VETAGRO SUP
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2019 - Thèse n° 132

LE SUIVI SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE DANS LE PARC NATIONAL DES ECRINS

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 19 décembre 2019
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

ORIHEL Camille

VETAGRO SUP
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2019 - Thèse n° 132

LE SUIVI SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE DANS LE PARC NATIONAL DES ECRINS

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 19 décembre 2019
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

ORIHEL Camille

LISTE DES ENSEIGNANTS DU CAMPUS VETERINAIRE DE LYON (mise à jour le 01-09-2019)

Nom	Prénom	Département	Grade
ABITBOL	Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
ALVES-DE-OLIVIERA	Laurent	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ARCANGIOLI	Marie-Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
AYRAL	Florence	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BECKER	Claire	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BELLUCO	Sara	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
BENAMOU-SMITH	Agnès	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
BENOIT	Etienne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BERNY	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BOULOCHER	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BOURDOISEAU	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
BOURGOIN	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BRUYERE	Pierre	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BUFF	Samuel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BURONFOSSE	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
CACHON	Thibaut	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
CADORE	Jean-Luc	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
CAROZZO	Claude	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
CHABANNE	Luc	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
CHALVET-MONFRAY	Karine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DE BOYER DES ROCHES	Alice	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DEMONT	Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
DJELOUADJI	Zorée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
ESCRIOU	Catherine	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
FRIKHA	Mohamed-	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GALIA	Wessam	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GILOT-FROMONT	Emmanuelle	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
GONTHIER	Alain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GRANCHER	Denis	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
GREZEL	Delphine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
HUGONNARD	Marinne	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
JANKOWIAK	Bernard	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
JAUSSAUD	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
JOSSON-SCHRAMME	Anne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
JUNOT	Stéphane	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
KODJO	Angeli	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
KRAFFT	Emilie	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
LAABERKI	Maria-Halima	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LAMBERT	Véronique	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LE GRAND	Dominique	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
LEBLOND	Agnès	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
LEDOUX	Dorothée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LEFEBVRE	Sébastien	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LEGROS	Vincent	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LEPAGE	Olivier	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
LOUZIER	Vanessa	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
MARCHAL	Thierry	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
MOISSONNIER	Pierre	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
MOUNIER	Luc	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
PEPIN	Michel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
PIN	Didier	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
PONCE	Frédérique	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
PORTIER	Karine	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
POUZOT-NEVORET	Céline	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
PROUILLAC	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
REMY	Denise	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
RENE MARTELET	Magalie	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
ROGER	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
SABATIER	Philippe	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
SAWAYA	Serge	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
SCHRAMME	Michael	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
SERGENTET	Delphine	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
THIEBAULT	Jean-Jacques	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
THOMAS-CANCIAN	Aurélie	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
TORTEREAU	Antonin	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
VIGUIER	Eric	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Professeur
VIRIEUX-WATRELOT	Dorothée	DEPT-AC-LOISIRS-SPORT	Maître de conférences
ZENNER	Lionel	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur

REMERCIEMENTS JURY

A Monsieur le Professeur François MION,

De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon,

Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,

Mes hommages respectueux.

A Madame la Professeur Emmanuelle GILOT-FROMONT,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour avoir proposé et encadré ce sujet,

Pour votre aide précieuse, votre soutien et votre disponibilité tout au long de ce travail,

Mes sincères remerciements.

A Madame la Docteur Marie-Pierre CALLAIT-CARDINAL,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse et de juger notre travail

Mes sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

Table des annexes 13
Table des figures 15
Table des tableaux 19
Liste des abréviations 21
Introduction 23
PARTIE 1 : Le suivi sanitaire des parcs nationaux 25
I/ Les parcs nationaux 25
I.A/ Les Parcs Nationaux Français 25
I.B/ Le Parc National des Ecrins 27
I.B.1/ Présentation générale 27
I.B.2/ Un territoire de préservation riche en diversité 28
I.B.3/ Les objectifs du Parc des Ecrins 28
II/ La surveillance sanitaire 29
II.A/ La surveillance épidémiologique 29
II.A.1/ Définitions, synonymes et distinctions 29
II.A.2/ Objectifs 30
II.A.3/ Les différents systèmes de surveillance épidémiologique 30
II.B/ Les réseaux ou dispositifs de surveillance épidémiologique 31
II.B.1/ Définitions 31
II.B.2/ Les quatre étapes de fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique 31
II.B.3/ OASIS : une méthode d'évaluation des dispositifs de surveillance épidémiologique 32
II.B.3.1/ Présentation de la méthode OASIS 32
II.B.3.2/ Exemple d'application de la méthode d'évaluation OASIS aux dispositifs de surveillance sanitaire de la faune sauvage des parcs nationaux français 36
II.C/ La surveillance sanitaire de la faune sauvage 39
II.C.1/ Intérêts de la surveillance sanitaire en faune sauvage 39
II.C.2/ Les difficultés de la surveillance sanitaire en faune sauvage 41
II.C.3/ La surveillance syndromique : piste d'amélioration pour la surveillance sanitaire de la faune sauvage ? 42
III/ Bilans précédemment réalisés dans les autres parcs nationaux de montagne 43
III.A/ Le Parc national des Pyrénées 44

III.A.1/ Etat des lieux 44
III.A.1.1/ Protocoles 44
III.A.1.2/ Résultats 45
III.A.2/ Constats 45
III.A.3/ Propositions 45
III.B/ Le Parc national du Mercantour 46
III.B.1/ Etat des lieux 47
III.B.1.1/ Les protocoles 47
III.B.1.2/ Résultats 47
III.B.2/ Constats 47
III.B.3/ Propositions et limites associées 48
III.C/ Le Parc national de la Vanoise 49
III.B.1/ Etat des lieux 49
III.B.1.1/ Protocoles de suivi sanitaire 49
III.B.1.2/ Résultats 50
III.B.2/ Conclusion et propositions 51
IV/ Objectifs de cette thèse 52

PARTIE 2 : Le suivi sanitaire dans le parc des Ecrins 53
I/ Méthodes suivies pour cette thèse 53
I.A/ Recueil des protocoles et des informations 53
I.B/ Analyse des données 54
II/ Résultats : Recensement des protocoles et étude des données brutes obtenues 55
II.A/ Suivi sanitaire visuel des populations de chamois 55
II.A.1/ Objectifs du programme 55
II.A.2/ Observateurs et partenaires 56
II.A.3/ Protocole technique 56
II.A.4/ Organisation des données 58
II.A.5/ Analyse descriptive des données 59
II.B/ Enquêtes sérologiques sur les animaux capturés ou chassés 72
II.B.1/ Objectifs du programme 72
II.B.2/ Acteurs du suivi et partenaires 73
II.B.3/ Protocole technique 73
II.B.4/ Organisation des données des enquêtes serologiques 75
II.B.5/ Analyse descriptive des résultats 77

II.C/ Autopsies des carcasses 89
II.C.1/ Objectifs du programme 89
II.C.2/ Acteurs et organisation du réseau 90
II.C.3/ Protocole technique 90
II.C.4/ Organisation des données 92
II.C.5/ Analyse descriptive des résultats 94
II.D/ Veille sur les Amphibiens 105
II.D.1/ Objectifs du programme 105
II.D.2/ Organisation du réseau 106
II.D.3/ Protocole technique 106
II.D.4/ Analyse descriptive des résultats 107
II.E/ Veille sur les Chiroptères 107
II.E.1/ Objectifs du programme 107
II.E.2/ Organisation du réseau 108
II.E.3/ Protocole technique 108
II.E.4/ Analyse descriptive des résultats 109
II.F/ Participation au suivi de l'échinococcose alvéolaire sur *Arvicola terrestris* 109
III/ Résultats spécifiques obtenus sur la santé des bouquetins 110
III.A/ LES SRLVs (Small Ruminants Lentiviruses) 110
III.A.1/ Présentation de l'agent pathogène et de la maladie 110
III.A.2/ Prévalence et facteurs de risque dans le PNE 111
III.B/ Les virus respiratoires 113
III.B.1/ Présentation des agents pathogènes 113
III.B.2/ Prévalence et facteurs de risque dans le PNE 114
III.C/ La lymphadénite caséeuse 117
III.C.1/ Présentation de l'agent pathogène et de la maladie 117
III.C.2/ Prévalence et facteurs de risque dans le PNE 118
IV/ Discussion 119
IV.A/ Avantages et défauts de la méthodologie suivie pour cette these 119
IV.A.1/ Recueil des données 119
IV.A.2/ Analyse des données 119
IV.B/ Avantages et limites des principaux protocoles 120
IV.B.1/ Suivi sanitaire visuel des chamois 120
IV.B.2/ Enquêtes sérologiques 121
IV.B.3/ Autopsies et examens complémentaires post-mortem associés 122

IV.C/ Bilan sanitaire retiré des résultats 123
IV.C.1/ Bilan sur le suivi sanitaire visuel des chamois 123
IV.C.2/ Bilan des enquêtes sérologiques..... 125
IV.C.3/ Autopsies et examens complémentaires post-mortem associés..... 127
IV.C.4/ Résultats tirés des études spécifiques sur la maladie du CAEV, les virus respiratoires et la lymphadénite caséeuse chez le bouquetin 127
IV.C.5/ Bilan 128
IV.D/ Perspectives 130
Conclusion..... 133
Bibliographie 135
Annexes.....141

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Procédures à suivre dans le cas d'apparition d'une épizootie en milieu naturel.. 141

Annexe 2 : Protocole du suivi sanitaire des populations de chamois en vigueur au Parc National des Ecrins 143

Annexe 3 : Protocole simplifié d'autopsie à réaliser sur le terrain en vue des prélèvements d'organes et règles d'acheminements des cadavres et prélèvements au laboratoire..... 146

Annexe 4 : Logigramme résumant les étapes de l'examen nécropsique en faune sauvage... 147

Annexe 5 : Fiche de demande d'analyse faune sauvage en vigueur au LDVHA.05 148

Annexe 6 : Démarches à mettre en œuvre dans le cadre du suivi des mortalités des Amphibiens dans les zones humides de montagne pour le PNE 149

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des parcs nationaux français 26

Figure 2 : Carte du Parc national des ecrins et de sa répartition en sept secteurs 27

Figure 3 : Représentation schématique des principales étapes d'une action de surveillance épidémiologique 31

Figure 4 : Organisation générale de la méthode OASIS 33

Figure 5 : Evolution de l'effectif total de chamois observés en fonction des années de 2003 à 2017.....57

Figure 6 : Répartition du nombre de chamois observés par secteur du PNE 60

Figure 7 : Répartition moyenne des chamois observés par classe d'âge et de sexe entre 2003 et 2017 61

Figure 8 : Evolution des pourcentages de chaque classe de chamois observés entre 2003 et 2017..... 61

Figure 9 : Evolution de la sex-ratio apparente annuelle entre 2003 et 2017 62

Figure 10 : Evolution de la sex-ratio apparente en fonction du mois d'observation sur la période 2003-2017 62

Figure 11 : Evolution des taux de reproduction apparents annuels de 2003 à 2017 63

Figure 12 : Evolution des taux de reproduction par mois d'observations DE 2003 à 2017 63

Figure 13 : Taux de reproduction (nombre de chevreaux/nombre de femelles) d'hiver (gris), d'été (vert) et d'automne (orange) des chamois sur la période 2003-2017. 65

Figure 14 : Evolution du pourcentage de chamois présentant des anomalies observables 65

Figure 15 : Evolution du type d'anomalie(s) observée(s) sur les chamois de 2003 à 2017 66

Figure 16 : Répartition des bouquetins captures entre 2013 et 2017 en fonction de l'âge et du sexe 78

Figure 17 : Nombre de bouquetins capturés/recapturés dans chacune des trois populations 78

Figure 18 : Répartition des prélèvements par année de réalisation du prélèvement 82

Figure 19 : Répartition des 437 prélèvements réalisés sur les animaux chassés en fonction de la nature du prélèvement (période 2009-2016) 82

Figure 20 : Répartition des prélèvements réalisés sur les animaux chassés en fonction de l'état du prélèvement (période 2009 -2016) 83

Figure 21 : Répartition des prélèvements realisés sur les animaux chassés (période 2009-2016) en fonction de l'obtention de résultats au minimum partiels ou non 83

Figure 22 : Répartition des 437 prélèvements par espèce (période 2009-2016) 84

Figure 23 : Répartition des 337 chamois chassés et prélevés entre 2009 et 2016 en fonction du sexe 85

Figure 24 : Répartition des chamois chassés et prélevés entre 2009 et 2016 en fonction de l'âge estimé en nombre d'années révolues 85

Figure 25 : Répartition des 69 chevreuils chassés et prélevés entre 2009 et 2016 par sexe ... 88

Figure 26 : Répartition des 69 chevreuils chassés et prélevés entre 2009 et 2016 par classe d'âge 88

Figure 27 : Répartition des 300 cadavres et prélèvements (analysés au LDVHA.05) en fonction de l'année de collecte 95

Figure 28 : Distribution des prélèvements et carcasses à visée diagnostique par espèce 95

Figure 29 : Etat des prélèvements ou des cadavres de chevreuils, chamois et bouquetins 96

Figure 30 : Répartition des 47 cadavres et prélèvements de bouquetins (analysés au LDVHA.05) en fonction de l'année de collecte 97

Figure 31 : Répartition des 44 bouquetins envoyés pour diagnotic post-mortem par sexe 97

Figure 32 : Répartition des 44 bouquetins ayant fait l'objet d'un diagnostic post-mortem par âge en nombre d'années révolues 98

Figure 33 : Repartition des 44 bouquetins soumis à diagnostic post-mortem en fonction du type de mort présumé 98

Figure 34 : Répartition des 44 bouquetins soumis à diagnostic post-mortem en fonction de l'évolution terminale 99

Figure 35 : Répartition des 44 bouquetins soumis à diagnostic post-mortem en fonction du processus pathologique principal 99

Figure 36 : Répartition des 42 cadavres et prélèvements de chevreuils (envoyés au LDVHA.05) en fonction de l'année de collecte 100

Figure 37 : Répartition des 42 chevreuils envoyés pour diagnotic post-mortem par sexe 100

Figure 38 : Répartition des 42 chevreuils envoyés pour diagnostic post-mortem par classe d'âge.....100

Figure 39 : Répartition des 42 chevreuils soumis à diagnostic post-mortem en fonction du type de mort présumé 101

Figure 40 : Répartition des 42 chevreuils soumis à diagnostic post-mortem en fonction de l'évolution terminale 101

Figure 41 : Répartition des 42 chevreuils soumis à diagnostic post-mortem en fonction du processus pathologique principal 102

Figure 42 : Répartition des 108 cadavres et prélèvements de chammois (envoyés au LDVHA.05) en fonction de l'année de collecte 102

Figure 43 : Répartition des 108 chamois envoyés pour diagnotic post-mortem par sexe..... 103

Figure 44 : Répartition des 108 chamois envoyés pour diagnostic post-mortem par âge en nombre d'années révolues 103

Figure 45 : Répartition des 108 chamois soumis à diagnostic post-mortem en fonction du type de mort présumé..... ..104

Figure 46 : Répartition des 108 chamois soumis à diagnostic post-mortem en fonction de l'évolution terminale 104

Figure 47 : Répartition des 108 chamois soumis à diagnostic post-mortem en fonction du processus pathologique principal 105

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Sections et critères de fonctionnement de la méthode OASIS et répartition en points critiques et attributs de qualité 34

