FOURNIER P.E., MARRIE T.J., RAOULT D. (1998) Diagnosis of Q fever. *Journal of Clinical Microbiology*, 36, 7, 1823-1834.

FROMONT E., GAUTHIER D., GIBERT P., HARS J., CATUSSE M. (2001) Chlamydiose et fièvre Q chez les ongulés de montagne : questions sur le seuil de positivité. *Médecine et maladies infectieuses*, 31, suppl. 2, 311-312.

GAFFURI A., S. MAGNINO, P. CORDIOLI, R. PASI, T. AMBROSI, G.D. FROSIO, C. MONACI, M. GIACOMETTI, P. LANFRANCHI (2002) Serological survey in domestic sheep, chamois and roe deer in the Orobic Alps (Italy). In: *Third world conference on Mountain ungulates*. 10-15 June 2002, Saragossa, (Aragon, Spain), 27.

GARDNER I.A., HIETALA S., BOYCE W.M. (1996) Validity of using serological tests for diagnosis of diseases in wild animals. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Epizooties*, 15, 1, 323-335.

GARDON J., HERAUD J.M., LAVENTURE S., LADAM A., CAPOT P., FOUQUET E., *et al.* (2001) Suburban transmission of Q fever in French Guiana: evidence of a wild reservoir. *Journal of Infectious Diseases*, 184, 278-284.

GAUTHIER D. (2002) *Compte rendu de mission dans le cadre du programme « Etude des maladies abortives non réglementées des ongulés sauvages des réserves ONCFS »*, AFSSA Sophia-Anitpolis, 20 mars 2002. 11p. Non publié.

GAUTHIER D. (1999) Surveillance sanitaire des isards d'Orlu et Bazès-Estibète, année 1999. *LDAV Savoie*. 8p. Non publié.

GAUTHIER D. (1995) Conséquences sanitaires du pastoralisme sur les ongulés sauvages. *Rapport SRETI. LDAV Savoie – ENV Lyon*. 39p. Non publié.

GAUTHIER D. (1991) La kérato-conjonctivite infectieuse du chamois : étude épidémiologique dans le département de la Savoie 1983-1990. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 107p.

GAUTHIER D., GIBERT P., HARS J. (1991) Sanitary consequences of mountain Cattle breeding on wild Ungulates. In: Spitz F., Janeau G., Gonzles G., Aulagnier S. (eds) *Proc. Symposium Ungulates 1991, Toulouse*. éditions SFEPM-IRGM, Paris, 621-630.

GAVET L. (1998) Contribution à l'étude de l'état sanitaire du chamois en Isère. Etude particulière de la maladie des abcès. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 129p.

GIBERT P., CUGNASSE J.M., DUBRAY F., MALLET C. (1993) Surveillance sanitaire des ongulés de montagne dans les réserves nationales de l'Office National de la chasse en France. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Epizooties*, 12, 1, 147.

GILOT B., PEREZ-EID C. (1998) Bio-écologie des tiques induisant des pathologies importantes en France. *Médecine et maladies infectieuses*, 28, numéro spécial, 325-334.

GOURREAU J.M., GARIN-BASTUJI B., SIMON A., SARRAZIN C., OUDAR J. (1993) Enquête sérologique sur l'état sanitaire des grands ongulés du centre et du sud des Alpes françaises. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 12, 1, 151-152.

GREENSLADE E., BEASLEY R., JENNINGS L., WOODWARD A., WEINSTEIN P. (2003) Has *Coxiella burnetii* (Q fever) been introduced into new Zealand ? *Emerging infectious diseases*, 9, 1 [serial online] Adresse URL : http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol9no1/01-0305.htm

GRESHAM A.C.J., DIXON C.E., BEVAN B.J. (1996) Domiciliary outbreak of psittacosis in dogs: potential for zoonotic infection. *Veterinary record*, 138, 25, 622-623.

HARS J., GAUTHIER D. (1994) Les maladies du Bouquetin des Alpes : bilan sanitaire des populations françaises. *Travaux scientifiques du Parc Naturel de la Vanoise*, spécial bouquetin, 18, 53-98.

HARRIS R.J., STORM P.A., LLOYD A., ARENS M., MARMION B.P. (2000) Long term persistance of *Coxiella burnetii* in the host after primary Q fever. *Epidemiology and Infection*, 124, 543-549.

HERRMANN B., RAHMAN R., BERGSTRÖM S., BONNEDAHL J., OLSEN B. (2000) *Chlamydophila abortus* in a Brown Skua *(Catharacta antarctica lonnbergi)* from a subantarctic island. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 8, 3654-3656.

HIRAI K., TO H. (1998) Advances in the understanding of *Coxiella burnetii* infection in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 60, 7, 781-790.

HOUSSIN H., LOISON A., JULLIEN J.M., GAILLARD J.M. (1994) Validité de la méthode de pointage-flash pour l'estimation des effectifs de chamois. *Gibier Faune Sauvage*, 11, 287-298.

HOUSSIN H. (1992) Dix années de gestion du chamois dans un massif des Alpes du nord. *Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse*, 170, 30-36.

HUANG H.S., TAN T.W., BUXTON D., ANDERSON I.E., HERRING A.J. (1990) Antibody response of the ovine lymph node to experimental infection with an ovine abortion strain of *Chlamydia psittaci*. *Veterinary Microbiology*, 21, 345-351.

HUBALEK Z., JURICOVA Z., SVOBODOVA S., HALOUZKA J. (1993) A serological survey for some bacterial and viral zoonoses in game animals in the Czech Republic. *Journal of Wildlife Diseases*, 29, 4, 604-607.

HUBOUX R., MIQUARD P., GAY J., GRUFFAT A., LAMBRECH M., GASNE P., POUDEROUX H., DELOCHE A. (1994) Un comportement anormal : l'accouplement de chamois avec des brebis. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 190, 26-29.

HUMBERT A. (1995) Etude bibliographique des causes infectieuses et parasitaires d'avortements chez les petits ruminants. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 182p.

HUMMEL P.H. (1976) Incidence in Tanzania of CF antibody to *Coxiella burnetii* in sera from man, cattle, sheep, goats and game. *Veterinary record*, 98, 501-505.

HTWE K.K., AMANO K., SUGIYAMA Y., YAGAMI K., MINAMOTO N., HASHIMOTO A. *et al.* (1992) Seroepidemiology of *Coxiella burnetii* in domestic and companion animals in Japan. *Veterinary record*, 131, 21, 490.

IVANES C., MSIKA B. (2000) Les services pastoraux français. Repères historiques. In: Association Française de Pastoralisme (ed). *Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000*. Pastum (hors série), éditions de la Cardère, Paris, 109-114.

JONES G.E., ANDERSON I.E. (1989) *Chlamydia psittaci* excretion in ovine milk tested. *Veterinary record*, 124, 562.

JONES G.E., ANDERSON I.E. (1988) *Chlamydia psittaci:* is tonsillar tissue the portal of entry in ovine enzootic abortion ? *Research in Veterinary Science*, 44, 260-261.

JOUBERT L., FONTAINE M., BARTOLI M., GARRIGUE G. (1976) La fièvre Q ovine, zoonose d'actualité de type professionnel, rural et militaire. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 127, 361-381.

JULIEN A. (2002) Occupation de l'espace et sélection de l'habitat par le Chamois (*Rupicapra rupicapra rupicapra* L.) dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage des Bauges. *Mémoire de DESS Espace rural et environnement*, Université de Bourgogne, Dijon, 50p.

JULLIEN J.M., PEPIN G., MAROUZE E. (2001a) La cham'arche, un filet pour la capture des ongulés de montagne. *Faune Sauvage*, 254, 16-21.

JULLIEN J.M., JOURDAIN E., HOTELIER P., MAILLET P. (2001b) Comportements agonistiques entre des chamois (*Rupicapra rupicapra*) et un aigle royal (*Aquila chryseatos*) dans les Alpes du Nord (Massif des Bauges, France). *Nos Oiseaux*, janvier 2001.

JULLIEN J.M., LOISON A., PEPIN G. (1998) Cohésion spatiale des chamois des Bauges. Définition de sous-populations. *Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse*, 229, 24-27.

JULLIEN J.M., LOISON A.,CALMET J.F., CACHEUX P., PEPIN G. (1994) Marquage de jeunes chamois à l'aide de chiens de berger dressés. *Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse*, 198, 2-8.

KITA J., ANUSZ K. (1991) Serologic survey for bovine pathogens in free-ranging European bison from Poland. *Journal of Wildlife Diseases*, 27, 1, 16-20.

KOCIANOVA E., KOVAKOVA E., LITERAK I. (2001) Comparison of virulence of *Coxiella burnetii* isolates from bovine milk and from ticks. *Folia parasitologica*, 48, 235-239.

KRUSZEWSKA D., LEMBOWICZ K., TYLEWSKA-WIERZBANOWSKA S. (1996) Possible sexual transmission of Q fever among humans. *Clinical Infectious Diseases*, 22, 1087-1088.