Tableau II : Résumé des résultats de l'analyse multivariée réalisée sur les syndromes relevés lors du suivi sanitaire visuel des chamois 69

Tableau III : Maladies investiguées par enquêtes sérologiques menées sur les bouquetins et méthodes employées 74

Tableau IV : Prévalences apparentes des differentes maladies faisant l'objet d'enquêtes sérologiques sur les bouquetins capturés au sein du PNE entre 2013 et 2017 79

Tableau V : Synthèse des prévalences apparentes obtenues suite à l'exploration du statut vis-à-vis de 12 maladies des chamois chassés et prélévés entre 2009 et 2016 86

Tableau VI : Synthèse des prévalences apparentes obtenues suite à l'exploration du statut vis-à-vis de 12 maladies des chevreuils chassés et prélévés entre 2009 et 2016 89

Tableau VII : Relevé des enregistrements en provenance du PNE au LVDHA .05 avant 2000 .. 94

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail

(B)RSV : (Bovine) Respiratory Syncytial Virus

BVDV : Bovine Viral Diarrhea Virus

CAEV : Caprine Arthritis Encephalitis Virus

FCO : Fièvre Catarrhale Ovine

FDC : Fédération Départementale des Chasseurs

GTV : Groupement Technique Vétérinaire

IBR : Rhinotrachéite Infectieuse Bovine

LDVHA.05 : Laboratoire Départemental Vétérinaire et d'Hygiène Alimentaire des Hautes-Alpes

LVD : Laboratoire Vétérinaire Départemental

OASIS : Outil d'Analyse des Systèmes d'Information en Santé

OIE : Organisation mondiale pour la santé animale (anciennement Office Internationale des Epizooties)

ONCFS : Organisation Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage

PI3 : Parainfluenza de type 3 (virus)

PNE : Parc National des Ecrins

PNM : Parc National du Mercantour

PNP : Parc National des Pyrénées

PNV : Parc National de la Vanoise

PRAC-PACA : Plan Régional d'Actions en faveur des Chiroptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur

RNCFS : Réserve nationale de Chasse et de Faune Sauvage

SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères

SMAC : Surveillance de Mortalité Anormale des Chiroptères

SRLVs : Small Ruminants LentiViruses

UMR : Unité Mixte de Recherche

Que cela soit d'un point de vue scientifique, sanitaire ou économique, la surveillance sanitaire de la faune sauvage présente des enjeux d'importance non négligeable. Aussi, les législations européenne et française ont-elles évolué dans le but de mettre en évidence les agents pathogènes circulant au sein des populations sauvages.

Bien qu'une nouvelle loi européenne relative aux maladies animales transmissibles (*Animal Health Law*) doive être appliquée en 2021 et imposer notamment la surveillance des agents pathogènes dans la faune sauvage (1), actuellement il n'existe aucune législation concernant la surveillance sanitaire de la faune sauvage au sein des parcs nationaux français.

Néanmoins une surveillance et des suivis sanitaires y sont déjà mis en place depuis plusieurs décennies. En août 2017, les parcs nationaux français ont d'ailleurs publié la « Contribution des parcs nationaux français à une stratégie sanitaire pour la faune sauvage de métropole 2017-2027 » (2) montrant leur volonté de participer à la stratégie sanitaire nationale.

Le Parc national des Ecrins (PNE), créé en 1973, s'implique dans le suivi sanitaire de la faune sauvage depuis les années 1980. Néanmoins, ce suivi s'est renforcé avec la création de protocoles structurés au début des années 2000.

L'objectif de ce travail est de dresser un bilan du suivi sanitaire mené dans le parc des Ecrins durant les vingt dernières années et ce, en rassemblant les protocoles ainsi que les données produites et les résultats obtenus.

Dans la première partie, afin de présenter le contexte de cette étude, nous commencerons par une brève présentation des parcs nationaux français et plus particulièrement du Parc national des Ecrins. Ensuite, nous évoquerons la surveillance sanitaire en abordant ses objectifs et les dispositifs de surveillance, et nous nous intéresserons aux intérêts et aux limites de son application dans la faune sauvage. Enfin, nous résumerons brièvement les travaux déjà réalisés sur le suivi sanitaire dans d'autres parcs nationaux français.

Dans la seconde partie, nous aborderons le bilan sanitaire dans le Parc des Ecrins, en commençant par recenser les protocoles, collecter les données produites et analyser les résultats obtenus, puis nous détaillerons les résultats obtenus pour trois entités pathologiques qui semblent avoir des enjeux particuliers pour les populations de bouquetins des Ecrins (*Capra ibex*), à savoir, les Lentiviroses des petits ruminants, les virus à tropisme respiratoire et la lymphadénite caséeuse. Enfin nous chercherons à mettre en évidence les avantages et les limites de chacun des protocoles en vue de proposer certaines pistes d'amélioration.

PARTIE 1 : LE SUIVI SANITAIRE DES PARCS NATIONAUX

I/ LES PARCS NATIONAUX

L'idée de créer des parcs nationaux dans le but de préserver des espaces naturels provient des Etats-Unis où, en 1832, le Congrès américain déclara d'abord la Hot Springs Reservation située dans l'Arkansas comme première « réserve naturelle » puis quarante années plus tard fit de la région du Yellowstone le premier parc national. Le concept se propagea rapidement dans le reste du monde y compris dans l'empire colonial français avec la création de parcs nationaux en Algérie, en Tunisie et au Maroc (3) (4).

I.A/ LES PARCS NATIONAUX FRANÇAIS

La loi n° 60-708 relative à la création des parcs nationaux français est adoptée le **22 juillet 1960** est prévoit que *« le territoire de tout ou partie d'une ou de plusieurs communes peut être classé par décret du conseil d'Etat en « parc national » lorsque la conservation de la faune, de la flore du sol, du sous-sol, de l'atmosphère, des eaux et, en général, d'un milieu naturel présente un intérêt spécial et qu'il importe de préserver ce milieu contre tout effet de dégradation naturelle et de la soustraire à toute intervention artificielle susceptible d'en altérer l'aspect, la composition et l'évolution »* (JO de la République Française, 23 Juillet 1960 (5)). Elle distingue une **zone centrale** et une **zone périphérique** au sein du parc.

Le but premier des parcs nationaux est d'allier protection de la nature et existence d'activités humaines typiques participant au caractère du parc. Cette volonté de valoriser un territoire spécifique à l'échelle nationale voire internationale, tout en inculquant une éducation sur la nature et en engageant des actions en vue de la protection des valeurs naturelles et culturelles, a pour objectif final d'assurer la **transmission d'un patrimoine préservé aux futures générations**. Suite à cette loi, des territoires français d'intérêt, ont été déclarés parcs nationaux et ainsi soumis à des régimes particuliers imposant l'**interdiction de toute action pouvant altérer le développement naturel de la faune et de la flore** telles que les activités industrielles et commerciales, l'exploitation des sols, les travaux, la pêche, la chasse, la circulation…. (6)

Néanmoins, suite à des changements des contextes juridique, social et administratif, le dispositif imposé par la loi de 1960 apparaît progressivement décalé et il est nécessaire de donner plus de poids aux populations locales ainsi qu'aux différents acteurs prenant place dans l'administration et la protection de l'environnement. C'est pourquoi, le **14 avril 2006**, une nouvelle loi relative aux parcs nationaux est votée à l'unanimité. Elle instaure l'idée d'**une charte** entre la zone centrale des parcs nationaux et les communes des territoires environnants : un parc national n'est plus seulement un territoire mais l'association entre un territoire, des hommes et un projet.

La loi n°2006-436 du 14 avril 2006 (7), définit ainsi deux types de zones dans les parcs nationaux (8).

L'ancienne zone centrale devient le « **Cœur du Parc** ». Dans cette zone, la réglementation concernant les pratiques interdites ou règlementées est strictement imposée quelle que soit l'implication des communes. Chaque parc national est géré par un établissement public, dépendant de l'Etat, qui est chargé de garantir le respect de cette réglementation. L'objectif est de rétablir dans cette zone des fonctionnalités écologiques afin de préserver ou de restaurer la biodiversité. Ainsi, les zones cœur sont des références pour étudier l'impact des activités humaines ou suivre le changement climatique.

La charte donne naissance au terme d' « **Aire d'adhésion** ». L'aire d'adhésion regroupe toutes les communes situées autour du cœur qui ont souhaité adhérer librement à la charte du parc. En adhérant à la charte, les communes s'engagent pour une démarche de quinze ans. Les activités et aménagement entrepris par les communes de l'aire d'adhésion se doivent de respecter les mesures de protection mises en place pour protéger le cœur du parc. La charte définit ainsi des objectifs de développement durable, de protection et de mise en valeur de l'environnement, et indique aux communes comment répondre à ces objectifs (6).

En France, on compte aujourd'hui **onze parcs nationaux** couvrant environ 9,5% du territoire français (Figure 1) : la Vanoise, Port-Cros, les Pyrénées, les Cévennes, les Ecrins, le Mercantour et la Guadeloupe créés suite à la loi de 1960 auxquels se sont ajoutés la Réunion, la Guyane et les Calanques après la loi de 2006 (4). Le Parc National de forêts situé sur les département de la Haute-Marne et de la Côte-d'Or est venu s'ajouter à la liste le 7 novembre 2019 (9).

FIGURE 1 : LOCALISATION DES PARCS NATIONAUX FRANÇAIS (10)

I.B.1/ PRESENTATION GENERALE

Créé le **27 mars 1973** sur les fondements de la loi de 1960, le Parc national des Ecrins est un territoire de haute montagne qui s'étend sur plus de **234000 hectares des Hautes-Alpes et de l'Isère** dont un cœur de parc s'étendant sur environ 92500 hectares (11). La charte du PNE (12) a été proposée aux 57 communes de l'aire optimale d'adhésion, correspondant à l'ancienne « zone périphérique », qui ont ainsi pu choisir librement d'adhérer ou non à l'aire d'adhésion du PNE. Depuis 2015, l'aire d'adhésion compte **51 communes** ayant répondu favorablement à la sollicitation, accueillant ainsi environ 33500 habitants.

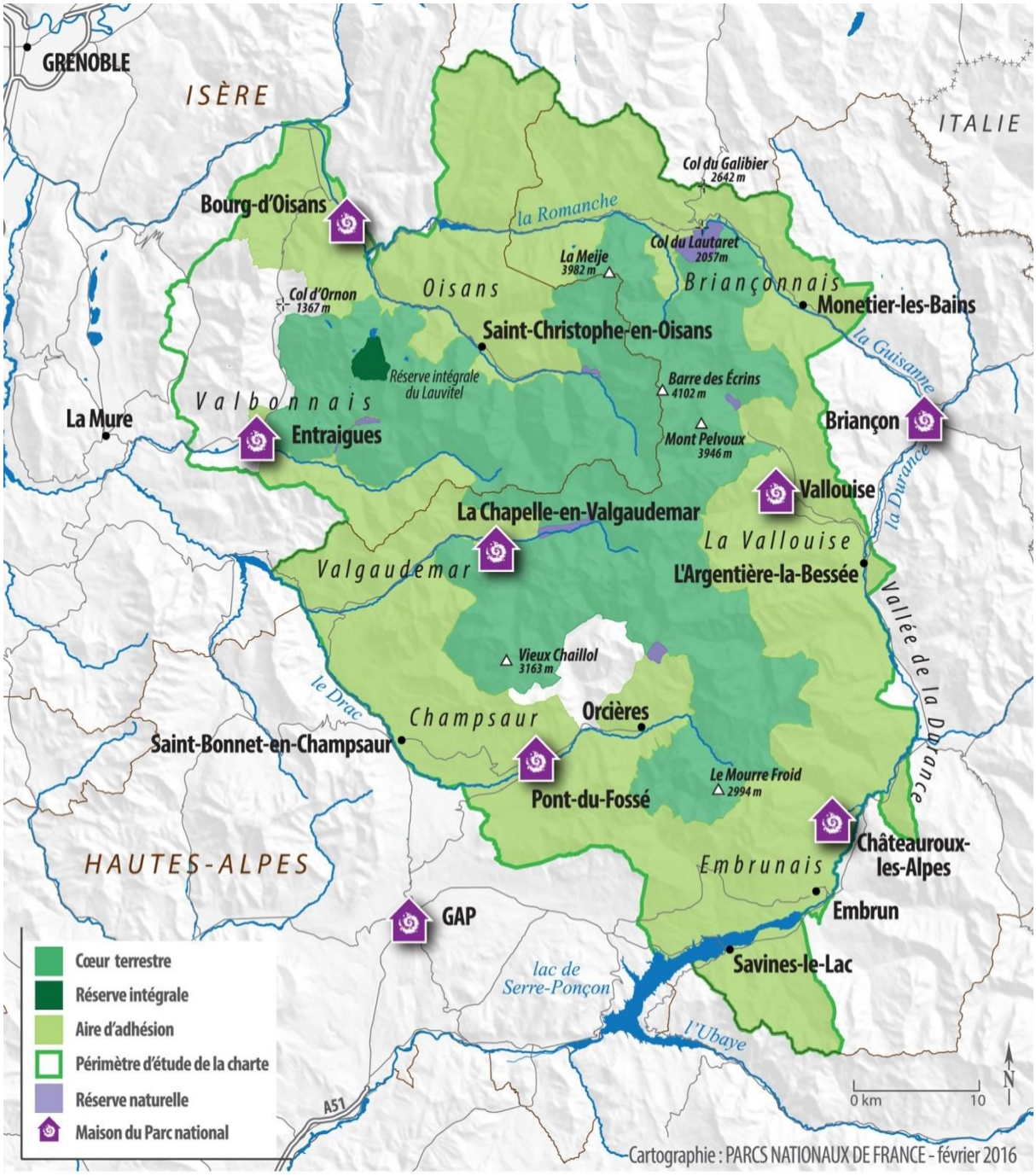


FIGURE 2 : CARTE DU PARC NATIONAL DES ECRINS ET DE SA REPARTITION EN SEPT SECTEURS (13)

Le parc national est divisé en **sept secteurs** (Figure 2), répartis sur les différentes vallées : l'Oisans, le Briançonnais et la Vallouise à l'Est ; l'Embrunais, le Champsaur, le Valgaudemar, et le Valbonnais à l'Ouest. Plus de 80 agents publics répartis sur ces secteurs travaillent de façon permanente à la mise en œuvre de la charte en assurant un lien entre l'établissement public du parc et les habitants et les acteurs du territoire des Ecrins. Des maisons du parc situées dans chaque secteur et des points d'informations mis en place de façon saisonnières contribuent également à rappeler la charte à chaque usager du parc (éleveurs, randonneurs, touristes…).

I.B.2/ UN TERRITOIRE DE PRESERVATION RICHE EN DIVERSITE

Situé entre les vallées de la Romanche, de la Durance et du Drac, le massif des Ecrins est soumis au climat continental au Nord tandis que la partie Sud est soumise aux influences méditerranéennes. Le PNE est également remarquable par son amplitude altitudinale. En effet, ce massif exceptionnel s'élève de 700 mètres à 4102 mètres d'altitude à la Barre des Ecrins. Ainsi, les Ecrins regroupent une **mosaïque de paysages variés** tels que des plaines urbaines, des grands espaces pastoraux, des vallées profondes, des glaciers et des sommets, le tout s'organisant autour d'un réseau de hauts sommets centraux.

Ce grand territoire vaste et vertical fait du Parc National des Ecrins une **réserve extraordinaire en termes de faune et flore**.