LA SCOLA D., RAOULT D. (2001) Survival of *Coxiella burnetii* within free living amoeba *Acanthamoeba castellanii*. *Clinical Microbiology and infection*, 7, 2, 75-79.

LANFRANCHI P., TOLARI F., FORLETTA R., MENEGUZ P.G., ROSSI L. (1985) The red deer as reservoir of parasitic and infectious pathogens for cattle. In: *Atti della Facolta di Medicina Veterinaria di Torino*, 30, 82-97.

LANG G.H. (1990) Coxiellosis in animals. In: MARRIE T.J. (ed). *Q Fever, volume I. The disease*. Boca Raton, CRC Press, 23-48.

LANG G.H. (1989) Q fever: an emerging public health concern in Canada. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 53, 4, 1-6.

LAPOINTE J.M., GULLAND F.M., HAINES D.M., BARR B.C., DUIGNAN P.J. (1999) Placentitis due to *Coxiella burnetii* in a Pacific harbor seal *(Phoca vitulina richardsi)*. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 11, 541-543.

LAUGHLIN T., WAAG D., WILLIAMS J., MARRIE T. (1991) Q fever: from deer to dog to man. *Lancet*, 337, 16, 676-677.

LENA F. (2002) Le pastoralisme et la faune sauvage : relations spatiales et sanitaires. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 179p.

LENOBLE S. (2002) Etude des maladies abortives chez les ongulés sauvages. *Mémoire de DEA analyse et modélisation des systèmes biologiques*, Université Claude Bernard, Lyon, 30p.

LE TALLEC B., GAME Y., BLANC-GONNET E., QUERE DE KERLEAU M., DENIS L., LE HORGNE J.M. (2003) Détection d'un foyer de fièvre Q en Savoie – Prise en charge et gestion sanitaire [poster]. In: *Colloque européen « Rickettsioses-zoonoses et autres arbo-bactérioses-zoonoses »*, 11-12 septembre 2003, ISPAIA, Ploufragan.

LINKLATER K.A., SMITH M.C. (1993) Fetopathies and diseases of the placenta. In: *Color atlas of diseases and disorders of the sheep and goat*. Wolfe publishing, London, 141-149.

LOISON A. (2001) Validation des méthodes de suivi et de gestion des populations de chamois et d'isards. *Rapport final de la convention de recherche entre l'ONCFS et l'Institut norvégien de recherche sur la nature*, 26p. Non publié.

LOISON A.(1995) Approches intra- et inter-spécifiques de la dynamique des populations : l'exemple du chamois. *Thèse de doctorat de troisième cycle*, Université Claude Bernard, Lyon I, 311p.

MAILLARD R. (2000) Conduite à tenir face à l'infection du fœtus par le virus BVD/MD. *Vet repro*, 2, 35-40.

MAINAR-JAIME R.C., DE LA CRUZ C., VASQUEZ-BOLAND J.A. (1998) Epidemiologic study of chlamydial infection in sheep farms in Madrid, Spain. *Small Ruminant Research*, 28, 131-1333.

MANTOVANI A., BENAZZI P. (1953) The isolation of *Coxiella burnetii* from *Rhipicephalus sanguineus* on naturally infected dogs. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 122, 117-118.

MARRIE T.J., EMBIL J., YATES L. (1993) Seroepidemiology of *Coxiella burnetti* among wildlife in Nova Scotia. *American Journal of Tropical Medecine and Hygiene*, 49, 5, 613-615.

MARRIE T.J., DURANT H., WILLIAMS J.C., MINTZ E., WAAG D.M. (1988) Exposure to parturient cats: a risk factor for acquisition of Q fever in Maritime Canada. *Journal of Infectious Diseases*, 158, 1, 101-108.

MARRIE T.J., WILIAMS J.C., SCHLECH W.F., YATES L. (1986) Q fever pneumonia associated with exposure to wild rabbits. *Lancet*, 22, 425-427.

MATTHEWS J. (1999) Abortion. In: Matthews J. (ed). *Diseases of the goats*, 2ème édition. Blackwell Science Ltd, Paris, 22-36.

MAURIN M., RAOULT D. (1999) Q fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 12, 518-553.

MAWHINNEY I., CHALMERS W.S., BROWN D. (1998) Enzootic abortion control: latest findings. *Sheep Veterinary Society, Proceedings of meetings*, 22, 43-45.

McEWEN A. D., LITTLEJOHN A.I., FOGGIE A. (1951) Enzootic abortion in ewes: some aspects of infection and resistance. *Veterinary record*, 63, 489-492.

MEAGHER M., QUINN W.J., STACKHOUSE L. (1992) Chlamydial-caused infectious keratoconjunctivitis in bighorn sheep of Yellowstone National Park, *Journal of Wildlife Diseases*, 28, 2, 171-176.

MICHALLET J., TOIGO C., LECOMTE S. (1998) Gestion durable des milieux montagnards. Exemple de l'alpage de Combe-Madame dans le massif de Belledonne (Isère). *Gibier Faune Sauvage*, 15, hors série 3, 761-774.

MOREAU A. (2000) Les avortements dans l'espèce bovine : revue bibliographique et enquête épidémiologique dans le nord de la Bourgogne. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Faculté de médecine, Créteil, 179p.

MÖRNER T., OBENDORF D.L., ARTOIS M., WOODFORD M.H. (2002) Surveillance and monitoring of wildlife diseases. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 21, 1, 67-76.

MÜLLER P. (1984) Bilan sanitaire comparé de l'isard et du mouton dans le massif d'Ossau (Pyrénées atlantiques), interrelations possibles. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 62p.

NEVEJANS Y. (2002) Contribution à l'étude des causes de mortalité du Chamois (*Rupicapra rupicapra*) dans les Alpes du Nord. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 147p.

NOCTURE M.(1986) Etude de l'infestation des pâturages d'altitude par les strongles du chamois. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 109p.

NORLANDER L. (2000) Q fever epidemiology and pathogenesis. *Microbes and infection*, 2, 417-424.

OUDAR J., GASTELLU J., FLEURY C., RICHARD Y. (1989) Un cas de brucellose chez le chamois dans le massif des Ecrins. *Gibier Faune Sauvage*, 6, 183-192.

PAPP J.R., SHEWEN P.E (1996) Localization of chronic *Chlamydia psittaci* infection in the reproductive tract of sheep. *Journal of Infectious Diseases*, 174, 1296-1302.

PAPP J.R., SHEWEN P.E., GARTLEY C.J. (1994) Abortion and subsequent excretion of Chlamydiae from the reproductive tract of sheep during estrus. *Infection and Immunity*, 62, 9, 3786-3792.

PAPP J.R., SHEWEN P.E., GARTLEY C.J. (1993) *Chlamydia psittaci* infection and associated infertility in sheep. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 57, 185-189.

PARAGON B.-M. (1995) *Sel, minéraux et alimentation des ruminants*. Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est, R.G.I. Parc Esplanade Entreprises, St Thibault des Vignes, 80p.

PARDON P., SANCHIS R., MARLY J., LANTIER F., PEPIN M., POPOFF M. (1988) Salmonellose ovine due à *Salmonella abortusovis*. *Annales de Recherche Vétérinaire*, 19, 221-235.

PASTORET P.P., THIRY E., BROCHIER B., SCHWERS A., THOMAS I., DUBUISSON J. (1988) Maladies de la faune sauvage transmissibles aux animaux domestiques. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Epizooties*, 7, 4, 661-704.

PERETTI V. (1994) Les avortements infectieux d'origine microbienne. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 3, 140, 93-97.

PEREZ-EID C., GILOT B. (1998) Les tiques : cycles, habitats, rôle pathogène, lutte. *Médecine et maladies infectieuses*, 28, numéro spécial, 335-343.

PERRIER P. (1983) *Des Chamois et des Hommes*. Atelier Hugueniot, La Ravoire, 71p.

PEYRE-MANDRAS F. (1990) Eco-éthologie et pathologie du cerf. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 157p.

PHILIPS H.L., CLARKSON M.J. (1998) Experimental infection of pregnant ewes with *Chlamydia pecorum* [résumé]. *Infection and Immunity*, 66, 6, 2818-2821.

PILAR-IZQUIERDO M. (1998) Etude des modalités de cohabitation entre les cheptels domestiques et al faune sauvage dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage des Bauges. *Thèse post-doc*, Espagne, 71p.

PINGET F. (1993) Etude de l'infestation de chèvres par l'helminthofaune du chamois dans la réserve nationale de faune des Bauges. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 141p.

PINSKY R.L., FISHBEIN D.B., GREENE C.R., GENSHEIMER K.F. (1991) An outbreak of cat-associated Q fever in the United States. *Journal of Infectious Diseases*, 164, 1, 202-204.

PLOMMET M., CAPPONI M., GESTIN J., RENOUX G. (1973) Fièvre Q expérimentale des bovins. *Annales de Recherche Vétérinaire*, 4, 2, 325-346.

PONCELET J.L. (1998) Conduite à tenir face à un problème d'avortements dans un élevage ovin. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 2, 178, 63-69.