Plus de 3140 taxons sont ainsi dénombrés au sein de la faune dont 430 espèces de vertébrés, 2550 espèces d'arthropodes et 150 espèces de mollusques. Concernant la flore, la diversité est tout aussi marquée avec plus de 3000 espèces végétales et 246 taxons de fonges, parmi lesquels de nombreuses espèces protégées ou à valeur patrimoniale (11).

Les espèces végétales et animales présentes au sein du Parc des Ecrins comptent de nombreuses espèces protégées. Une forte attention est portée aux **espèces emblématiques** depuis la création du parc. Cet intérêt est illustré par le net accroissement de la population des chamois (*Rupricapra rupricapra)* qui a été multipliée par cinq depuis la création du parc, par des opérations de réintroduction du bouquetins des Alpes qui sont aujourd'hui plus de 600 à arpenter les sentiers du parcs et par le renforcement des populations de grands rapaces comme l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*), les vautours fauve (*Gyps fulvus*) et moine (*Aegypius monachus*) ou le gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*).

I.B.3/ LES OBJECTIFS DU PARC DES ECRINS

Le PNE répartit ses objectifs en **domaines d'activités communs à tous les établissements publics des parcs nationaux** (14):

1. L'acquisition de connaissances concernant le patrimoine du territoire, passant par la contribution à des programmes de recherche, puis la diffusion de ces connaissances ;

2. La protection et la restauration du patrimoine naturel, culturel et paysager en assurant une surveillance au sein du parc et en menant des actions de restauration des populations, des milieux mais aussi du patrimoine culturel et paysager ;

3. L'accompagnement de tous les usagers du territoire dans une logique de développement durable dans les domaines de l'agriculture, de la sylviculture, du tourisme, des loisirs, de l'urbanisme et de l'aménagement ;

4. L'accueil des visiteurs et la présentation du patrimoine passant par des actions de sensibilisation et d'éducation aux différents enjeux dans le domaine scolaire mais également tous publics ;

5. Une contribution aux politiques de développement durable et de biodiversité à toutes les échelles : régionales, nationales, européennes, internationales et Inter-Parcs ;

6. Des objectifs concernant la gestion de l'établissement public.

II/ LA SURVEILLANCE SANITAIRE

II.A/ LA SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE

II.A.1/ DEFINITIONS, SYNONYMES ET DISTINCTIONS

Selon la définition de Toma et *al.(2018)*, la surveillance épidémiologique est « *une méthode fondée sur des enregistrements permettant de suivre de manière régulière et prolongée l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte ».*

En effet, la lutte contre toute maladie nécessite de bien connaître la fréquence et la distribution géographique de cette maladie. Plus une maladie présente un risque élevé de diffusion rapide au sein d'une population ou engendre un taux de létalité élevé, plus le besoin de disposer d'informations épidémiologiques pour avoir un reflet fidèle de la situation se fera urgent. Ainsi, l'existence de **systèmes de surveillance permanents** est indispensable. La surveillance épidémiologique correspond le mieux à ces attentes puisqu'il s'agit d'actions de surveillance mises en place durablement sans durée prédéfinie et conduisant à des résultats d'épidémiologie descriptive. En revanche au vu des étendues temporelle et spatiale de ces actions de surveillance, le nombre de données collectées au même instant sera limité (15).

Suivant les auteurs, les termes de **surveillance épidémiologique**, d'**épidémiosurveillance** ou de **suivi épidémiologique continu** peuvent être employés, mais ces trois termes restent synonymes.

Dans certains cas l'**épidémiosurveillance** et l'**épidémiovigilance** sont distinguées dans le sens où l'épidémiosurveillance concernerait uniquement le suivi de maladies qui sévissent déjà sur un territoire alors que le terme « épidémiovigilance » serait réservé à la surveillance de l'apparition d'une maladie nouvelle ou exotique sur le territoire.

En revanche, bien que ces deux actions puissent être liées de façon bidirectionnelle, l'épidémiosurveillance ne doit pas être confondue avec la prophylaxie qui consiste en la maîtrise ou l'éradication d'une maladie par des méthodes sanitaires ou médicales (15).

II.A.2/ OBJECTIFS

TOMA et *al.* (2018) relèvent quatre objectifs prioritaires pour les actions de surveillance épidémiologique :

- le premier objectif est la détection d'une maladie exotique ou nouvelle qui apparaîtrait dans une région définie, afin de mettre en place une lutte précoce contre cette maladie ;
- le deuxième objectif est de hiérarchiser plusieurs maladies sévissant sur un même territoire et une même population en fonction de leur importance médicale, de leur importance économique… puis de définir des priorités d'action ;
- le troisième objectif est de déterminer l'importance d'une maladie en fonction notamment de son incidence, de sa prévalence et des pertes économiques engendrées et de comprendre comment évolue la situation afin de poursuivre une lutte semblant appropriée, de mettre en place des nouvelles mesures ou de modifier des mesures déjà en place ;
- le quatrième objectif est l'évaluation des résultats obtenus suite à la mise en place d'un plan de lutte. Ceci passe par le suivi de de la décroissance de la maladie.

Un cinquième objectif, qualifié d'accessoire, est de produire des hypothèses qui seront étudiées par des travaux de recherche.

II.A.3/ LES DIFFERENTS SYSTEMES DE SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE

Les systèmes de surveillance épidémiologique peuvent être classés en fonction de différents critères. Nous distinguerons ainsi (15) :

- les systèmes d'épidémiosurveillance et les systèmes d'épidémiovigilance en fonction de la situation épidémiologique comme expliqué précédemment ;
- les systèmes locaux, nationaux et supra-nationaux en fonction de l'aire géographique couverte ;
- les systèmes s'intéressant à une population entière ou seulement à une partie de la population en fonction de l'échantillonnage ;
- les systèmes dits autonomes et dits intégrés en fonction des résultats exploités : les systèmes d'épidémiosurveillance utilisant les résultats d'un programme de prophylaxie ou de diagnostics cliniques individuels seront dits intégrés car l'objectif premier de la production de ces données n'est pas à but épidémiologique ;
- les systèmes avec une collecte de données programmée (anciennement dite « active ») et les systèmes avec une production de données évènementielle (précédemment appelée « passive »), en fonction de l'existence ou non de plans d'échantillonnage prévus spécifiquement à cet effet.

II.B/ LES RESEAUX OU DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE

II.B.1/ DEFINITIONS

DUFOUR et HENDRIKX définissent un **réseau de surveillance épidémiologique** comme « *l'ensemble des personnes ou des organismes structuré pour assurer la surveillance sur un territoire donné d'une ou de plusieurs entités pathologiques* ». Par cette notion d'organisation, ils insistent sur l'importance de liens précisément définis et d'une communication des informations à la fois au sein d'un niveau mais aussi entre tous les niveaux d'acteurs du réseau (16).

II.B.2/ LES QUATRE ETAPES DE FONCTIONNEMENT D'UN RESEAU DE SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE

Les réseaux de surveillance épidémiologique sont généralement organisés en **quatre niveaux**, à savoir : le terrain, le niveau local, le niveau intermédiaire et le niveau central. A chaque niveau sont attribués des rôles et des responsabilités différents.

Ainsi, les **quatre mêmes étapes** sont toujours respectées dans le fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique (16) (Figure 3) :

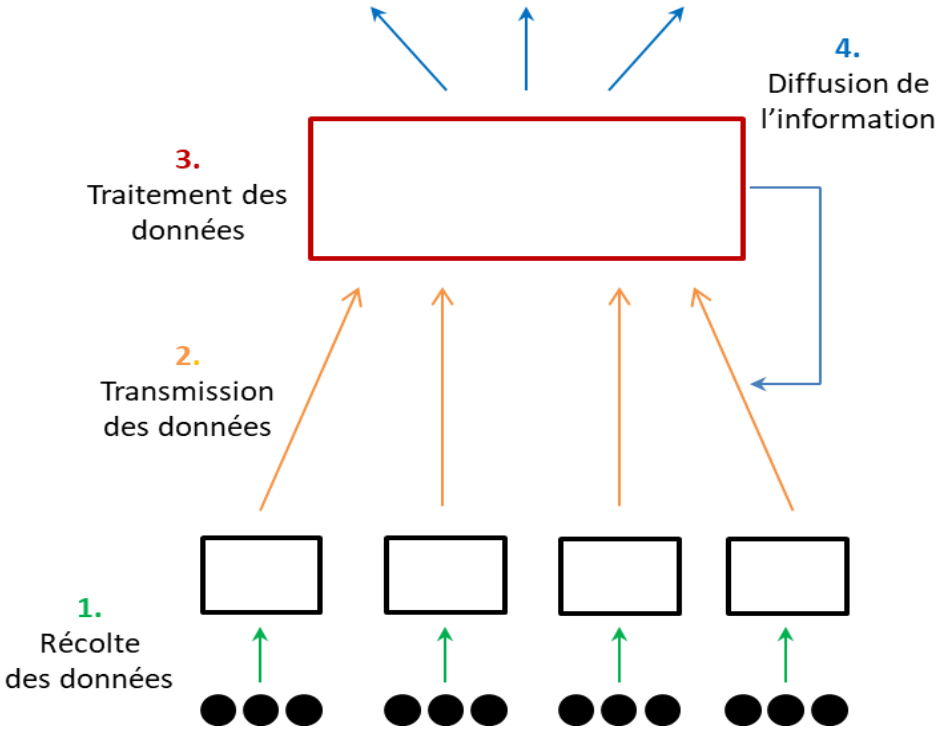


FIGURE 3 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES PRINCIPALES ETAPES D'UNE ACTION DE SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE [D'APRES (15)]

- Etape **1** : il s'agit de la collecte des données sur la maladie ou sur le facteur de risque. Elle a lieu sur le terrain et elle est réalisée par les acteurs de terrain. En fonction du réseau elle peut avoir lieu dans les élevages, sur les marchés, dans les abattoirs et les tueries, sur la faune sauvage ou encore à un poste frontière. Les données collectées peuvent être de

différentes natures. Il peut s'agir par exemple de réponses à des questionnaires répertoriant des données cliniques ou de prélèvements sur lesquels seront réalisées des analyses biologiques (15). Les acteurs de terrain sont ainsi représentés par les vétérinaires mais également par les personnels d'abattoir ou les personnels d'élevage, des agents de terrain…

- Etape 2 : il s'agit de la centralisation et de la validation des données. La validation des données permet de vérifier que les données collectées sont exactes. La centralisation des données permet notamment d'accroître le nombre de données qui pourront être analysées simultanément afin d'augmenter la probabilité d'apparition d'éléments significatifs qui passeraient inaperçus à une échelle plus réduite. Ces deux actions ont lieu au niveau local et sont réalisées par un membre du réseau qui peut être un vétérinaire privé, un technicien vétérinaire d'Etat, un auxiliaire d'élevage, un technicien privé, un technicien faune sauvage… La centralisation a également lieu à un niveau intermédiaire, impliquant par exemple une unité vétérinaire d'Etat ou un laboratoire provincial.

- Etape 3 : il s'agit de l'étape de gestion et d'analyse des données. Elle a lieu à un niveau central et concerne notamment les laboratoires d'analyses centraux ou les services vétérinaires centraux. Elle consiste au traitement des données à l'aide d'outils statistiques puis à leur interprétation qui résulte généralement d'une collaboration avec des spécialistes des maladies concernées par le réseau et des statisticiens. A l'issue de cette étape, les données deviennent des informations (15).

- Etape 4 : il s'agit de l'étape de diffusion des informations résultantes par les acteurs du niveau central. La diffusion interne doit être régulière afin de valoriser le travail des différents acteurs et de maintenir leur motivation. Les informations peuvent être transcrites sous la forme de cartes, de graphiques ou de tableaux plus parlant visuellement et transmises par des moyens divers tels que des bulletins périodiques, des courriers électroniques… La diffusion externe peut être très large. Elle concerne en effet tous les partenaires intéressés par ces informations qui doivent leur être transmises de façon claire pour rendre compte de l'utilité du réseau, des résultats obtenus et pour éventuellement conditionner de nouvelles actions à entreprendre en fonction des résultats (15).

II.B.3/ OASIS : UNE METHODE D'EVALUATION DES DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE

II.B.3.1/ PRESENTATION DE LA METHODE OASIS

Le bon fonctionnement des réseaux de surveillance épidémiologique est primordial pour produire une information épidémiologique de qualité. Pour cette raison, des méthodes standardisées d'évaluation des dispositifs de surveillance ont été développées dans le but d'analyser et d'évaluer le fonctionnement des réseaux puis de proposer des mesures d'amélioration.

La **méthode OASIS** fait partie de ces méthodes d'**évaluation**. OASIS est l'acronyme de « Outil d'Analyse de Systèmes d'Information en Santé ». Cette méthode d'évaluation a pour but d'être applicable pour n'importe quel cas de surveillance épidémiologique (17).

La méthode OASIS se présente sous la forme d'un **questionnaire détaillé**, divisé en dix sections regroupant chacune 4 à 14 critères de fonctionnement, présentées dans le tableau I.

Un **guide de notation** permet d'assurer une certaine standardisation dans la notation. Ce guide est disponible dans le rapport de Sabrine Hadibi sur l'évaluation par la méthode OASIS du volet « surveillance » de la contribution des Parcs nationaux français à la stratégie sanitaire appliquée à la faune sauvage (18). Chacun des critères de fonctionnement obtient une note de 0 à 3.

Les notes attribuées permettent d'aboutir à **trois types évaluations** (Figure 4) (19) :

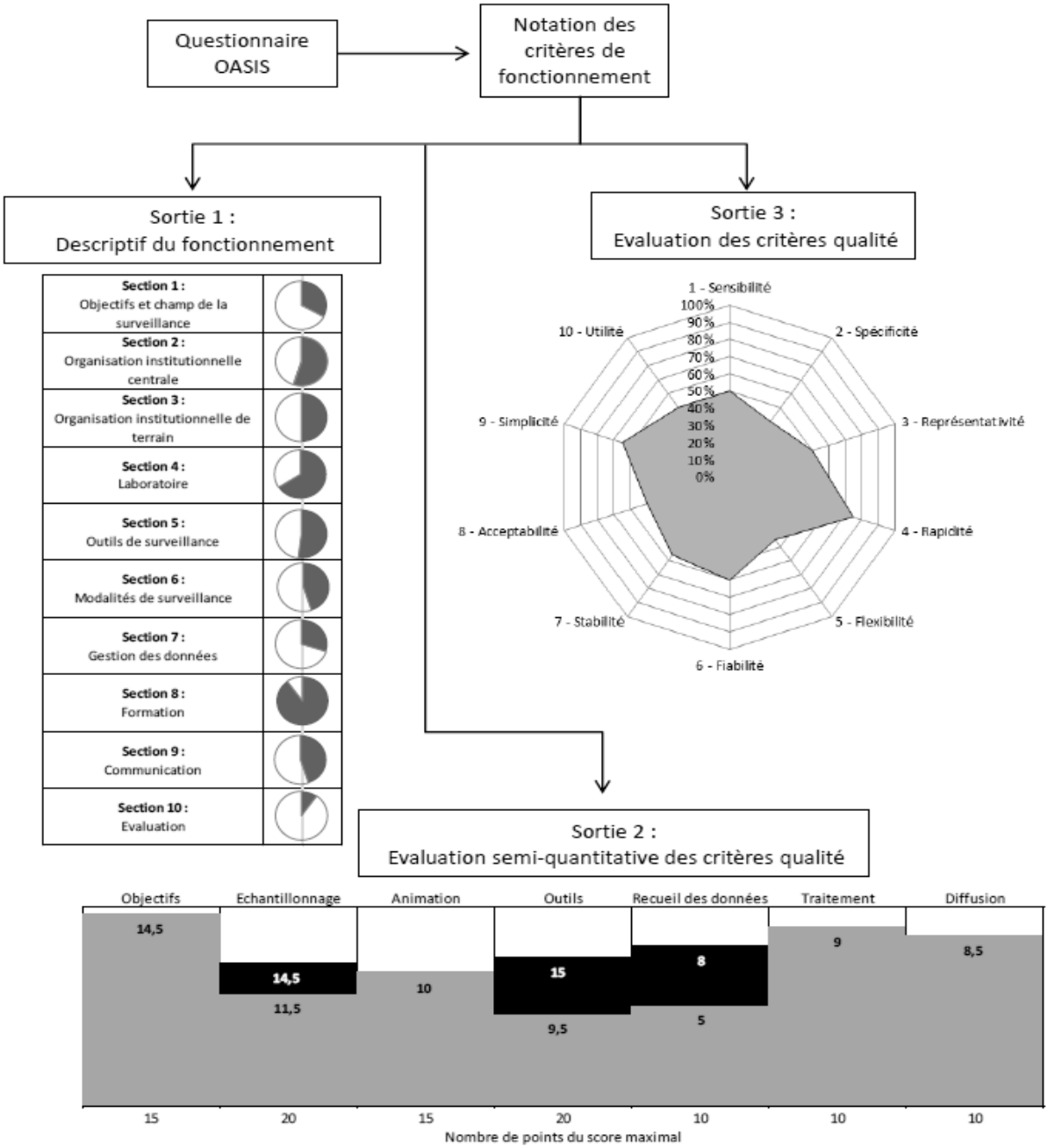


FIGURE 4 : ORGANISATION GENERALE DE LA METHODE OASIS [D'APRES (16)]

1. **Evaluation du fonctionnement et de la situation générale du réseau** : pour chacune des 10 sections, le pourcentage de la note obtenue par rapport à la note maximale est représenté sous la forme d'un graphique en secteurs.