PONCELET J.L. (1994) Les rickettsioses transmises par les tiques. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 3, 142, 105-109.

POSPISCHIL A., THOMA R., HILBE M., GREST P., GEBBERS J.-O. (2002) Abortion in woman caused by caprine *Chlamydophila abortus* (*Chlamydia psittaci* serovar 1). *Schweizerische Medizinische Wochenscrift*, 132, 64-66.

QUIGNARD H., GERAL M.F., PELLERIN J.L., MILON A., LAUTIE R. (1982) La fièvre Q chez les petits ruminants. Enquête épidémiologique dans la région Midi-Pyrénées. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 133, 413-422.

RANDHAWA A.S., KELLY V.P., BAKER E.F. (1977) Agglutinins to *Coxiella burnetii* and *Brucella* spp, with particular reference to *Brucella canis*, in wild animals of Southern Texas. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 171, 939-942.

RAOULT D., MARRIE T. (1995) Q fever. *Clinical Infectious Diseases*, 20, 489-496.

RAOULT D., TISSOT-DUPONT H., FOUCAULT C., GOUVERNET J., FOURNIER P.E., BERNIT E. *et al.* (2000) Q fever 1985-1998: clinical and epidemiologic features of 1,383 infections. *Medecine*, 79, 109-123.

RAYMOND M. (1984) La chlamydiose bovine : infection expérimentale de la vache gestante. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 81p.

REIMER L.G. (1993) Q fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 6, 3, 193-198.

RESCHE-RIGON F. (1987) Quelques aspects de la compétition entre ongulés sauvages et domestiques : étude des relations entre chamois et moutons dans une vallée du Mercantour. *Thèse de doctorat de troisième cycle*, Université de Grenoble, 123p.

RICHOMME C. (2002) Cohabitation entre ongulés domestiques et sauvages en alpage : risque de transmission interspécifique d'agent pathogènes. *Mémoire de DEA d'écologie*, INA P-G, Paris, 30p.

RIEMANN H.P., RUPPANNER R., WILLEBERG P., FRANTI C.E., ELLIOTT H., FISHER R.A., *et al.* (1979) Serologic profile of Exotic Deer at Point Reyes National Seashore. *Journal of American Veterinary Medecine Association*, 175, 9, 911-913.

RODOLAKIS A. (2003) Fièvre Q : diagnostic et prévention. In: *Journée technique ovine NOE*, Montpellier, 16 avril 2003.

RODOLAKIS A. (2001a) Caprine chlamydiosis. In: Tempesta M. (ed) *Recent Advances in Goat Diseases*, International Veterinary Information Service, Ithaca NY. [en ligne] Adresse URL : http://www.ivis.org/advances/Disease_Tempesta/rodolakis_chlamydiosis

RODOLAKIS A. (2001b) La fièvre Q passe souvent inaperçue. *La Semaine Vétérinaire*, 14 avril 2001, 1012, 40.

RODOLAKIS A. (2000) Chlamydiose abortive : diagnostic et prévention. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 7, 139-143.

RODOLAKIS A, BOUVERY N.A. (2000) Diagnostic de la chlamydiose et la fièvre Q. *Vet Repro*, 2, 29-33.

RODOLAKIS A., SALINAS J., PAPP J. (1998) Recent advance on ovine chlamydial abortion. *Veterinary Research*, 29, 275-288.

RODOLAKIS A. (1998) Diagnostic de la chlamydiose et la fièvre Q. In: *Association pour l'étude de la reproduction animale*, Compte-rendu de la réunion annuelle, 29 janvier 1998, Alfort, 49-54.

RODOLAKIS A. (1994) Chlamydiose et fièvre Q : agents d'avortements et zoonoses ? *Le Point Vétérinaire*, 26, 845-850.

RODOLAKIS A. (1993) Les infections à *Chlamydia psittaci* : acquisitions récentes et applications au diagnostic et à l'épidémiologie des chlamydioses aviaires, canines et félines. *Pratique médicale et chirurgicale de l'animal de compagnie*, 28, 3, 321-330.

RODOLAKIS A. (1987) Les modèles expérimentaux en chlamydiose. *Annales de Recherche Vétérinaire*, 18, 345-354.

RODOLAKIS A., BOULLET C., SOURIAU A. (1984) *Chlamydia psittaci* abortion in goats. *American Journal of Veterinary Research*, 45, 10, 2086-2089.

RODOLAKIS A., BERNARD K. (1977) Isolement de *Chlamydia* des organes génitaux de béliers atteints d'épididymite. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 50, 65-70.

ROUSSET E., RUSSO P., PEPIN M., RAOULT D. (2001) Epidémiologie de la fièvre Q animale. Situation en France. *Médecine et Maladies infectieuses*, 31, 233-246.

ROUSSET E., RUSSO P., PEPIN M., RAOULT D. (2000) La fièvre Q : une zoonose encore mystérieuse. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 7, 133-137.

ROZO J. (1995) Bilan des enquêtes sérologiques réalisées en France chez quelques espèces de mammifères sauvages. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Faculté de médecine, Nantes, 96p.

RUSSO P., MALO N., THEVENOT C. (1981) La fièvre Q dans le département de la Vienne. Cinétique des anticorps et avortement. *Recueil de Médecine Vétérinaire*, 157, 7-8, 585-589.

SAINT AGNE J., CHABANET D., PONCELET J.L., INQUINBERT J.L., JOANNARD C. (1992) Mise en évidence des *Chlamydia* dans les prélèvements vétérinaires par le test Clearview *Chlamydia*. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 4, 51-58.

SANCHIS R. (2002) *Approche du diagnostic différentiel des avortements infectieux en pathologie des petits ruminants*. AFSSA Sophia-Antipolis, Unité de pathologie des petits ruminants, 47p. Non publié.

SANDFORD S.E., JOSEPHSON G.K.A., MACDONALD A. (1994) *Coxiella burnetii* abortion storms in goat herds after attendance at an annual fair. *Canadian veterinary Journal*, 35, 376-378.

SCHALCH L., RUSSO P., DE SA C, REYNAUD A., BOMMELI W. (1998) Combined tested of ruminant serum samples for *Chlamydia psittaci* and *Coxiella burnetii* specific antibody elisa. In: *VIth Congress FeMeSPRum*, 14-16 May 1998. Postojna, Slovenia, 514-518.

SCHRÖDER H.-D. (1998) Zur Q-Fieber-Problematik bei Huftieren im Zoo. *Berliner und Münchener Tierärzliche Wochenschrift*, 111, 5, 173-174.

SEIGNEURIN R., SEIGNEURIN J.M. (1968) Le corbeau des Alpes est infecté par *Rickettsia burneti*. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 152, 5-7.

SEYEDMEHDI M., HEATH A.M., PUGH D.G. (2002) Theriogenology of sheep and goats. In: PUGH D.G. (ed) *Sheep and goat medecine*, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 129-186.

SHEWEN P.E. (1980). Chlamydial infection in animals: a review. *Canadian Veterinary Journal*, 21, 1, 2-11.

STAMP J.T., McEWEN A.D., WATT J.A.A., NISBET D.I. (1950) Enzootic abortion in ewes. *Veterinary record*, 62, 251-254.

STEIN A., RAOULT D. (1999) Pigeon pneumonia in Provence: a bird-borne Q fever outbreak. *Clinical Infectious Diseases*, 27, 617-620.

STEIN A., RAOULT D. (1998) Q fever during pregnancy: a public health problem in Southern France. *Clinical Infectious Diseases*, 27, 592-596.

STEIN A., RAOULT D. (1996) Q fever and pregnancy in humans and animals. In: Kazar & Toman (eds). *Rickettsiae and rickettsiales diseases*, Proceedings of the Vth International Symposium. Star Lesna, september 1-6,. Veda Bratislava, 551-557.

STORZ J., CARROLL E.J., BALL L., FAULKNER L.C. (1968) Isolation of a psittacosis agent (*Chlamydia*) from semen and epididymis of bulls with seminal vesiculitis syndrome. *American Journal of Veterinary Research*, 29, 3, 549-555.

SZAREK J., ROTKIEWICZ T., ANUSZ Z., KHAN M.Z., CHISHTI M.A. (1994) Pathomorphological studies in European Bison *(Bison bonasus)* with seropositive reaction to *Coxiella burnetti. Journal of Veterinary Medecine B*, 41, 618-624.

TAINTURIER D., FIENI F., BRUYAS J.F., BARRIER I., BENCHARIF D. (2000) Une épizootie d'avortements en élevage bovin. *Vet Repro*, 1, 41-44.

TAINTURIER D., FIENI F., BRUYAS J.F., BATTUT I. (1997a) Etiologie des avortements chez la vache. *Le Point Vétérinaire*, 28, 183, 1231-1238.

TAINTURIER D., FIENI F., BRUYAS J.F., BATTUT I. (1997b) Conduite à tenir devant un avortement dans élevage bovin. *Le Point Vétérinaire*, 28, 183, 1239-1243.