2. **Evaluation des points critiques du réseau** : les 7 points critiques qui sont les objectifs (A), l'échantillonnage (B), l'animation et la sensibilisation (C), les outils utilisés (D), le recueil et la circulation des données (E), le traitement et l'interprétation des données (F) et enfin la diffusion de l'information (G). Pour les maladies exotiques ou peu fréquentes se rajoute le point critique « facteurs d'environnement » (H). Pour chaque point critique, la somme des notes attribuées à chaque critère de fonctionnement inclus est faite (Tableau I) puis le pourcentage de réussite par rapport à la note maximale est calculé. Les résultats sont synthétisés sous la forme d'un histogramme où chaque colonne correspond au pourcentage de réussite obtenu à un point critique, ce qui permet de voir quels sont les points critiques qui nécessitent une amélioration.

3. **Evaluation des attributs de qualité du réseau** : cette troisième sortie est basée sur une liste de dix attributs de qualité établie par le CDC (Center for Disease Control and Prevention) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) à savoir, la sensibilité (a), la spécificité (b), la représentativité (c), la rapidité (d), la flexibilité (e), la fiabilité (f), la stabilité (g), l'acceptabilité (h), la simplicité (i) et l'utilité (j). Les attributs de qualité sont évalués à l'aide de certains critères de fonctionnement (Tableau I), auxquels un coefficient compris entre 1 et 3 est affecté. La note finale correspond à la moyenne des notes obtenues à chaque critère de fonctionnement, pondérée par le coefficient. Le rapport note obtenue/note optimale est calculé pour chacun des dix attributs de qualité du réseau. Ces rapports sont représentés dans un diagramme de Kiviat à 10 axes, chaque axe correspondant à un attribut de qualité, ce qui permet d'identifier les points faibles et les points forts du système.

TABLEAU I : SECTIONS ET CRITERES DE FONCTIONNEMENT DE LA METHODE OASIS ET REPARTITION EN POINTS CRITIQUES ET ATTRIBUTS DE QUALITE [D'APRES (16)]

Section	Critères	Points critiques	Critères de qualité
Section 1 - Objectifs et champ de la surveillance	1.1 - Pertinence des objectifs de la surveillance	A	f, j
	1.2 - Niveau de détail, de précision et de formalisation des objectifs	A	f
	1.3 - Prise en compte de l'attente des partenaires	A	g, h, j
	1.4 - Cohérence des maladies surveillées avec la situation sanitaire (maladies ou dangers existants/exotiques)a	A	j
Section 2 - Organisation institutionnelle centrale	2.1 - Existence d'une structure d'animation fonctionnelle (unité centrale)	C E	e, g, h, i
	2.2 - Existence d'une structure de pilotage fonctionnelle et représentative des partenaires (comité de pilotage)	C	e, g, h
	2.3 - Existence d'un comité scientifique et technique du dispositif	C F	e, f, g
	2.4 - Organisation et fonctionnement du dispositif prévus par la réglementation, une charte ou convention entre partenaires	B	g, h, j
	2.5 - Fréquence de réunions de coordination centrale	C	a, e, h
	2.6 - Mise en place d'une supervision des unités intermédiaires par l'échelon central	C	f
	2.7 - Suffisance des moyens matériels et financiers de l'échelon central		g

Section 3 - Organisation institutionnelle de terrain	3.1 - Existence d'unités intermédiaires formalisées sur tout le territoire	B C	c, e, f, g
	3.2 - Rôle actif des unités intermédiaires dans le fonctionnement du dispositif (validation, animation, retour d'information)	C	a, f, h
	3.3 - Mise en place d'une supervision par l'échelon intermédiaire	C	f
	3.4 - Harmonisation de l'activité des unités intermédiaires	C E	f, g, j
	3.5 - Suffisance des moyens matériels et financiers des UI		d, f, g, h
	3.6 - Existence de réunions de coordinations à l'échelon intermédiaire	B C E	e, f, h
	3.7 - Exhaustivité ou représentativité de la couverture de la population cible par les intervenants de terrain	B	a, c
	3.8 - Suffisance des moyens matériels et financiers des intervenants de terrain		d, f, g, h
Section 4 - Laboratoire	4.1 - Intégration effective du laboratoire dans le dispositif de surveillance	C D	f, h
	4.2 - Suffisance des ressources humaines, matérielles et financière pour les besoins en diagnostic	E F	d, f, g
	4.3 - Recours à l'assurance qualité pour les analyses réalisées	D	f, g
	4.4 - Qualité de la standardisation du travail entre les différents laboratoires	D	f, g
	4.5 - Proportion d'analyses soumises à EIL	D	f, g
	4.6 - Existence d'une équipe d'investigation pour appuyer les agents de terrain	C	d, e, f
	4.7 - Pertinence des techniques de diagnostic	D	a, f
	4.8 - Sensibilité des techniques de diagnostic	D	a, f
	4.9 - Spécificité des techniques de diagnostic	D	b, f
	4.10 - Contrôle des réactifs de laboratoire	D	f, g
	4.11 - Niveau de technicité de la gestion des données au laboratoire	F	d, f, i
	4.12 - Délai d'analyse au la laboratoire	E F	d, f
	4.13 - Qualité du rendu du résultat	D	f
Section 5 - Outils de surveillance	5.1 - Existence d'un protocole de surveillance formalisé pour chaque maladie ou danger surveillé	D	f, g
	5.2 - Standardisation des données collectées	D	f, g
	5.3 - Pertinence des outils de mesure (à l'exception des outils de laboratoire)	D	f
	5.4 - Sensibilité de la définition du cas ou du danger	D	a
	5.5 - Spécificité de la définition du cas ou du danger	D	b
	5.6 - Simplicité de la définition du cas ou du danger	D	h, i
	5.7 - Qualité de renseignement des fiches d'investigation	E	f
	5.8 - Pertinence des prélèvements	D	a, f, j
	5.9 - Standardisation des prélèvements	D	f
	5.10 - Qualité des prélèvements collectés	D E	a, f
	5.11 - Respect du délai entre déclaration du cas ou du danger et rendu du résultat	E	
	5.12 - Simplicité de la procédure de déclaration	E	h, i
	5.13 - Simplicité de la procédure de collecte des données		h, i
	5.14 - Acceptabilité des conséquences d'une suspicion ou d'un cas pour la source ou le collecteur de données		a
Section 6 - Modalités de surveillance	6.1 - Adéquation des modalités de surveillance aux objectifs du dispositif	A	f, j
	6.2 - Existence d'une surveillance passive (évènementielle) dont les résultats montrent des résultats exhaustifs ou représentatifs	B	a, c
	6.3 - Existence d'actions de sensibilisation des sources de données en réseau passif (évènementiel)	C	a, b, h
	6.4 - Pertinence et adéquation de l'existence et des protocoles de surveillance active (planifiée)	B	a, c
	6.5 - Surveillance de la faune sauvage sensible	H	a
	6.6 - Surveillance et contrôle des vecteurs	H	a
	6.7 - Représentativité des populations ciblées de l'échantillonnage en surveillance active (planifiée)	B	c, f
	6.8 - Précision des résultats sur l'échantillon en surveillance active (planifiée)	B	f
	6.9 - Niveau de satisfaction du taux de réalisation de la surveillance active (planifiée)	B	a, c, f

Section 7 - Gestion des données	7.1 - Adéquation du système de gestion des données aux besoins du dispositif (base de données relationnelle…)	F	d, f, g, h, i, j
	7.2 - Délai de saisie des données en accord avec les objectifs et l'utilisation des résultats du dispositif	E	d
	7.3 - Personnel spécifique disponible et qualifié pour la saisie, la gestion et l'analyse des données	C F	d, f
	7.4 - Suffisance des moyens matériels et financiers pour la gestion et l'analyse des données		f, g
	7.5 - Procédures de vérification et de validation des données formalisées et performantes	F	f
	7.6 - Traitement descriptif complet des données	F	j
	7.7 - Exploitation des données en adéquation avec les besoins du dispositif (si possible régulière et multidisciplinaire)	F	f, j
Section 8 - Formation	8.1 - Niveau de compétence satisfaisant en épidémiologie des membres de l'unité centrale	C F	f
	8.2 - Formation initiale mise en œuvre pour tous les agents de terrain à leur entrée dans le dispositif	C D E	b, f, h, i
	8.3 - Objectifs et contenu de la formation initiale des acteurs de terrain du dispositif en adéquation avec les besoins opérationnels de la surveillance	D E	f
	8.4 - Formations de perfectionnement régulières	C D E	a, b, e
	8.5 - Suffisance des moyens humains, matériels et financiers pour la formation		f, g
Section 9 - Communication	9.1 - Edition régulière de rapports et articles scientifiques sur les résultats de la surveillance	G	g, h
	9.2 - Restitution des résultats des analyses individuelles aux acteurs de terrain	E	a, g, h
	9.3 - Diffusion régulière d'un bulletin d'information pertinent	C G	a, j
	9.4 - Restitution systématique des bilans de résultats aux acteurs de terrain (hors bulletin)	C G	a, g, h, j
	9.5 - Présence d'un système de communication organisé transversalement et verticalement entre les acteurs de terrain (mail, web, téléphone…)	E	a, d
	9.6 - Politique de communication externe solide	G	j
	9.7 - Suffisance des moyens humains, matériels et financiers pour la communication		g
Section 10 - Evaluation	10.1 - Système d'indicateurs de performance développé et validé par les responsables du dispositif		f
	10.2 - Indicateurs de performance régulièrement calculés, interprétés et diffusés		e, f
	10.3 - Evaluations externes effectuées		f
	10.4 - Mise en œuvre des mesures correctrices		e, f

II.B.3.2/ EXEMPLE D'APPLICATION RECENTE DE LA METHODE D'EVALUATION OASIS AUX DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE DES PARCS NATIONAUX FRANÇAIS

Un document établissant la **contribution des parcs nationaux de métropole française à une stratégie sanitaire de la faune sauvage** (2) a été approuvé en **août 2017**. Afin de définir des priorités d'action et d'optimiser rapidement les moyens et outils mobilisés pour la surveillance sanitaire dans les parcs, les parcs et l'Anses ont réalisé une **évaluation du volet « surveillance »** de cette contribution par la **méthode OASIS**. Un rapport de cette évaluation a été publié en septembre 2019 suite au travail de Sabrine HADIBI, stagiaire au sein de l'ANSES (18).

L'évaluation a été menée par deux évaluateurs externes, Pascal HENDRIKX et Sabrine HADIBI, et un évaluateur interne, Thierry DURAND en tant que directeur référent du collège des directeurs de Parcs Nationaux.

L'évaluation a impliqué :

- la **visite** de trois parcs nationaux français (le PNE, le Parc de la Vanoise (PNV) et le Parc des Pyrénées (PNP)) et les RNCFS (Réserves nationales de chasse et de faune sauvage) de Belledonne et des Bauges ;
- l'**interview**, en face en face ou téléphonique, de douze personnes considérées comme des acteurs impliqués dans la mise en œuvre de la stratégie sanitaire, à savoir des agents de parcs nationaux responsables de la mise en œuvre de la stratégie sanitaire mais également des responsables du réseau SAGIR, des RNCFS, de l'ONCFS (Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage) ou encore des vétérinaires référents en faune sauvage et des membres des laboratoires impliqués dans les analyses réalisées. Ces douze personnes ont pu exprimer librement leurs avis sur les différents points pris en compte par l'évaluation ;
- et enfin, le remplissage de la **grille d'évaluation** par les évaluateurs externes.

Les principaux résultats de cette analyse sont les suivants.

Pour **l'analyse par section fonctionnelle**, le pourcentage de satisfaction varie de 72% à 33%. Les sections sont présentées ci-dessous par ordre décroissant de niveau de satisfaction.

- « Laboratoire » (72%) : les résultats montrent une disparité entre les parcs quant à la gestion des données et la qualité des résultats rendus (délai parfois important, absence de standardisation des rapports). L'implication des laboratoires dépend notamment de la motivation des personnes impliquées et des conventions signées.
- « Communication » (61%) : les outils de communication sont plus ou moins développés en fonction de la région et des moyens alloués. Le rapport insiste sur l'importance de journées de restitution et des retours réguliers des résultats obtenus à différentes échelles.
- « Organisation institutionnelle de terrain » (54%) : l'harmonisation entre les parcs fait défaut, le partage de protocoles et d'activités communes permettrait la mutualisation des ressources et des données.
- « Outils de surveillance » (54%) : les protocoles de surveillance restent très peu formalisés. Le manque de standardisation dans la collecte des données entraîne une incapacité à comparer les résultats obtenus dans les différents parcs. Le rapport suggère également que 15 à 25% des cadavres soient soumis à des analyses histo-pathologiques systématiques qui seraient plus pertinentes pour la détection de maladies émergentes.
- « Objectifs et champs de la surveillance » (50%) : les résultats soulignent l'importance de définir des objectifs détaillés et des protocoles spécifiques pour chaque entité pathologique ainsi que l'importance d'une bonne identification et formalisation des motivations pour chaque protocole
- « Organisation institutionnelle centrale » (44%) : les résultats soulèvent la nécessité de définir les compétences, les rôles et les responsabilités au niveau du pilotage, de l'unité d'animation et du comité scientifique et technique
- « Modalités de surveillance » (44%) : bien que la surveillance évènementielle semble avoir un meilleur rapport coût/bénéfice, la surveillance programmée répondrait mieux à l'objectif de description des situations sanitaires et de hiérarchisation des maladies au sein de la faune sauvage.

- « Gestion des données » (42%) : les données ne sont pas standardisées donc il n'existe aucune organisation inter-parcs et les données restent seulement collectées dans des bases de données internes voire sur des supports tels que des fichiers Excel.
- « Formation » (33%) : l'évaluation met en évidence des disparités dans l'accès aux formations initiale et de perfectionnement suivant le parc considéré. il serait nécessaire d'identifier en amont les besoins des agents de terrain afin d'optimiser la formation initiale.
- « Evaluation » (33%) : pour chacun des protocoles, des jeux spécifiques d'indicateurs de performance devraient être développés.

L'**analyse des sept points critiques** a abouti au classement suivant par ordre décroissant du pourcentage de satisfaction :

- « Outils de surveillance » (68%) : le bon niveau de satisfaction est lié à la forte implication des laboratoires, néanmoins la standardisation des données et des supports de collecte des données reste à envisager ;
- « Objectifs de surveillance » (53%) : les limites sont là encore un manque dans la précision et la formalisation des objectifs ;
- « Recueil et circulation des données » (52%) : cette note reflète une satisfaction moyenne concernant les supports de collecte des données, la qualité des prélèvements, le délai des analyses et la saisie des données ;
- « Traitement et interprétation des données » (47%) : cette note reflète la nécessité de la mise en place de comités scientifiques et de groupes de travail dédiés ainsi que de l'amélioration de la gestion des données ;
- « Animation » (44%) : le rapport suggère la création d'une unité d'animation centrale afin d'harmoniser les activités entre les parcs et d'améliorer la gestion des données. Il souligne le besoin d'assurer une bonne formation aux différents intervenants.
- « Diffusion de l'information » (42%) : le score assez bas est le reflet de l'absence de bulletin d'information régulier qui permettrait notamment un échange sur les actions menées et les résultats obtenus dans les différents parcs.
- « Echantillonnage » (31%) : la faible note est à relier notamment à une impression de faible représentativité de la couverture des populations ciblées lors des échantillonnages et d'un manque de pertinence des surveillances programmées.

Enfin, l'analyse des **notes obtenues aux dix attributs du dispositif de surveillance** révèle des notes globalement moyennes sauf pour les attributs « sensibilité », « spécificité » et « représentativité » qui ont obtenu des notes inférieures.

- La faible sensibilité est expliquée par une tendance à ne pas « assumer » la détection de certains agents pathogènes qui pourraient avoir des conséquences, par des limites de collecte liées aux difficultés d'accès aux cas sur le terrain et par un manque de formation, de sensibilisation et de communication pour les acteurs sur le terrain.
- La mauvaise spécificité est reliée à un problème de définition du cas et une mauvaise spécificité des méthodes analytiques.
- La faible représentativité est quant à elle expliquée par une non-exhaustivité et une mauvaise représentativité lors de la surveillance évènementielle, et par un manque de

pertinence dans la surveillance programmée mais ces limites sont notamment liées aux difficultés inhérentes à la surveillance dans la faune sauvage.

Ainsi, cette évaluation par la méthode OASIS permet de mettre en évidence, à l'échelle de l'ensemble des parcs nationaux français, des **atouts** dans le volet « surveillance » avec des notes correctes, mais soulève également un certain nombre de points pour lesquels des **marges de progrès** sont possibles. Cette évaluation permet de soulever une série de questions qui se posent plus particulièrement dans le PNE, la discussion de cette thèse reviendra donc en particulier sur ces questions.

II.C/ LA SURVEILLANCE SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE

II.C.1/ INTERETS DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE EN FAUNE SAUVAGE

WARNS-PETIT et *al.*(2009, (20)) rapportent cinq raisons d'instaurer une surveillance sanitaire de la faune sauvage :

- les problèmes sanitaires de la faune sauvage peuvent avoir un impact sur la santé publique. En effet, la faune sauvage peut constituer, ou contribuer au réservoir d'un certain nombre de zoonoses et représenter une source d'infection directe ou indirecte pour l'Homme. Nous citerons par exemple l'échinococcose alvéolaire, la tularémie ou encore la borréliose de Lyme.

- des espèces de la faune sauvage représentent de véritables sentinelles environnementales. En effet, la faune sauvage est plus exposée à la pollution environnementale qui peut occasionner une augmentation de la morbidité ou de la mortalité. La surveillance des espèces sensibles permet de déclencher les alertes plus précocement. Ainsi, des systèmes d'animaux sentinelles collectent régulièrement des données sur la faune sauvage pour identifier le risque que les polluants représentent pour l'environnement et pour la santé humaine. Le premier système d'animaux sentinelles mis en place n'est autre que le canari utilisé pour prévenir les coups de grisou dans les mines de charbon. Le surmulot *{Rattus norvegicus)* est quant à lui une espèce de choix pour évaluer le risque représenté par la pollution des sols pour l'Homme (21). Il en va de même pour les risques liés à des agents pathogènes pour lesquels des espèces sauvages plus exposées et/ou plus sensibles peuvent être sentinelles de l'infection (22).

- la faune sauvage et les animaux de rente partagent des agents pathogènes par contact direct ou indirect. En effet, en prenant l'exemple de l'estive, la faune sauvage de montagne et la faune domestique entrent en concurrence pour le territoire mais aussi pour les ressources alimentaires. Ainsi RICHOMME et *al.* (2005, (23)) montrent que la présence de pierres à sel est attractive pour la faune domestique mais aussi pour la faune sauvage, ce qui peut favoriser la transmission d'agents pathogènes. Certaines maladies ont un impact économique majeur, occasionnant des pertes conséquentes ainsi qu'un blocage du commerce. La faune sauvage est parfois accusée de jouer le rôle de réservoir pour des

maladies contre lesquelles les autorités luttent pour obtenir ou conserver un statut indemne (24). Nous pouvons donner comme exemple le cas de brucellose diagnostiquée en 2012 chez une vache laitière en Haute-Savoie lié à un réservoir sauvage local (25), à savoir des bouquetins du massif du Bargy. L'OIE (Organisation mondiale de la santé animale, (26)), insiste sur le fait que l'interaction de la faune sauvage dans les programmes de contrôle ou d'éradication des maladies doit obligatoirement être prise en compte. Néanmoins, PASTOREL et *al.* (1988, (27)) rappellent que le problème de transmission de maladies entre les faunes sauvage et domestique ne doit pas être envisagé de manière unidirectionnelle et reprennent les exemples de la peste bovine, de la brucellose ou encore de la tuberculose pour montrer que la faune sauvage peut aussi être victime de maladies issues de la faune domestique. Dans le cas de la brucellose dans le massif du Bargy, les bouquetins ont très probablement été infectés par les troupeaux domestiques avant l'éradication de la maladie dans la zone (28).

- la faune sauvage partage également des agents pathogènes avec les animaux de compagnie. Ce problème est accru dans les zones péri-urbaines ou au sein des populations de chiens de chasse. A nouveau le problème des liens épidémiologiques doit être envisagé dans les deux sens : la faune sauvage peut effectivement transmettre des virus, bactéries ou parasites aux animaux de compagnie mais peut aussi être contaminée par des agents pathogènes qui seront néfastes pour sa santé, comme par *Sarcoptes scabiei*, agent de la gale sarcoptique ou encore par des helminthes digestifs.

- la surveillance sanitaire de la faune sauvage est indispensable à la préservation de la biodoversité. Certaines maladies, notamment lorsqu'il s'agit de maladies émergentes, peuvent provoquer une augmentation anormale du taux de mortalité, réduire l'espérance de vie ou encore affecter le taux de reproduction d'une espèce au point d'entrainer un déclin de la population et potentiellement son extinction. Ainsi, selon DEEM et *al*. (2001, (29)), les maladies qu'elles soient infectieuses ou non-infectieuses représentent un enjeu de plus en plus important à prendre en compte pour la conservation des espèces sauvages.

Ces arguments montrent que la surveillance sanitaire de la faune sauvage est un facteur clé dans le concept « One World, One Healh » (26).

De plus, F. MOUTOU (2000 (30)) évoque aussi l'intérêt simple mais évident qui est d'approfondir nos connaissances sur les agents biologiques (virus, parasites et bactéries) présents sur la faune sauvage.

En France, la surveillance sanitaire au sein de la faune sauvage est à la charge de l'ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage).

Le réseau SAGIR (acronyme de « Surveiller pour AGIR ») est le réseau de surveillance mis en place dans ce but. Il a été fondé officiellement en 1986, sur un partenariat entre l'ONCFS et les Fédérations Départementales des Chasseurs (FDC) mais une surveillance de la faune sauvage s'était déjà mise en place depuis 1955 (31).

Les objectifs du réseau SAGIR sont notamment la détection précoce d'une nouvelle maladie dans les populations d'animaux sauvages ainsi que la description de l'évolution spatiale et temporelle des maladies dans la faune sauvage.

Depuis 2014, les Fédérations Départementales des Chasseurs sont réglementairement (32) tenues de mettre en place des mesures de surveillance, et le cas échéant des mesures de lutte, contre les maladies classées dangers sanitaires pouvant être présentes dans la faune sauvage. En revanche, les parcs nationaux ne sont actuellement concernés par aucune réglementation sur la surveillance sanitaire.

Une nouvelle loi européenne, l'*Animal Health Law* (1), qui entrera en vigueur en mars 2021 imposera également à tout gestionnaire d'animaux, domestiques ou sauvages, d'exercer une surveillance sanitaire.

II.C.2/ LES DIFFICULTES DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE EN FAUNE SAUVAGE

La première difficulté de la surveillance sanitaire de la faune sauvage réside dans le **caractère « sauvage »** des espèces concernées (20). En effet, à la différence de la faune domestique, la faune sauvage est plus délicate à localiser, à observer ou à manipuler. Le recueil d'échantillons est plus compliqué et parfois plus risqué pour les animaux mais également les intervenants. En effet même en prenant des précautions, il existe toujours des risques pour les individus tels qu'une mauvaise réaction à l'anesthésie ou un dérochage à l'approche des manipulateurs dans les zones de montagne.

Le deuxième écueil concerne le problème de la **représentativité des échantillons** (absence de biais) et de la **précision des estimations**.

Les effectifs réels et la dynamique des populations des espèces sauvages ne sont pas toujours connus. Il est donc très difficile de s'assurer de la représentativité des échantillons prélevés. En particulier, la représentativité dépend de la technique utilisée pour récolter les prélèvements. Il est ainsi légitime de se demander si les individus concernés par les prélèvements, par capture par exemple, ou par récolte des animaux trouvés morts, ne sont pas des individus plus faibles car déjà atteints d'une maladie, ce qui fausserait les statistiques réalisés à partir des résultats. Ce biais peut cependant être avantageux pour détecter des maladies. Ainsi le réseau Sylvatub de surveillance de la tuberculose a changé de fonctionnement en 2018 : dans les zones « tampon » (autour des zones infectées), la surveillance des blaireaux (*Meles meles*) se base désormais sur les animaux récoltés en bord de route, car une comparaison avec les animaux piégés a permis de montrer que ceux récoltés en bord de route sont plus souvent atteints de tuberculose. Ils représentent donc des sentinelles pertinentes (33).

Le type de surveillance influe également beaucoup sur l'échantillonnage. Selon P. GIBERT (2017, (34)), en cas de recherche uniquement passive de cadavres dans un milieu sauvage normalement fréquenté par l'Homme, seuls 3 à 8% des cadavres sont retrouvés alors que ce taux peut monter à 40-50% si une démarche active de recherche de cadavres est

entreprise. La recherche active, en augmentant la taille d'échantillon, peut en plus limiter les biais d'échantillonnage.

Enfin, se pose le problème de la précision des estimations obtenues, qui dépend de la taille des échantillons, qui sont parfois petits. Le système de surveillance doit donc être conçu pour obtenir les échantillons d'une taille suffisante pour obtenir la précision voulue pour les estimations. En particulier, plus une maladie est rare, plus il faut un nombre important d'individus étudiés pour espérer détecter rapidement un premier cas et mettre en place des mesures adéquates pour en limiter efficacement les conséquences (20).

Une troisième limite concerne **la validité des tests utilisés sur les espèces sauvages** et en particulier les analyses sérologiques. En effet, les techniques de laboratoire ne sont généralement pas spécifiquement développées pour la faune sauvage. Les tests diagnostiques employés sont souvent ceux qui sont utilisés sur les animaux de rente. Les résultats sont donc interprétés comme ceux issus d'animaux domestiques, mais le plus souvent aucune information sur la cinétique de la réponse immunitaire chez les animaux sauvages n'est disponible et les tests ne prennent pas en compte le risque de réactions sérologiques croisées avec des agents pathogènes proches absents dans la faune domestique. (35). Pour exemple, les tests sérologiques par méthode ELISA utilisés pour la mise en évidence d'anticorps dirigés contre les nématodes du genre *Trichinella* chez le sanglier, peuvent donner des résultats faux-positifs liés à l'infection par d'autres helminthes (36).

Une difficulté de la surveillance sanitaire de la faune sauvage n'est autre que le **manque de connaissances** que nous avons sur les agents pathogènes affectant la faune sauvage et sur les maladies des animaux sauvages (37).

Enfin, il existe limite d'ordre **économique**. En effet, en France le coût des analyses sanitaires entreprises sur la faune sauvage n'est pas pris en charge par l'Etat mais est au frais des réseaux qui doivent trouver des financements. Néanmoins, depuis le 13 octobre 2014, la loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt impose à toute organisation liée à l'activité de chasse de mettre en place des mesures de surveillance en dépit d'un financement publique (32).

II.C.3/ LA SURVEILLANCE SYNDROMIQUE : PISTE D'AMELIORATION POUR LA SURVEILLANCE SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE ?

La **surveillance syndromique** se distingue des autres types de surveillance par sa non spécificité. En effet, alors que les autres dispositifs de surveillance épidémiologique s'intéressent à une maladie ou à un groupe de maladies clairement définie(s), la surveillance syndromique, elle, n'est orientée sur aucune maladie en particulier mais se base sur l'observation récurrente d'un syndrome (16).

Le principe de la surveillance syndromique repose sur la collecte routinière et continue d'un grand nombre d'informations (20). Plus précisément, DUFOUR et HENDRIKX (2011) rappellent la définition donnée par l'InSV (Institut national de Veille Sanitaire devenu

Santé Publique France) : « *le recueil en routine et l'analyse automatisée de données, avant qu'un diagnostic ne soit posé* ».

L'intérêt principal de la surveillance syndromique est ainsi de détecter l'apparition de problèmes sanitaires d'étiologie inconnue en se basant sur l'utilisation d'indicateurs peu ou non spécifiques ainsi que sur la collecte et l'analyse d'un grand nombre de données de façon automatisée et sans délai (38).

La surveillance syndromique présente donc un intérêt certain pour la surveillance de la faune sauvage puisque les maladies sont souvent multifactorielles mais aussi pour la détection des maladies animales émergentes (39). Néanmoins, pour pouvoir être détecté par surveillance syndromique, un nouveau danger sanitaire doit engendrer des phénomènes pathologiques assez marqués pour être détectables tels que des signes cliniques, des lésions ou une mortalité (40).

En France, par exemple, trois dispositifs de surveillance syndromique, financés par le ministère chargé de l'Agriculture, ont déjà été à l'étude sur la filière bovine (40):

- Une surveillance de la mortalité sur 100% de la population bovine basée sur les notifications des dates de mort et sur les demandes d'enlèvement de cadavre par les équarrisseurs ;
- Une surveillance des lésions à l'abattoir basée sur les taux de saisies ;
- Une surveillance des avortements basée sur les taux d'avortements précoces et tardifs ainsi que sur le taux de veaux viables au vêlage.