TAINTURIER D., FERNEY J., ROYAL L. (1980) Avortements infectieux de la brebis. *Cahiers de Médecine Vétérinaire*, 49, 25-34.

TERRIER M.E. (1998) La kérato-conjonctivite des ongulés sauvages de montagne. Reproduction expérimentale chez le Mouflon *(Ovis gmelini musimon). Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 144p.

THIBON M., VILLIERS V., SOUQUE P., DAUTRY-VARSAT A., DUQUESNEL R., OJCIUS D.M. (1996) High incidence of *Coxiella burnetii* markers in a rural population in France. *European Journal of Epidemiology*, 12, 509-513.

TISSOT-DUPONT H., TORRES S., NEZRI M., RAOULT D. (1999) Hyperendemic focus of Q fever related to sheep and wind. *American Journal of Epidemiology*, 150, 1, 67-74.

TO H., HTWE K.K., KAKO N., YAMAGUCHI T., FUKUSHI H., HIRAI K. (1998a). Prevalence of *Coxiella burnetii* infection in Dairy Cattle with reproductive disorders. *Journal of Veterinary Medical Science*, 60, 7, 859-861.

TO H., SAKAI R., SHIROTA K., KANO C., ABE S., SUGIMOTO T. *et al.* (1998b). Coxiellosis in domestic and wild birds from Japan. *Journal of Wildlife Diseases*, 34, 2, 310-316.

TRIMAILLE J.C. (1985) Le chamois dans le Jura français : statut actuel des populations, approche éco-éthologique, état sanitaire et pathologie. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Université Claude Bernard, Lyon, 126p.

TYLER J.W., CULLOR J.S. (1989) Titers, tests, and truisms: rational interpretation of diagnostic serolgic testing. *Journal of American Veterinary Medicine*, 194, 11, 1550-1558.

TYLEWSKA-WIERZBANOWSKA S.K., KRUSZEWSKA D. (1990) Q fever: sexually transmitted infection ? *Journal of Infectious Diseases*, 161, 368-369.

VAN DER LUGT J.J., KRIEK J.C. (1988) Chlamydiosis in a springbok (*Antidorcas marsupialis*). *Journal of the South African Veterinary Association*, 59, 1, 33-37.

WARD M.E. (1995) The immunology and immunopathology of chlamydial infections. *Acta Pathologica Microbiologica et Immunologica Scandinavica*, 103, 769-796.

WEBER E. (2001) *Le chamois et l'isard.* Les sentiers du naturaliste. Delachaux & Niestlé. Paris, 192p.

WEBER A., PAULSEN J., KRAUSS H. (1978) [traduction : DUCHENE M.J.] Seroepidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen von Infektionskrankheiten bei einheimischen Schalenwild [Examens séro-épidémiologiques concernant l'existence de maladies infectieuses chez les bêtes fauves et noires locales.] *Der Praktische Tierarzt*, 1978, 5, 353-357.

WEBSTER J.P., LLOYD G., MACDONALD D.W. (1995) Q fever reservoir in wild brown rat *(Rattus norvegicus)* populations in the UK. *Parasitology*, 110, 31-35.

WHITTINGTON R. (2001) Chlamydiosis of koalas. In: William E.S. (eds) *Infectious diseases of wild mammals*. Third edition. The Iowa State University Press, Iowa. Chapter 25, 423-434.

WILSMORE A.J. DAVIDSON I. (1991) Clearview rapid test compared with other methods to diagnose chlamydial infection. *Veterinary record*, 128. 503-504.

WILSMORE A.J. (1989) *Chlamydia* in ovine milk. *Veterinary record*, 124, 618-619.

WILSMORE A.J., PARSONS V., DAWSON M. (1984) Experiments to demonstrate routes of transmission of ovine enzootic abortion. *British Veterinary Journal*, 140, 380-391.

WOBESER G.A. (1994) *Investigation and management of disease in wild animals*. Plenum Press, New Yok. 265p.

WORTHINGTON R.W. (2001) New Zealand is free from Q fever. *Surveillance*, 28, 4, 3-4.

YADAV M.P., RAROTRA J.R., SETHI M.S. (1979) The occurrence of coxiellosis among rodents and shrews in the Tarai area of Uttar Pradesh. *Journal of Wildlife Diseases*, 15, 11-14.

YADAV M.P., SETHI M.S. (1979) Poïkilotherms as reservoirs of Q fever (*Coxiella burnetii*) in Uttar Pradesh. *Journal of Wildlife Diseases*, 15, 15-17.

ZARNKE R.L. (1983) Serologic survey for selected microbial pathogens in Alaskan wildlife. *Journal of Wildlife Diseases*, 19, 4, 324-329.

Documents consultés

BURT W.H., GROSSENHEIDER R.P. A field guide to the mammals. North America, north of Mexico. 3rd edition. *The Peterson field guide series*. Houghton Mifflin Company, New York, 1980, 289p.

CATUSSE M., CORTI R., CUGNASSE J.M., DURAY D., GIBERT P., MICHALLET J. (1996) *La grande faune de montagne*. Littérature générale, Hatier, Paris, 246p.

Dictionnaire des médicaments vétérinaires et des produits de santé animale. 11ème édition, *Editions du Point vétérinaire*. Maisons-Alfort, 2001, 1814p.

Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Rhône-Alpes. *Le domaine pastoral en 1996, données chiffrées. Savoie et de Haute-Savoie*. Agreste, 1998, 31p.

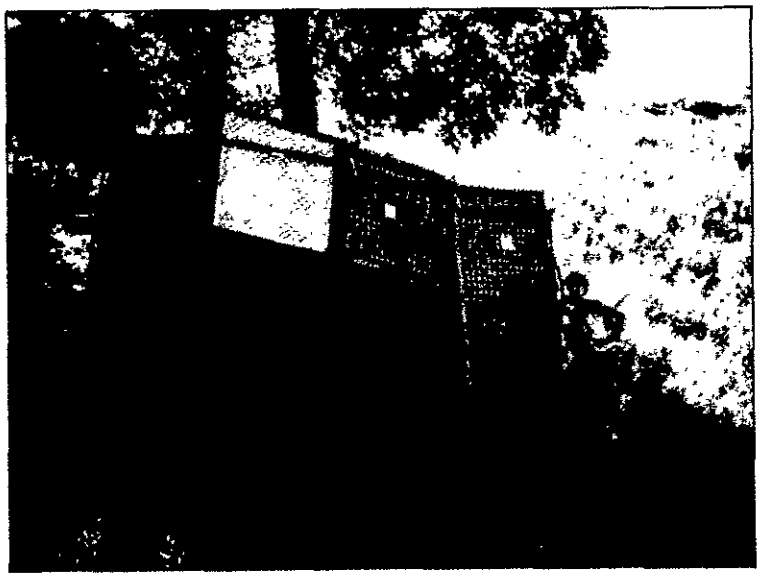
GIBERT P. *Rapports annuels d'activité ONCFS* de 1989 à 2001.

JULLIEN J.M. *Rapports annuels d'activité ONCFS* de 1998 à 2001.

TOMA B., DUFOUR B., SANAA M., BENET J.J., SHAW A., MOUTOU F., LOUZA A. Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures, 2ème édition, AAEMA, Maisons-Alfort, 2001, 696p.

Annexes

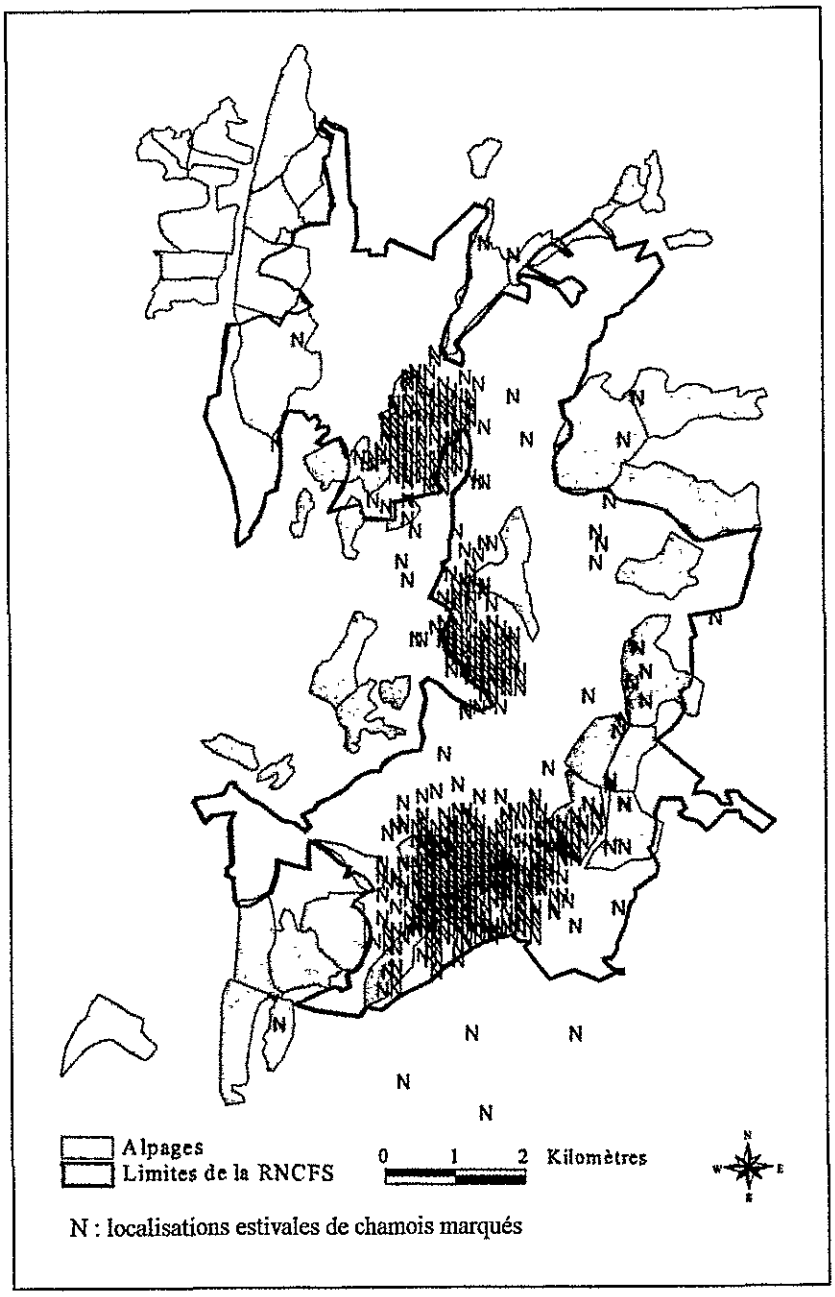
Cages servant à la capture des chamois et des mouflons. Ici celles d'Armenaz, en zone 1, non utilisées aujourd'hui.