Ainsi, malgré certains écueils, l'intérêt et les enjeux de la surveillance sanitaire de la faune sauvage justifient l'importance de son existence et qu'un maximum de zones soient couvertes par cette surveillance. C'est pourquoi, bien qu'il n'existe aucune réglementation leur imposant un suivi sanitaire, certains parcs nationaux français ont déjà décidé de mettre en place des mesures leur permettant d'assurer une surveillance de la faune sauvage sur leur territoire.

III/ BILANS PRECEDEMMENT REALISES DANS LES AUTRES PARCS NATIONAUX DE MONTAGNE

Des bilans sanitaires ont été dressés pour trois autres parcs nationaux de montagne, dans l'objectif de **faire le point** sur les actions passées et en cours, et de proposer ou **améliorer les protocoles** de veille sanitaire. Ces bilans ont été effectués dans le cadre de thèses vétérinaires :

- « La surveillance sanitaire de la faune sauvage dans le parc national des **Pyrénées** : état des lieux et proposition d'un protocole », soutenue par Nolwenn LE MOAL en 2007 (41)
- « Mise en place d'un programme de suivi sanitaire dans le parc national du **Mercantour** », soutenue par Charlotte SIMON en 2011 (42)

❖ « Le suivi sanitaire de la faune sauvage : 40 ans d'analyses dans le parc national de la **Vanoise** », soutenue par Marion VALLET en 2017 (43)

Aucune thèse n'a pour le moment dressé d'état des lieux sur la surveillance sanitaire dans le parc national des Cévennes.

Dans cette partie, nous résumerons ces travaux. Nous relèverons les programmes de suivi sanitaire et les espèces concernées dans ces parcs nationaux de montagne, puis nous nous intéresserons aux avantages et aux limites déjà identifiés et résumerons les propositions faites pour améliorer le suivi dans ces parcs nationaux.

III.A/ LE PARC NATIONAL DES PYRENEES

Les objectifs du travail de Nolwenn LE MOAL étaient :

- De dresser un état des lieux sur les protocoles de suivi sanitaire éventuellement déjà mis en place dans le PNP et d'en analyser brièvement les résultats pour mettre en évidence des points à améliorer ;
- De répondre à la volonté du PNP de structurer le suivi sanitaire de la faune sauvage présente au sein du parc en envisageant un protocole de suivi sanitaire sur la faune sauvage basé sur des priorités prédéfinies.

III.A.1/ ETAT DES LIEUX

III.A.1.1/ PROTOCOLES

En 2007, le seul élément de suivi sanitaire propre au PNP identifié et exploitable était un relevé des mortalités observées sur le terrain sur une période s'étalant de 1983 à 2001. Les supports de signalement des animaux étaient très hétérogènes : des fiches types de découverte d'un animal mort, des demandes de transport ou de naturalisation, des fiches d'autopsies des laboratoires, des comptes rendus de test sérologiques ou d'analyses, des comptes rendus de procès-verbaux d'infractions, des documents informels….

Elle relève tout de même l'existence d'un programme particulier mis en place dans le secteur de Cauterets depuis 1986 dans le but d'étudier les populations d'isards aux points de vue écologique, éthologique et pathologique. Ainsi dans ce secteur la recherche des cadavres est accrue, notamment par des parcours programmés de façon raisonnée. Des captures sont également réalisées pour marquer, peser et prélever les animaux afin de réaliser des tests sérologiques (brucellose, fièvre Q, chlamydiose, paratuberculose, salmonellose ovine, CAEV (Caprine Arthritis Encephalitis Virus) et, Visna-Maedi virus, toxoplasmose, agalactie contagieuse, pestivirus, épididymite du bélier et herpèsvirus de la Rhinotrachéite Infectieuse Bovine (IBR))).

D'autres programmes d'épidémiosurveillance étaient mis en place dans le PNP :

- de programmes nationaux, concernant par exemple la grippe aviaire, la rage des Chiroptères ou les alevinages ;
- de programmes lancés par des associations de protection des espèces ;
- ou de programmes impliquant les Fédérations des Chasseurs et l'ONCFS.

III.A.1.2/ RESULTATS

L'inventaire rétrospectif des données collectées par le PNP a permis d'intégrer 300 animaux à une base de données Excel dont 230 isards (*Rupicapra pyrenaica*) et quelques chevreuils (*Capreolus capreolus)*, vautours fauves, marmottes (*Marmota marmota)*, renards (*Vulpes vulpes)*, petits carnivores, buses variables (*Buteo buteo)*, grands tétras (*Tetrao urogallus)* et quelques oiseaux.

Suite aux autopsies, la cause de mortalité n'a pu être établie que pour 165 cadavres. Pour le reste, la cause de la mort n'a pas pu être déterminée ou les cadavres/prélèvements se sont avérés inexploitables.

Concernant les isards, les données analysées ont montré : un grand nombre de cas de kératoconjonctivite infectieuse (due *à Mycoplasma conjunctivae*) notamment entre 1983 et 1988, des tests sérologiques négatifs vis à vis de la brucellose et de l'agalactie contagieuse, une fréquence élevée de parasitisme digestif et des bronchopneumonies à *Pasteurella multocida* dans une majorité des cas. S'assurer de l'absence de l'agalactie contagieuse et de la brucellose dans les populations d'isards était important car ces deux maladies réglementées peuvent être transmises de la faune sauvage à la faune domestique et vice-versa. L'enjeu économique et sanitaire n'était donc pas négligeable.

III.A.2/ CONSTATS

Suite à son travail de récolte des données, Nolwenn le MOAL soulignait que :

- aucun suivi sanitaire systématique n'était organisé ; entre 2001 et 2007, aucune fiche de mortalité n'est remontée jusqu'au siège du PNP ;
- l'hétérogénéité des supports de données et l'absence d'organisation et de centralisation de la collecte de données rendaient toute exploitation des données difficile. En effet, le manque de précision sur les lieux de découverte et/ou sur l'identification des cadavres ne permettait pas d'utiliser ces données pour la surveillance sanitaire. Les données collectées étaient insuffisantes à la fois en quantité mais aussi en qualité ;
- il existait un fort biais d'observations lié non seulement à l'implication des agents mais aussi à l'identification de problèmes sanitaires tels que la kératoconjonctivite qui engendrait une pression de recherche périodiquement orientée sur certaines espèces (isards *Rupicapra pyrenaica*) ou sur certains territoires (cas du secteur de Cauterets).
- enfin, même dans le cadre du programme particulier du secteur de Cauterets, seuls 4% des cadavres étaient soumis à des autopsies ou à des examens complémentaires.

III.A.3/ PROPOSITIONS

A l'issue de son travail, Nolwenn le MOAL a suggéré de mettre en place un **protocole basé sur un dispositif structuré**. Le but est d'aboutir à un réseau simple, au départ peu contraignant pour les agents du parc et au niveau budgétaire mais amené à évoluer.

Cette mise en place était voulue progressive et suivait les phases préconisées par B. DUFOUR qui sont la mise au point tout d'abord d'une veille événementielle, suivie d'une phase de réajustements si nécessaire. Ensuite seulement viennent l'élaboration d'un protocole commun avec d'autres acteurs et la mise en place d'une surveillance programmée.

Suite à cette étude, un **groupe de travail** a été créé en regroupant les laboratoires des Pyrénées, des vétérinaires praticiens, le GTV 64 (Groupement Technique Vétérinaire) et des vétérinaires experts. Des objectifs spécifiques ont été définis permettant d'établir notamment une hiérarchisation des espèces à surveiller (espèces emblématiques, espèces à très haute valeur patrimoniale, espèces sentinelles…) et les buts de la surveillance pour chaque espèce ou chaque groupe d'espèces. Enfin les rôles de chaque acteur dans le réseau de surveillance ont été précisés :

- des consignes à respecter ont été données aux agents de terrain et aux laboratoires d'analyses concernant les étapes précises à suivre de la détection du cadavre ou de l'individu jusqu'à la transmission des résultats d'analyses au siège du PNP ;
- des conventions ont été signées avec les cabinets vétérinaires des différentes vallées rappelant leur rôle dans la veille sanitaire de la faune sauvage (pédagogie vis-à-vis des propriétaires, diagnostics, application des bonnes pratiques d'hygiène, participation aux prophylaxies…) et précisant leur sollicitation pour les soins aux animaux blessés et la réalisation d'expertises dans le cadre de suspicion de dommages au bétail causés par un vautour fauve ;
- des objectifs de communication régulière des informations issues des données ont été définis impliquant notamment un délégué GTV, chargé de la transmission des informations aux vétérinaires praticiens, mais aussi le siège du PNP.

Des limites ont été néanmoins envisagées dès le départ, la première étant de faire accepter le réseau à tous les participants : charge de travail supplémentaire pour les agents, peur des conséquences pour les éleveurs, le budget non négligeable à allouer par le siège… Ensuite il semble difficile d'envisager un échantillonnage assez important pour atteindre des taux de représentativité, de sensibilité et de spécificité significatifs. Enfin, le manque de communication entre le siège du PNP et les différents secteurs mais également entre les différents secteurs serait préjudiciable au bon fonctionnement du système.

La surveillance actuellement menée dans ce parc fait partie du réseau qui a été évalué en 2019 par le travail de Sabrine Hadibi.

III.B/ LE PARC NATIONAL DU MERCANTOUR

Les objectifs du travail de Charlotte SIMON (42) étaient :

- ❖ d'étudier les résultats des analyses de suivi sanitaire jusqu'alors réalisées dans le PNM afin de dégager les atouts et lacunes de la surveillance sanitaire en place ;
- ❖ d'aboutir suite aux précédentes conclusions, à la proposition d'un premier protocole de suivi sanitaire détaillé, rapidement applicable après le travail de thèse et prenant en compte les contraintes de coûts, les difficultés inhérentes au suivi de la faune sauvage et la charge de travail supplémentaire pour les agents intervenants.

III.B.1/ ETAT DES LIEUX

III.B.1.1/ LES PROTOCOLES

En 2011, lorsque le travail de Charlotte SIMON a commencé, en fonction du budget disponible, une autopsie pouvait être envisagée en cas de découverte d'un cadavre par un agent, mais seulement après obtention de l'accord du siège, ce qui pouvait prendre plusieurs mois.

Le seul réel protocole impliquant des analyses post-mortem était un protocole pour les **recherches d'intoxications/empoisonnements**, mis en place à partir de 1995, sur des cadavres principalement collectés sur les routes. Les listes des toxiques à chercher, établies par les agents découvrant les cadavres, étaient très hétérogènes sans être forcément cohérentes avec les informations cliniques et épidémiologiques sur le cadavre concerné par l'analyse.

Des **programmes en association avec des partenaires extérieurs** étaient cependant mis en place dans le Parc du Mercantour (PNM) à savoir :

- des analyses réalisées par la FDC des Alpes Maritimes sur des sangliers chassés (*Sus scrofa*) (visant la peste porcine classique et la maladie d'Aujeszky) et des renards capturés (visant la leishmaniose, la trichinellose et l'échinococcose alvéolaire);
- des demandes d'autopsies sur des mammifères et rapaces provenant de la zone d'adhésion du PNM à la demande de la FDC des Alpes de Haute-Provence.

III.B.1.2/ RESULTATS

En 2011, Charlotte SIMON relevait 69 demandes d'analyses toxicologiques réalisées sur une période de 14 ans, et notamment dans des contextes de suspicion d'empoisonnement. Les demandes concernaient des renards principalement mais également des loups (*Canis lupus*), blaireaux, rapaces, martres (*Martes martes*), sangliers ainsi qu'un corbeau et un lérot.

41% des recherches de toxiques ont donné des résultats positifs, les inhibiteurs des cholinestérases et les anticoagulants étaient incriminés dans 69% des cas.

Entre 1990 et 2008, en moyenne six cadavres par an étaient analysés, soit 114 analyses sur la période totale. Les espèces collectées étaient des mammifères à 85% et des oiseaux à 15%. Cinq espèces représentaient 75% des cadavres, à savoir très majoritairement des renards suivis par des chamois, des loups, des aigles royaux et des blaireaux. Trois grands type de cause de morts ont été définis : les causes traumatiques (49,5% des cas), les causes infectieuses et les causes toxiques. La cause de mortalité n'a pu être établie pour 24 cadavres.

III.B.2/ CONSTATS

Les recherches de Charlotte SIMON ont abouti à différents constats sur le bilan sanitaire dans le PNM.

Ainsi en 2011, il n'existait aucun protocole sur les stratégies de collectes ou d'analyses ni convention avec des laboratoires. Les rares données n'étaient pas centralisées de manière efficace et parfois égarées.

Concernant les quelques cadavres soumis à autopsie, le nombre de cadavres analysés était trop faible pour donner une interprétation à l'échelle du PNM, d'autant qu'une importante hétérogénéité du mois de collecte et du secteur/environnement de collecte créait des biais d'interprétation des résultats.

Les discussions avec les gardes ont mené aux conclusions que :

❖ Le délai entre la demande d'autopsie d'un cadavre et l'acceptation de la demande par le siège ainsi que l'absence de retour sur les résultats obtenus et l'absence de suite aux procès-verbaux conduisaient à une baisse de la motivation des agents à s'investir dans la découverte et la recherche de cadavres ;

❖ Il n'existait aucun protocole auquel les agents de terrain pouvaient se référer pour connaître les consignes à suivre ;

❖ Une formation sur les bases de l'écopathologie de la faune sauvage et la détection de signes cliniques typiques ainsi que sur les techniques d'autopsies, de prélèvements d'organes et les risques zoonotiques encourus lors de tels actes devrait être fournie à tous les gardes.

III.B.3/ PROPOSITIONS ET LIMITES ASSOCIEES

Charlotte SIMON a proposé un protocole de suivi sanitaire complet.

Pour l'analyse des cadavres, ce protocole impliquait :

❖ l'analyse de **40 cadavres** par an au maximum pour respecter le budget, dont une dizaine de rapaces (liste des espèces définie) et galliformes, une vingtaine d'ongulés (à savoir chamois, bouquetins des Alpes et chevreuils), une dizaine de Marmottes des Alpes, Lagomorphes et genettes (*Genetta genetta*) ainsi que tous les cadavres de loups et de lynx ;

❖ le **relevé des commémoratifs** ainsi que des **photographies** intégrés dans une base de données pour les autres cadavres ;

❖ des **analyses complémentaires** en cas de mortalités massives ou anormales ;

❖ l'élaboration de **fiches réflexes** auxquelles se référer pour les amphibiens, chiroptères, poissons et reptiles

❖ de se référer au **protocole national** sur l'Influenza aviaire et la maladie de West-Nile pour les Oiseaux

En vue d'homogénéiser les relevés des commémoratifs, une **fiche type** à remplir en cas de découverte d'un cadavre a été élaborée.

Concernant les collectes, des listes de l'**équipement minimum** dont doivent disposer les agents de terrain mais également chacun des secteurs ont été dressées et les **consignes d'hygiène** à suivre ont été rappelées.

Les consignes à suivre pour le transport et la conservation des cadavres ont été établies.

Pour les analyses à réaliser :

❖ des **conventions** ont été signées avec les LVD (Laboratoire Vétérinaire Départemental) des Hautes-Alpes et des Alpes-Maritimes qui ont reçu des modèles de **compte-rendu** type à remplir et à ajouter à une base de données du PNM

❖ une **liste des toxiques** à tester lors des recherches toxicologiques a été établie

❖ des **cliniques vétérinaires** ont été désignées comme partenaires pour la réalisation de radiographies en cas de suspicion de braconnage

Le protocole impliquait également une étude régulière des résultats d'analyses par le pilote du programme et leur restitution lors de réunions bisannuelles.

Le protocole prévoyait également l'organisation de réunions de bilans entre les différents acteurs du suivi sanitaire au sein du PNM et précisait modalités de communication des comptes rendus.

Enfin, une liste de critères d'évaluation du réseau a été établie précisant les objectifs à atteindre.

Néanmoins plusieurs limites à la bonne application de ce protocole étaient à envisager à savoir les problèmes en cas de restriction budgétaire, de diminution de la motivation et de l'implication des agents de terrain, d'un désengagement de la part des intervenants extérieurs, d'un changement de pilote de projet ou encore la possibilité d'une dégradation des relations avec les usagers du par cet notamment des éleveurs.

III.C/ LE PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Les objectifs principaux du travail de thèse de Marion VALLET sur le parc national de la Vanoise étaient :

❖ de rassembler toutes les données de suivis sanitaires mis en place par le PNV de 1977 à 2017

❖ de réaliser une analyse descriptive de ces données

❖ de réaliser une analyse plus particulière sur les affections respiratoires des bouquetins du PNV

❖ d'identifier les intérêts et les limites de chacun des protocoles afin de proposer d'éventuelles pistes d'évolution.

III.B.1/ ETAT DES LIEUX

III.B.1.1/ PROTOCOLES DE SUIVI SANITAIRE

Les protocoles recensés dans le travail de Marion VALLET sont :

❖ Un **relevé de mortalité et de morbidité** mené sur toutes les espèces au sein du PNV : en cas d'observation d'un cadavre ou d'un animal malade, les agents du parc sont tenus de noter leurs observations sur une fiche de commémoratifs et de le géolocaliser grâce à l'application GéoNature. Une autopsie peut-être réalisée si elle présente un intérêt.

❖ Une **collecte systématique des cadavres frais** des espèces définies comme prioritaires par le PNV, à savoir le bouquetin des Alpes, le lièvre variable (*Lepus timidus*), les grands rapaces et les galliformes de montagne : une autopsie et des examens complémentaires comme l'histologie, la toxicologie, la bactériologie, la parasitologie ou la recherche d'affections particulières sont alors réalisées afin d'établir un diagnostic.

❖ Des **tests diagnostiques** sur des bouquetins et chamois réalisés à l'occasion de **captures par téléanesthésie** : des prélèvements sanguins, des écouvillonnages et des prélèvements de fèces sont alors réalisés pour pratiquer des examens complémentaires tels que :

- Des **tests sérologiques** pour chercher les agents ou les traces de passage de maladies abortives, à savoir la brucellose (recherche des anticorps dirigés contre *Brucella abortus, B. melitensis et B. suis*), la chlamydophilose (recherche des anticorps dirigés contre *Chlamydia abortus*), la FCO (Fièvre Catarrhale Ovine)(recherche des antigènes et des anticorps dirigés contre une protéine de la capside virale), la fièvre Q (recherche des anticorps dirigés contre *Coxiella burnetti*), la salmonellose (recherche des anticorps dirigés contre *Salmonella abortus ovis*), les pestivirus (recherche des anticorps dirigés contre le BVDV (Bovine Viral Diarrhea Virus), la néosporose (recherche des anticorps dirigés contre *Neospora caninum*) et la toxoplasmose (recherche des anticorps dirigés contre *Toxoplasma gondii*) ;

- Des **tests sérologiques** pour chercher la présence d'anticorps dirigés contre trois virus à tropisme respiratoire qui sont le RSV (Virus Respiratoire Syncytial), le PI3 (virus Parainfluenza de type 3) et l'IBR (Rhinotrachéite Infectieuse Bovine)

- D'autres **tests sérologiques** concernant l'agalaxie contagieuse (recherche des anticorps dirigés contre *Mycoplasma agalactiae*), la paratuberculose (recherche des anticorps dirigés contre *Mycobacterium avium* Paratuberculosis sur sérum et des antigènes dans les fèces), l'épididymite du bélier (recherche des anticorps dirigés contre *Brucella ovis*) ou les Lentiviroses des petits ruminants (recherche des anticorps dirigés contre le CAEV et Visna-Maedi Virus) ;

- Des **analyses bactériologiques** réalisées sur les **écouvillonnages oculaires** ou **naseaux** pour la recherche de bactéries, en particulier *Mycoplasma conjunctivae*, agent de la kératoconjonctivite ou des agents pathogènes de l'arbre respiratoire ;

- Des **coproscopies** quantitatives pour évaluer les niveaux d'infestations parasitaires ;

- Des **diagnostics de gestation** ou la **recherche de marqueurs de stress**.

III.B.1.2/ RESULTATS

Au total, 642 autopsies ont été réalisées au sein du PNV entre 1977 et 2017. Elles concernent notamment des chamois et bouquetins mais également des marmottes, des chevreuils et des oiseaux.

Les animaux sont le plus souvent en état de misère physiologique ou présentent tout du moins une dégradation de l'état physiologique. Chez les bouquetins et chamois, les

infections respiratoires puis les traumatismes sont les causes de mort les plus fréquemment identifiées, mais des maladies associées et des infestations parasitaires marquées sont également présentes chez quasiment tous les individus. L'analyse particulière sur les affections respiratoires de bouquetins menée sur les 178 bouquetins autopsiés révèle que plus de la moitié des bouquetins présentent au minimum une lésion de l'appareil respiratoire avec souvent une pluralité des lésions. La pluralité des lésions est associée le plus souvent au diagnostic d'une mort d'origine respiratoire. Une forte prévalence des pasteurelles dont *Pasteurella multocida* et *Mannheimia haemolytica* et de *Trueperella pyogenes* est notable chez les bouquetins présentant des lésions pulmonaires.

En 2017, les captures avaient permis de réaliser des tests diagnostiques sur un total de 507 bouquetins, 39 chamois et 261 marmottes. Il existe une variation annuelle dans le nombre d'individus capturés mais la moyenne est de 15 bouquetins par an depuis 1983.

Chez les chamois et les bouquetins, l'âge moyen des animaux capturés est d'environ 5 ans avec une sex-ratio en faveur des mâles pour les bouquetins (1,23). Les analyses sérologiques donnent des prévalences apparentes non nulles pour l'agalaxie contagieuse, l'épididymite du bélier, la chlamydiose, la fièvre Q, la salmonellose, les pestivirus, la paratuberculose et les lentivirus des petits ruminants chez les bouquetins. Chez les quelques chamois capturés, seuls la chlamydiose, la salmonellose, le PI3 et la BVD ont été identifiés.

La capture de marmottes concernait une étude ponctuelle sur le parasitisme révélant un taux d'infestation parasitaire digestive de 91%, incriminant le plus souvent des coccidies.

III.B.2/ CONCLUSION ET PROPOSITIONS

Cet état des lieux au sein du PNV mène à plusieurs constats.

Concernant le travail, le recueil des données fut compliqué ce qui montre un manque de centralisation des données. L'analyse des données d'autopsie a permis de décrire les échantillons et d'établir des liens simples entre les différentes variables, mais l'analyse complète des données aurait demandé des analyses multivariées supplémentaires qui n'ont pas pu être faites par manque de temps et/ou complexité.

Concernant le suivi, tout d'abord, de nombreuses espèces ont fait l'objet de trop peu d'analyses pour estimer la fréquence des phénomènes pathologiques étudiés : les résultats sont donc intéressants essentiellement pour les bouquetins et les chamois.

Les autopsies présentent un réel intérêt pour la surveillance de l'apparition ou de la dispersion d'une maladie et permettent souvent d'établir un diagnostic ou des hypothèses de diagnostic. Néanmoins, il existe des biais tels que la putréfaction des cadavres ou l'expérience de l'opérateur et la précision dans la rédaction des comptes rendus.

L'analyse bactériologique est dans la plupart des cas essentielle pour aboutir au diagnostic étiologique.

Les examens de parasitologie sont importants pour évaluer le degré d'infestation d'un animal vivant ou mort, auquel cas elle permet d'identifier son éventuelle implication dans la mort de l'animal. Néanmoins des paramètres tels que l'excrétion fécale périodique sur les

animaux vivants et l'absence de valeur seuil définissant un niveau d'infestation néfaste pour l'animal, peuvent fausser l'interprétation des résultats.

Les analyses sérologiques permettent de mettre en évidence l'existence d'un contact avec l'agent pathogène, néanmoins les conséquences de ce contact ne sont pas forcément importantes. Il existe des biais puisque les techniques et les kits concernent la faune domestique et sont extrapolés pour la faune sauvage.

Pour améliorer le suivi sanitaire, Marion VALLET propose d'harmoniser les procédures et de créer une base de données afin de centraliser toutes les données et d'améliorer ainsi la communication des résultats. Elle préconise également de favoriser l'acquisition de nouvelles connaissances notamment en surveillant de nouvelles maladies, en suivant d'autres espèces sentinelles, et en mettant l'accent sur la surveillance syndromique.

IV/ OBJECTIFS DE CETTE THESE

L'objectif de notre travail est de dresser un bilan des actions de veille et de surveillance sanitaire qui ont été menées dans le PNE au cours des dernières années.

Il consistera dans un premier temps à recenser tous les programmes passés ou en cours. Dans un second temps, nous réaliserons une analyse descriptive des résultats obtenus. Nous nous intéresserons ainsi aux espèces concernées par les programmes de veille sanitaire, aux périodes d'analyses et aux effectifs. Nous nous essayerons à faire ressortir d'éventuels problèmes sanitaires mis en évidence par les résultats d'analyses. En fonction des résultats d'analyses, nous détaillerons plus précisément quelques maladies importantes dans le PNE en termes de prévalence ou de gravité et nous proposerons des pistes envisageables d'investigations.

Enfin, nous nous appliquerons à étudier les avantages et les limites de chaque protocole et nous tenterons d'émettre des propositions pour améliorer le suivi sanitaire dans les années à venir.

PARTIE 2 : LE SUIVI SANITAIRE DANS LE PARC DES ECRINS

L'étude des maladies présentes au sein de la faune sauvage du Parc des Ecrins et donc la mise en place d'un suivi sanitaire, a pour objectifs :

- de préserver les populations sauvages et de veiller à leur bonne santé ;
- de préserver la santé publique, puisque des agents de zoonoses peuvent circuler dans la faune sauvage ;
- de préserver la santé des animaux domestiques, car le pastoralisme est un élément important du caractère des Ecrins donc l'existence de maladies réglementées dans la faune sauvage peut avoir un impact économique non négligeable ;
- de détecter des phénomènes émergents grâce au rôle de « sentinelle épidémiologique » joué par la faune sauvage.

I/ METHODES SUIVIES POUR CETTE THESE

I.A/ RECUEIL DES PROTOCOLES ET DES INFORMATIONS

La **collecte des protocoles et des résultats d'analyses sanitaires** déjà obtenus dans le PNE était le premier objectif de ce travail.

Cette étape a impliqué de rencontrer ou de prendre contact avec différentes personnes impliquées dans le suivi sanitaire du parc et pouvant transmettre des données et résultats :

- Thierry DURAND, directeur-adjoint de l'établissement public du PNE ;
- Michel BOUCHE, chargé de mission faune au PNE jusqu'à fin 2018 ;
- Ludovic IMBERDIS, chargé de mission faune au PNE depuis janvier 2019 ;
- Marc CORAIL, garde-moniteur dans le secteur du Champsaur ;
- Eric VANNARD, technicien de secteur dans le secteur du Briançonnais ;
- Dominique GAUTHIER, directeur du Laboratoire Départemental Vétérinaire et d'Hygiène Alimentaire des Hautes-Alpes (LDVHA05). En effet, toutes les analyses sérologiques ainsi que toutes les autopsies réalisées dans le cadre du suivi sanitaire dans le PNE ont été prises en charge par ce laboratoire ;
- Franck BOUE, Chef de l'Unité Surveillance et Eco-Epidémiologie des Animaux Sauvages au Laboratoire de la Rage et de Faune Sauvage de Nancy.

Ces rencontres et contact ont ainsi permis de recenser les protocoles mis en place au cours des dernières décennies dans le PN, de récupérer des informations détaillées sur chacun des protocoles, de récupérer les données et les résultats déjà obtenus et enfin de connaître les personnes à contacter pour obtenir éventuellement plus d'informations sur chacun des plans d'action.

Six programmes de veille sanitaire ont été mis en place dans le PNE :

- un protocole de suivi sanitaire visuel des populations de chamois
- des enquêtes sérologiques sur des individus capturés ou chassés dans le PNE
- l'autopsie des carcasses d'animaux retrouvés morts ou dans un état morbide justifiant la mise à mort de l'animal ;
- une veille sanitaire sur les Amphibiens ;
- une veille sanitaire sur les Chiroptères ;
- une veille concernant l'échinococcose alvéolaire sur les campagnols

Les veilles concernant les Amphibiens, les Chiroptères et les campagnols s'inscrivent dans des programmes nationaux.

Concernant le protocole de suivi sanitaire visuel des chamois, les données centralisées dans des tableurs Excel et des rapports annuels au format informatique ont été transmises par Michel BOUCHE.

Les résultats d'autopsies de l'année 2007 à 2018 ont été fournis informatiquement par Dominique GAUTHIER, qui regroupe les résultats sous forme de tableau Excel depuis 2007. Pour les autopsies plus anciennes, ce travail nous a amenés à retrouver les registres d'enregistrement des analyses, afin de retrouver les numéros de dossiers correspondant à des analyses demandées dans le cadre du suivi sanitaire au sein du PNE. Une fois les numéros des dossiers d'intérêt recensés, nous avons consulté les archives papiers consignées par année afin de sortir chacun des dossiers, de les photographier puis de compléter le tableau de synthèse des autopsies déjà réalisé.

Concernant les résultats des analyses sérologiques, le LDVHA.05 dispose de fichiers Excel annuels (de 2009 à 2017) recensant tous les résultats obtenus dans le cadre de la veille sanitaire du PNE. Les résultats des tests sérologiques réalisés sur les bouquetins sont séparés des résultats obtenus sur les autres espèces. Nous n'avons pas eu connaissance de tests sérologiques réalisés avant 2009.

Les informations concernant la veille menée sur les Amphibiens ont été transmises par Ludovic IMBERDIS, celle sur la veille menée sur les Chiroptères par Marc CORAIL.

Enfin les informations concernant le suivi mené sur les campagnols ont été recueillies auprès de Michel BOUCHE, d'Eric VANNARD et de Franck BOUE qui nous a transmis les résultats des analyses.

I.B/ ANALYSE DES DONNEES

Pour la description des résultats suivant les variables la **fonction filtre d'Excel** a été utilisée pour relever le nombre de cas concernés par une modalité de variable définie.

Les variables étudiées sont soit communes à plusieurs protocoles (« espèce », « âge », « sexe », « année », « secteur »), soit spécifiques d'un protocole (« lésions observées » pour le suivi sanitaire visuel des chamois, « séro-prévalence » dans les enquêtes sérologiques, « type de mort », « cause de la mort » et « évolution terminale » pour les résultats d'autopsie).

Le calcul des prévalences et des intervalles de confiance à 95% associés a été réalisé à l'aide de la fonction **binom.test** du logiciel R studio.