ANNEXE 1

Localisations comparées des alpages et des chamois marqués dans les zones 1-2-3 entre 1985 et 2001 (à partir des figures 10 et 12)

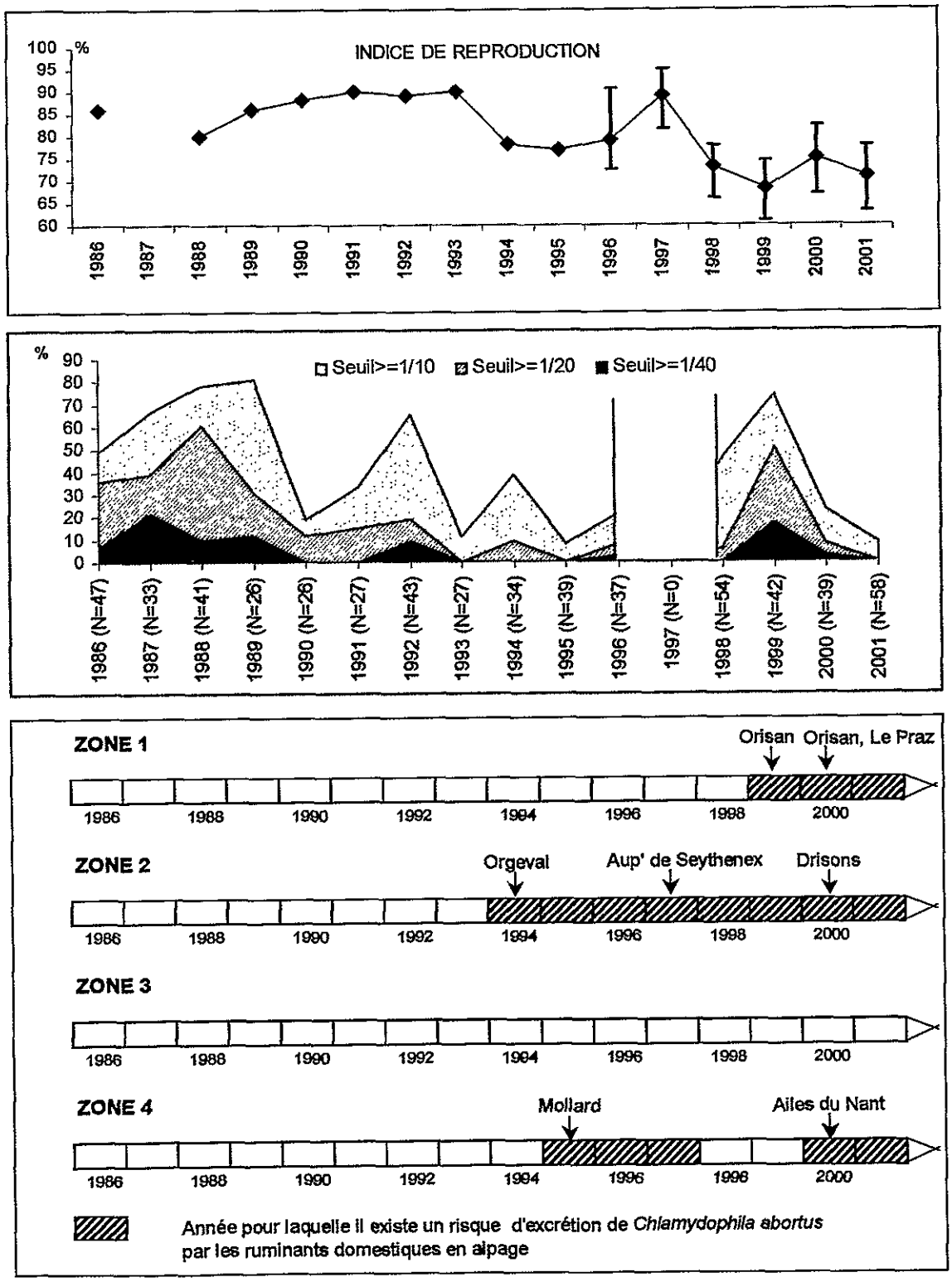
Zone 1 : présence de chamois dans les alpages d'Orisan, La Balme et La Chapelle de Bellevaux.
Zone 2 : présence de chamois dans les alpages d'Orgeval et de l'Aup' de Seythenex.
Zone 3 : présence de chamois dans les alpages de Chérel, Massoly et Eau Froide.



ANNEXE 2

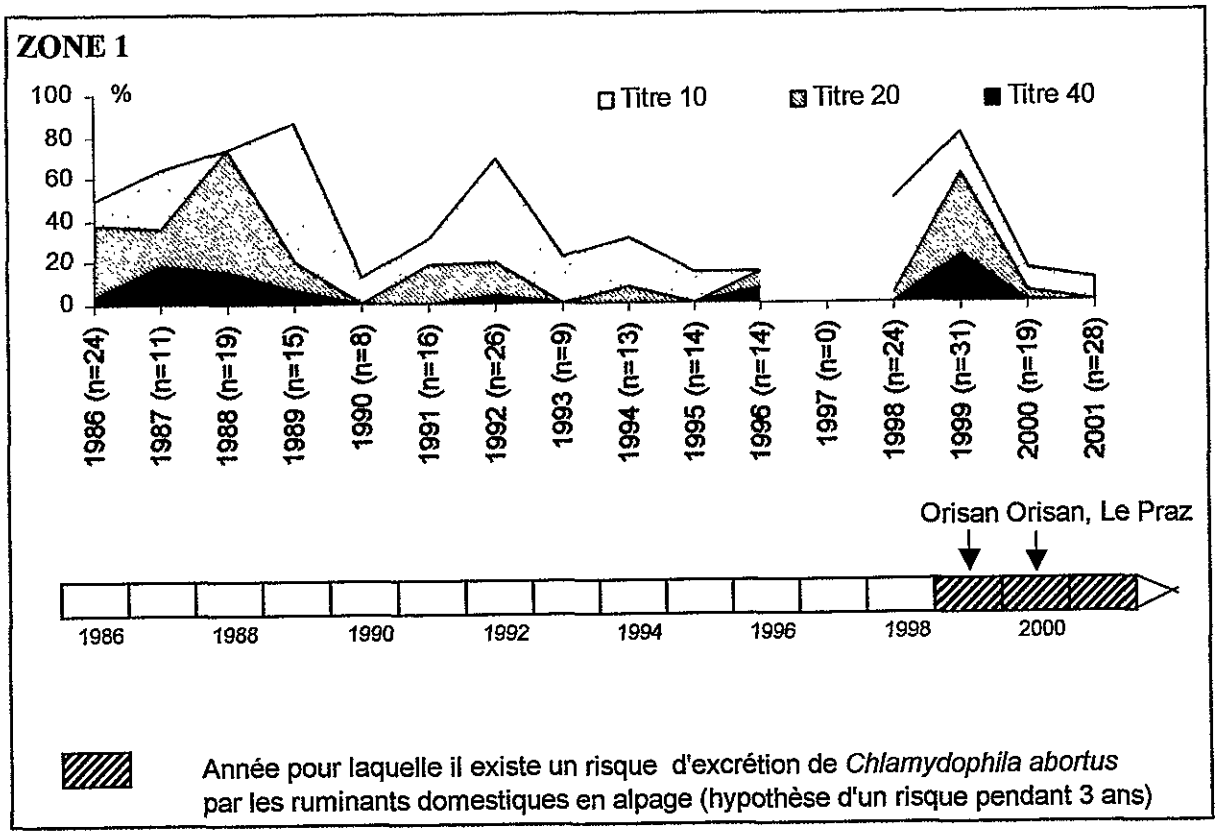
Chronologie comparée globale des évènements concernant la chlamydophilose

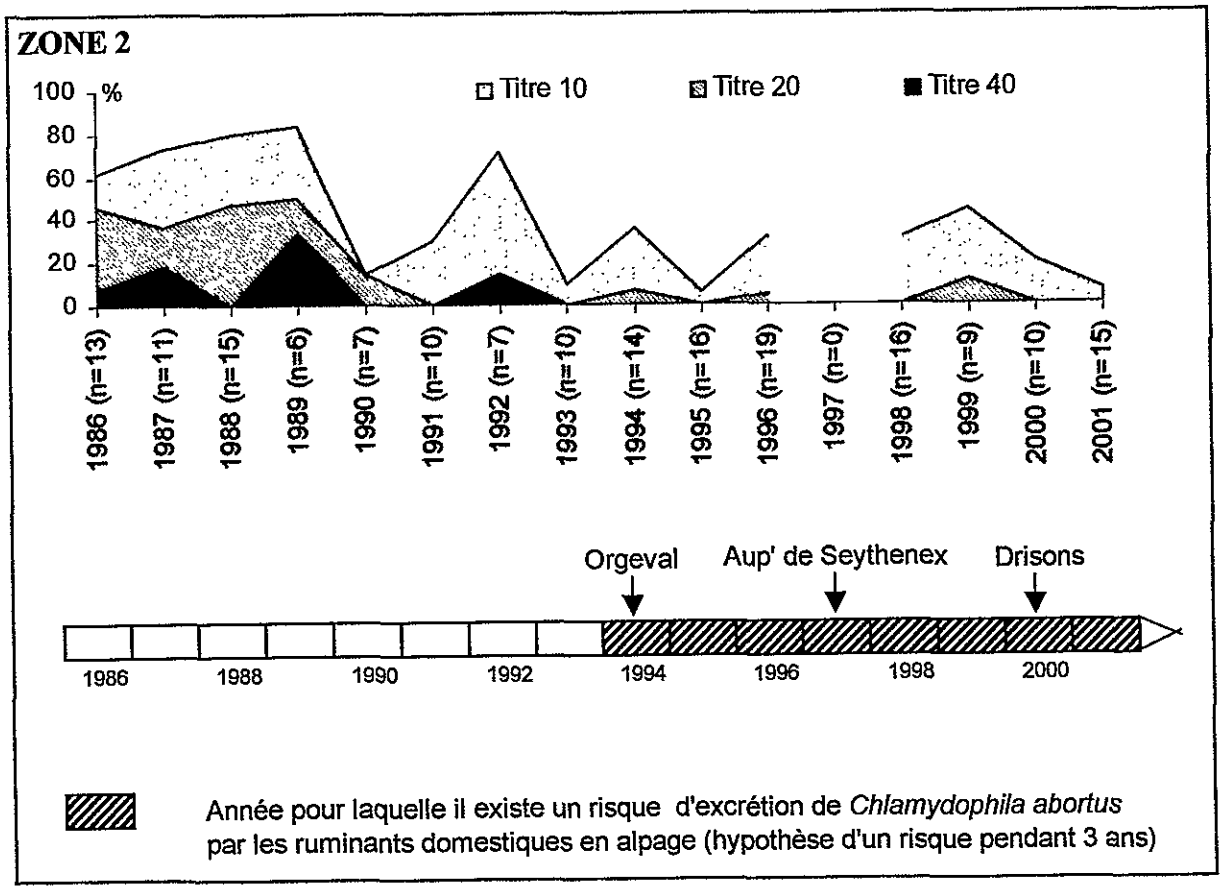
En haut : indice de reproduction des chamois de 1986 à 2001 (à partir de la figure 13).
Au milieu : résultats sérologiques annuels des chamois en chlamydophilose de 1986 à 2001 (figure 18).
En bas : années pour lesquelles les ruminants domestiques ont un « antécédent » connu de chlamydophilose de 1986 à 2001 par zone avec hypothèse d'une présence du germe pendant 3 ans (à partir de la figure 35).



ANNEXE 3

Chronologie comparée des évènements concernant la chlamydophilose en zones 1 et 2
(figures 48 et 49)

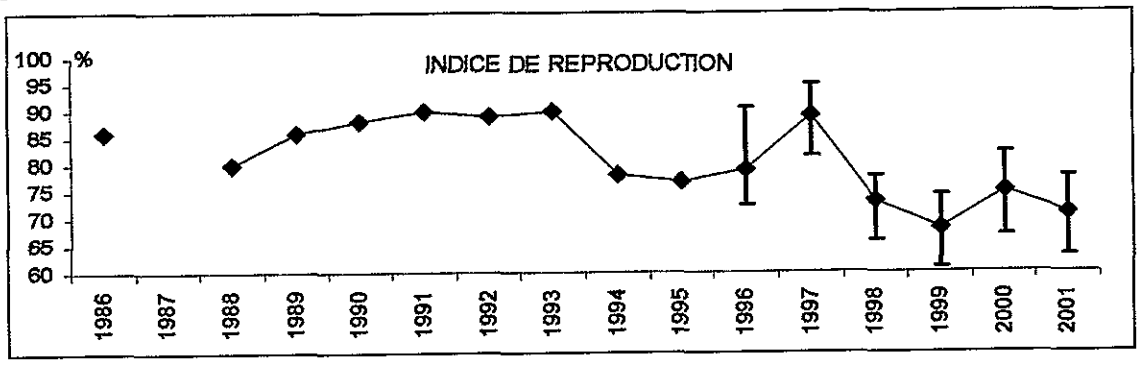


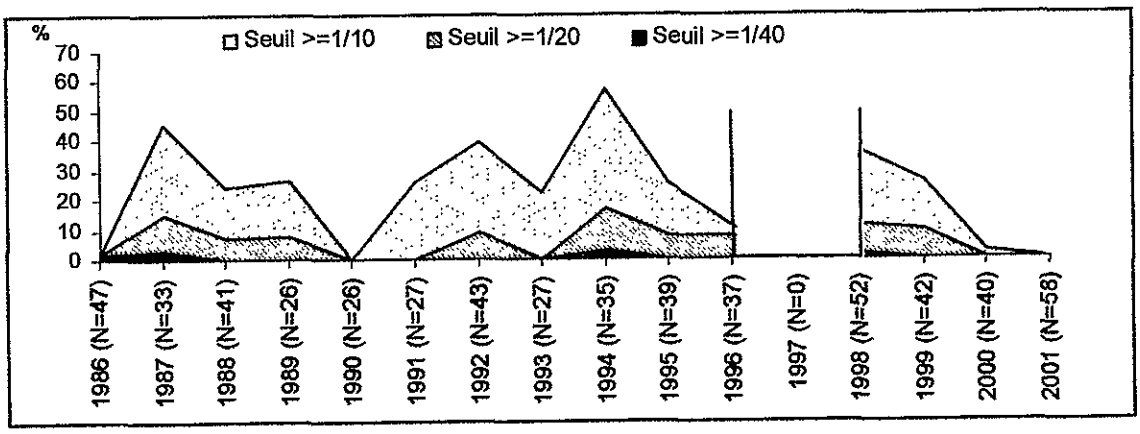


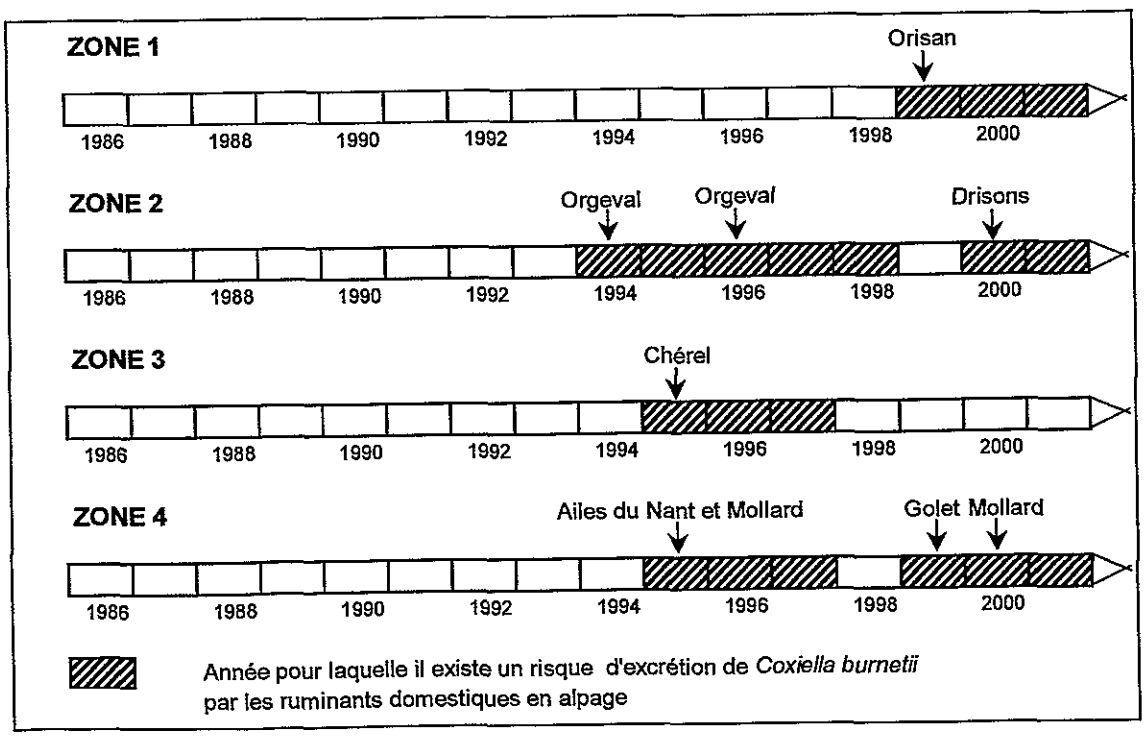
ANNEXE 4

Chronologie comparée globale des évènements concernant la fièvre Q

En haut : indice de reproduction des chamois de 1986 à 2001 (à partir de la figure 13).
Au milieu : *résultats sérologiques annuels des chamois en fièvre Q de 1986 à 2001 (figure 25).*
En bas : années pour lesquelles les ruminants domestiques ont un « antécédent » connu de fièvre Q de 1986 à 2001 par zone avec hypothèse d'une présence du germe pendant 3 ans (à partir de la figure 36).

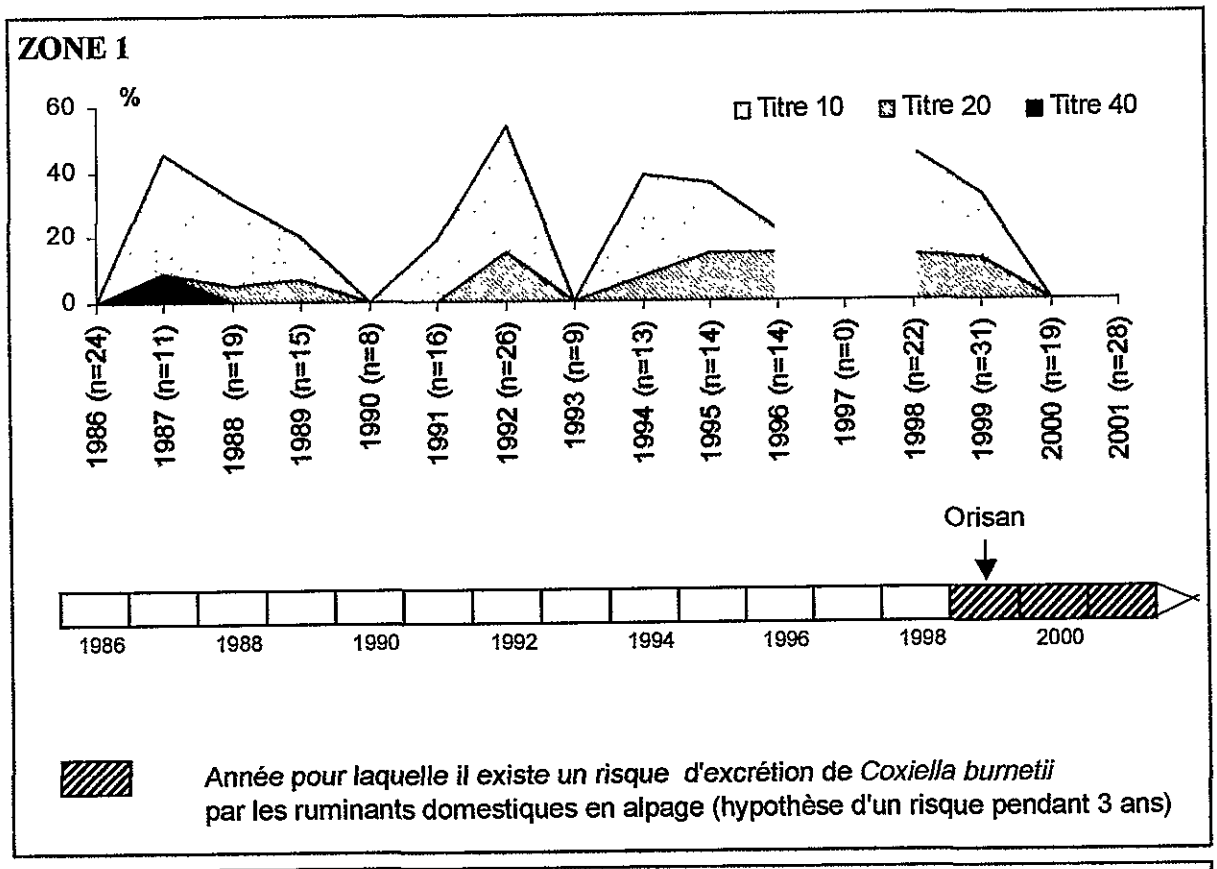


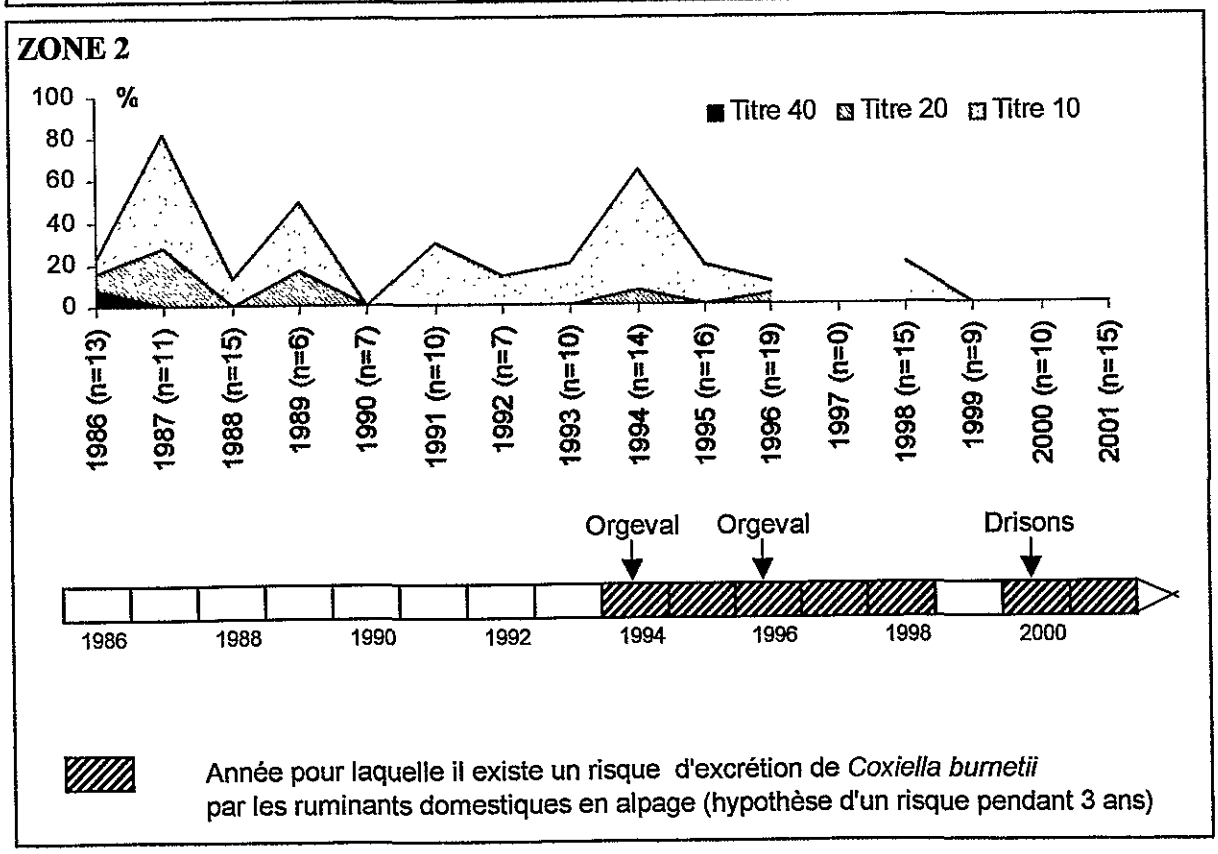




ANNEXE 5

Chronologie comparée des évènements concernant la fièvre Q en zones 1 et 2
(figures 50 et 51)

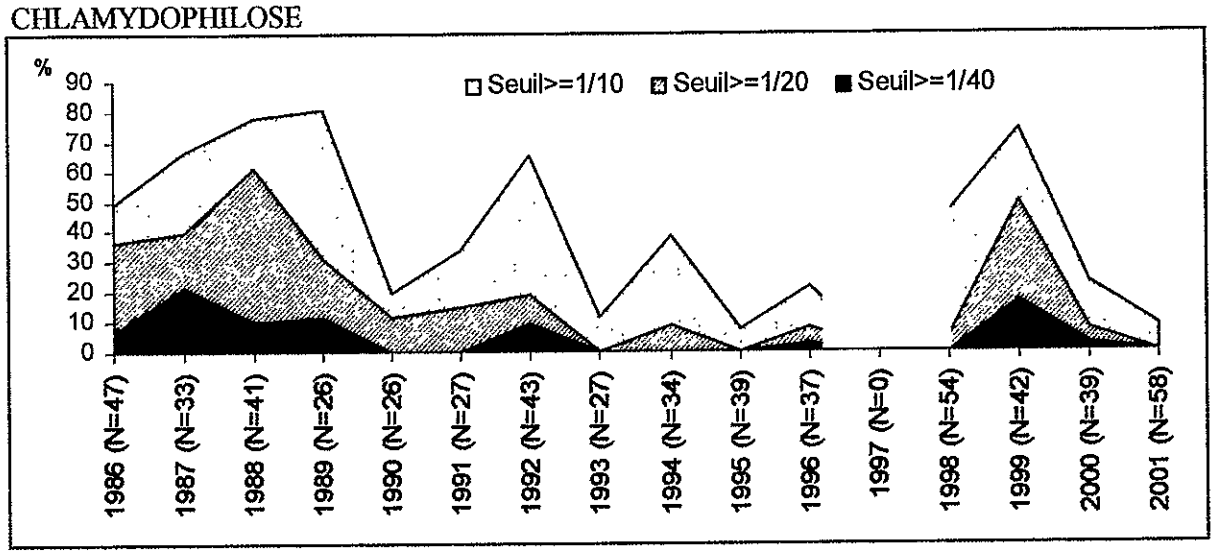




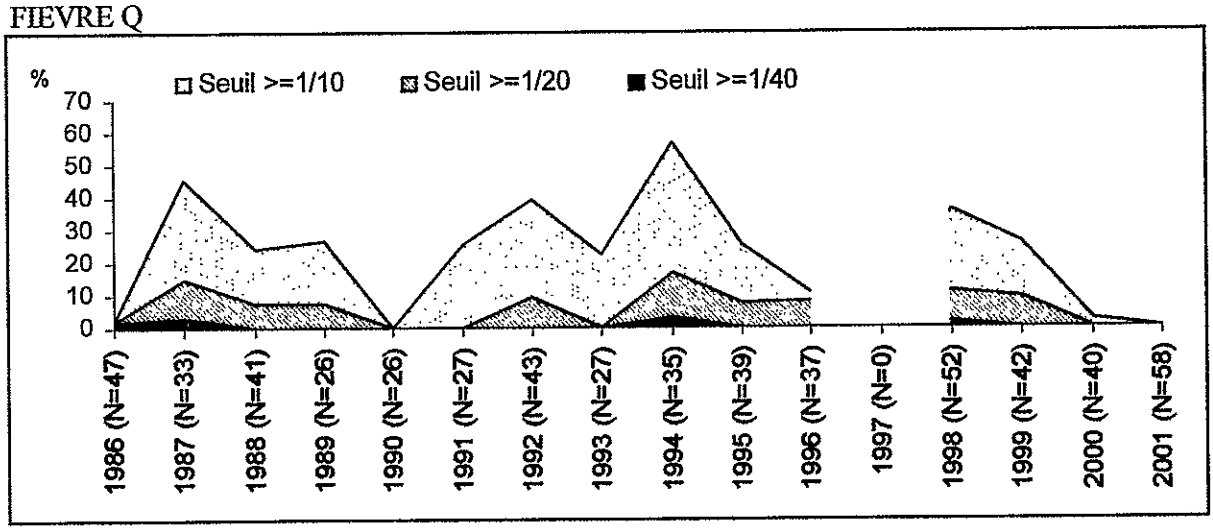
ANNEXE 6

Chronologie comparée des sérologies chamois en chlamydophilose, fièvre Q et SAO
(figures 18, 26 et 33)

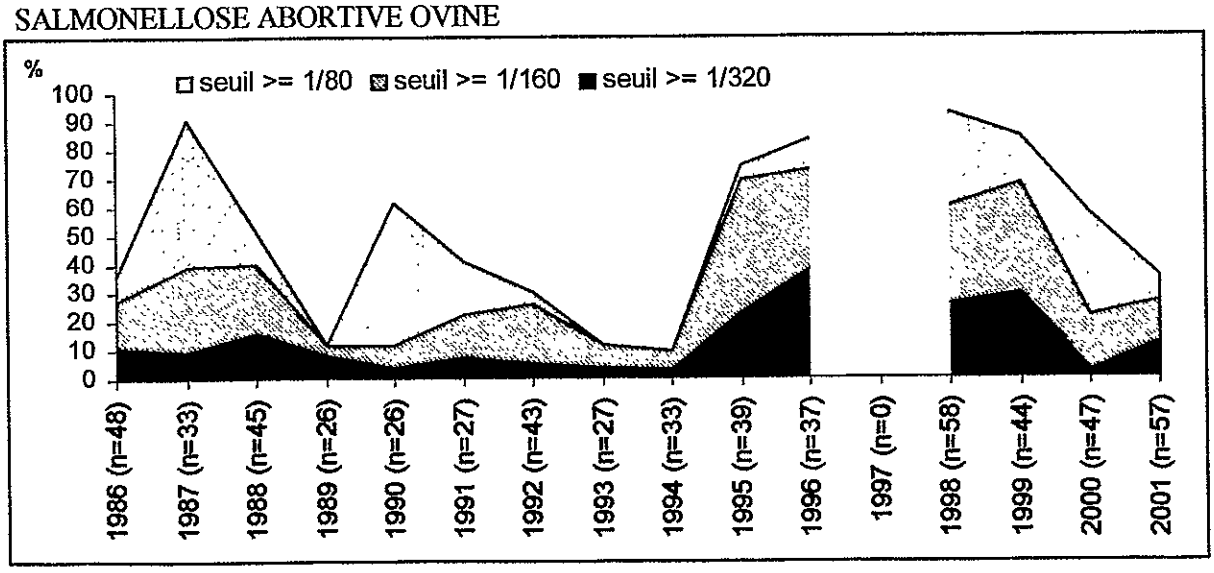
CHLAMYDOPHILOSE



FIEVRE Q



SALMONELLOSE ABORTIVE OVINE



JOURDAIN ELSA

Etude des maladies abortives non réglementées chez les ongulés sauvages et domestiques de la réserve nationale de chasse et de faune sauvage des Bauges

Thèse vétérinaire : Lyon, 24 novembre 2003

RESUME :

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un programme de recherche mis en place simultanément dans trois réserves nationales de chasse et de faune sauvage gérées par l'ONCFS (Orlu, Caroux et Bauges) pour étudier les maladies abortives non réglementées chez les ongulés sauvages et domestiques en cohabitation dans les alpages. Le travail présenté ici correspond à l'étude réalisée dans les Bauges et porte en particulier sur deux maladies : la chlamydophilose abortive et la fièvre Q.

La première partie est une revue bibliographique de ces deux maladies qui insiste notamment sur les données relatives aux animaux sauvages. La seconde partie présente le protocole mis en place pour l'étude effectuée dans les Bauges et les résultats qui ont été obtenus. Un historique des maladies abortives et une enquête sérologique ont été réalisés chez les ongulés domestiques qui fréquentent les alpages et les ongulés de montagne présents dans la réserve : chamois (*Rupicapra rupicapra*) et mouflons (*Ovis gmelini*).

Les résultats révèlent que les ongulés de montagne ont probablement des contacts avec *Chlamydophila abortus* et *Coxiella burnetii* car ils réagissent aux tests sérologiques. Ils montrent également que ces maladies sont présentes dans plusieurs troupeaux domestiques qui montent en alpage près de la RNCFS des Bauges. Aucune relation directe n'ayant cependant pu être établie entre les résultats des animaux sauvages et domestiques, l'étude du risque de transmission de maladies abortives entre ces espèces doit être poursuivie.

MOTS CLES :

- MALADIES ABORTIVES
- BAUGES
- ONGULES SAUVAGES
- ONGULES DOMESTIQUES
- CHLAMYDOPHILOSE ABORTIVE
- FIEVRE Q
- ENQUETE SEROLOGIQUE
- PASTORALISME

JURY :

Président : Monsieur le Professeur VANDENESCH

1er assesseur : Monsieur le Professeur KODJO

2ème assesseur : Madame le Professeur CALLAIT-CARDINAL

Membre invité : Monsieur le Docteur GIBERT

DATE DE LA SOUTENANCE : 24 novembre 2003

ADRESSE DE L'AUTEUR :

5, chemin de la Vionnaz
74200 Thonon-les-Bains