La fonction **fisher.test** du logiciel R studio a été utilisée pour des comparaisons de fréquences.

Le logiciel R Studio a été également employé pour des analyses plus spécifiques qui ont été entreprises pour analyser le succès de reproduction des chamois, les lésions observées au cours du suivi sanitaire visuel des chamois ainsi que les résultats sérologiques concernant la pestivirose chez les chamois et ceux concernant les virus à tropisme respiratoire chez les bouquetins, utilisant par exemple des modèles linéaires généralisés à effet mixte ou des régressions linéaires. Les méthodes seront décrites dans les paragraphes correspondants.

II/ RESULTATS : RECENSEMENT DES PROTOCOLES ET ETUDE DES DONNEES BRUTES OBTENUES

II.A/ SUIVI SANITAIRE VISUEL DES POPULATIONS DE CHAMOIS

II.A.1/ OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le **chamois**, espèce emblématique du PNE, est également considérée du fait de son abondance, de son comportement et des espaces qu'elle occupe (présents en zone cœur jusqu'à plus de 1800m), comme une « espèce sentinelle » par le PNE pour suivre les interactions possible entre faune domestique et faune sauvage et notamment mettre en évidence des éventuels passage d'agents pathogènes de la faune domestique vers la faune sauvage.

Ce programme d'observation visuelle, qui n'existe pas dans les autres parcs nationaux, vise également à stimuler l'intérêt des agents sur le terrain afin d'approfondir les connaissances sur les maladies évoluant chez les ongulés sauvages et d'observer l'apparition de nouvelles maladies. En s'intéressant à la démographie (taux de reproduction, taux de survie des chevreaux, sex-ratio), ce protocole vise également à évaluer le l'état général et la dynamique des populations de chamois dans le paysage du Parc naturel des Ecrins.

Les objectifs de ce suivi sanitaire sont ainsi de :

- Quantifier les naissances de chevreaux, le taux de survie à un an ainsi que le nombre de chevreaux par chèvre (ratio chèvre-chevreau). Ceci permet d'évaluer approximativement la mortalité estivale/hivernale des cabris et le taux de fécondité des femelles et de suspecter la présence de maladies abortives pouvant évoluer dans les populations.
- Mettre en œuvre « une vigilance par rapport à toute mort suspecte ou comportement étrange » ;
- Repérer les cadavres sur le terrain pour les collecter et chercher les causes de mortalité ;

- Permettre la mise en place de mesures de suivi spécifiques en cas d'apparition ou de suspicion d'une nouvelle épizootie. Les procédures à suivre sont détaillées dans le document en annexe 1 ;
- Assurer la transmission des connaissances de terrain via des comptes rendus annuels sur les données obtenues grâce à ces observations.

II.A.2/ OBSERVATEURS ET PARTENAIRES

Ce protocole implique de nombreux partenaires :

- l'ensemble des opérations de terrain est conduit par les agents du PNE à l'occasion de tournées organisées sur le terrain ;
- les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires des Hautes-Alpes et de l'Isère ;
- les DDPP (Directions Départementales de la Protection des Populations) ;
- l'Université Lyon 1 avec l'Unité mixte de Recherche 5558 (UMR), Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive ;
- les Fédérations Départementales des Chasseurs et l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS),
- le réseau SAGIR
- l'Office National des Forêts
- les autres parcs nationaux…

Il s'inscrit aussi dans la participation du PNE à l'Observatoire de la grande faune et de ses habitats.

La coordination du programme est gérée par Ludovic Imberdis en tant que chargé de mission faune au service scientifique du PNE.

Suite à son expérimentation, les données récoltées en 2003 devaient être analysées dans le cadre d'une convention entre le PNE et le Centre National d'Etudes et de Recherches Appliquées (CNERA) Faune de Montagne (structure de l'ONCFS) mais nous n'avons pas obtenu les retours sur cette analyse.

II.A.3/ PROTOCOLE TECHNIQUE

L'application de ce protocole d'observation, disponible en annexe 2, est prévu dans la **zone cœur du PNE**, mais les observations hivernales peuvent exceptionnellement avoir lieu en zone contigüe de la zone cœur.

Mis en œuvre initialement au **printemps 2003,** le protocole a été reconduit chaque année.

Le suivi consiste en l'**observation visuelle à la longue-vue** des chamois visibles sur un territoire défini pour chacun des sept secteurs en zone cœur du PNE. Les observations sont ainsi effectuées sur des territoires définis à raison de quatre fois par an jusqu'en 2011 (en

mars, juillet, octobre et décembre) puis trois fois par an depuis 2012 (en mars, juillet et novembre).

Pour chaque territoire défini, il est essentiel d'échantillonner la même population au fil des suivis. Ainsi, les itinéraires suivis pour l'échantillonnage doivent être identiques entre les mêmes trimestres d'années différentes. En revanche, les itinéraires varient entre trimestres d'une même année en raison des variations saisonnières d'occupation de territoires.

Afin d'obtenir un échantillon de taille importante pour la population de chamois du PNE, le nombre d'individus à observer par mois est de 100 par secteur soit 700 par mois en prenant en compte les 7 secteurs, soit un total de **2100 chamois à observer par an.** Un échantillon de 100 chamois par secteur et mois permet en effet une estimation relativement précise de la prévalence pour une maladie qui serait présente chez 8% des animaux de l'échantillon (8% + ou – 5%). De plus, un échantillon de taille n = 100 permet de détecter (avec une probabilité de 95% au moins) une maladie présente dans la population à une prévalence de 3,6% au moins.

L'observateur dispose d'une fiche à remplir. Un groupe de chamois observé doit faire l'objet d'une ligne de la fiche, en sachant qu'un groupe de chamois est défini par l'ensemble des animaux distants de moins de 50 mètres ou se dirigeant dans la même direction.

Le premier volet d'observation est de déterminer le sexe et l'âge de tous les animaux du groupe le plus précisément possible afin d'apprécier des **indicateurs de la dynamique des populations** comme le taux de reproduction apparent (nombre de chevreaux/nombre de femelles) ou les survies estivale et hivernale des chevreaux (par comparaison des taux de reproduction apparents obtenus aux différents trimestres). L'observateur doit répartir les animaux observés en six catégories : chevreaux, éterles/éterlous (femelles et mâles dans leur deuxième année), adultes mâles, adultes femelles, adultes de sexe indéterminé, individus d'âge et de sexe indéterminés.

Le second volet d'observation consiste à relever toutes les lésions et symptômes visibles à la longue vue. Ces lésions doivent être rapportées dans des fiches « suivi sanitaire ».

Si des signes évocateurs d'une maladie relativement simple à caractériser type kérato-conjonctivite, bronchopneumonie, gale sarcoptique, ecthyma contagieux… ou des signes d'altération de la dynamique des populations comme un nombre anormalement bas de chevreaux, sont observés, l'observateur est tenu de réitérer les observations les jours suivants et d'informer le service scientifique de ses observations.

En plus des observations visuelles, le programme de suivi sanitaire des chamois inclut un volet de recherche des causes de mortalité, dont le protocole a été établi avec les laboratoires départementaux des Hautes-Alpes et de l'Isère dans des cas particuliers. Dans ce cadre, les cadavres frais et intacts ou les animaux agonisants peuvent faire l'objet d'une autopsie (voir paragraphe II.C) après l'obtention d'une autorisation de transport auprès du service scientifique pour les animaux situés en zone cœur du PNE ou auprès des Fédérations Départementales des Chasseurs pour les animaux situés en zone d'adhésion. Si le transport s'avère compliqué, un prélèvement d'organes sur le terrain est envisageable.

Pour les résultats issus du protocole d'observation visuelle des chamois, nous disposons d'un fichier Excel par année de 2008 à 2017. Dans chaque fichier, une feuille est dédiée à chaque « mois » d'observation, soit quatre feuilles par fichier jusqu'en 2011, puis seulement trois à partir de 2012. Les données des suivis de chamois de 2003 à 2007 étaient initialement regroupées par secteur et non par année, elles ont été réorganisées par année.

Le tableau est constitué d'une observation d'un groupe de chamois par ligne et d'une variable par colonne. La partie gauche du tableau regroupe les variables suivantes :

- « **secteur** » : correspond au secteur de l'observation (Embrunais, Vallouise, Oisans, Valbonnais, Valgaudemar, Champsaur ou Briançonnais) ce qui permet de distinguer des populations de chamois ;
- « **commune** » et « **lieu-dit** » : spécifient l'environnement et l'altitude ;
- « **date de l'observation** » : renseignée en jour-mois-année ;
- « **Ad mâle** » : nombre de mâles adultes observés dans le groupe ;
- « **Ad femelle** » : nombre de femelles adultes observées dans le groupe ;
- « **Ad ind** » : nombre d'individus adultes de sexe indéterminé observés dans le groupe ;
- « **chevreau** » : nombre de jeunes de moins d'un an observés dans le groupe sans distinction de sexe ;
- « **éterle/éterlou** » : nombre de sub-adultes, entre 1 et 2 ans, observés dans le groupe sans distinction de sexe ;
- « **S A ind** » : nombre d'individus pour lesquels ni la classe d'âge ni le sexe n'a pu être déterminé ;
- « **taille du groupe** » : nombre total de chamois observés dans le groupe quel que soit l'âge ou le sexe. Lorsque la somme des six autres colonnes et la valeur renseignée dans « taille du groupe » étaient différentes, nous avons par défaut pris en compte le résultat de la somme.

La partie droite du tableau répertorie les anomalies potentiellement observées sur des individus du groupe. Les variables suivantes sont renseignées :

- « **identité de l'animal** » : nombre d'individus présentant une anomalie, classe d'âge et sexe concernés. En effet, même si plusieurs individus avec anomalies sont observés, toutes les informations doivent être répertoriées dans la même ligne du tableur ;
- « **longitude** » et « **latitude** » : très rarement renseignées, elles permettent de localiser précisément l'individu et d'éventuellement le retrouver ;
- « **état** » : animal observé vivant, agonisant ou cadavre ;
- « **lésions ou troubles visibles** » : répertorie les anomalies observables à distance. Les descriptions plus ou moins précises appartiennent à plusieurs classes de lésions : un problème oculaire, un problème respiratoire dont de la toux, un mauvais état général (animal faible ou maigre), de la diarrhée, un gonflement au niveau de la joue dit « syndrome hamster », un problème cutané ou des abcès, une blessure récente ou une boiterie, un traumatisme ancien ou une corne cassée, un problème comportemental ou encore un problème génital (type gonflement au niveau de la mamelle).

Selon les années, des graphiques de synthèse à partir des données sont déjà réalisés dans les fichiers Excel par exemple. Nous disposons par exemple :

- de diagrammes circulaires annuels présentant le nombre total d'individus observés de chaque catégorie (classe d'âge, sexe) ;
- de diagrammes circulaires annuels présentant le nombre total d'individus avec anomalie observés regroupés en fonction du type de lésion ;
- de courbes présentant l'évolution du nombre d'individus observés au cours des années ;
- de diagrammes en bâtons présentant l'évolution de la répartition des lésions observées au cours des années ;
- de courbes présentant l'évolution du taux de reproduction et de la sex-ratio au cours des années…

Enfin, nous disposons de comptes rendus annuels écrits, rédigés et transmis par Michel BOUCHE concernant les suivis des chamois de 2014 à 2017. Il y présente notamment l'évolution du nombre de chamois observés, le pourcentage d'animaux présentant des anomalies visibles, la répartition des anomalies observées en pourcentages ainsi que l'évolution des taux de reproduction et de la sex-ratio. Des comptes rendus annuels sont rédigés depuis 2008 mais nous n'avons pas pris connaissance de ceux concernant les années 2008 à 2013.

II.A.5/ ANALYSE DESCRIPTIVE DES DONNEES

⟹ Nombre de chamois observés annuellement

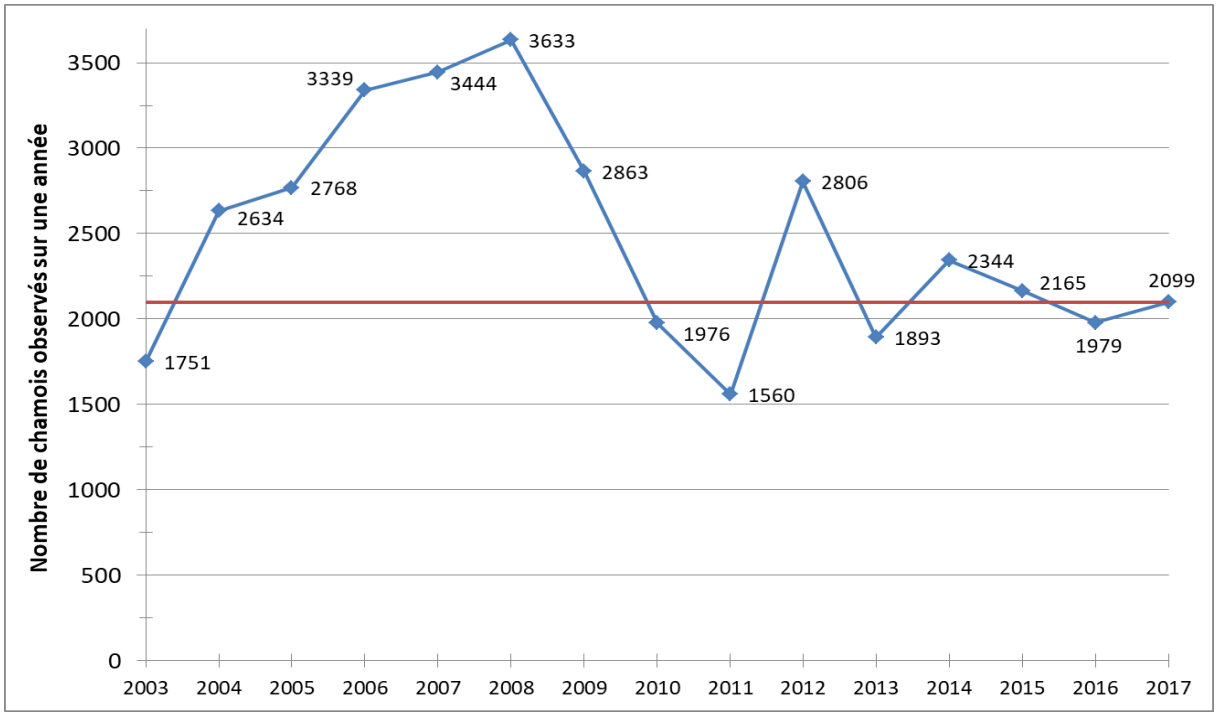


FIGURE 5 :
EVOLUTION DE L'EFFECTIF TOTAL DE CHAMOIS OBSERVES EN FONCTION DES ANNEES DE 2003 A 2017

Le nombre total de chamois observés sur une année **varie de 1560 chamois en 2011 à 3633 chamois en 2008**, avec une moyenne de 2484 chamois observés annuellement sur la période 2003-2017 (Figure 5). Le détail des observations n'étant disponible pour l'année 2016, le nombre de chamois observé en 2016 est issu de comptes rendus rédigés par Michel BOUCHE.

En dehors des années 2003 (mise en place du protocole), 2010, 2011, 2013 et 2016, le nombre de chamois observés est **supérieur au nombre attendu de 2100 chamois annuels**. Il est relativement stable, oscillant autour du seuil de 2100 depuis 2015.

⟹ Répartition des observations par secteur

Le détail des observations n'étant pas disponible pour l'année 2016, elles ne sont pas prises en compte dans les calculs.

La **quasi-totalité** (99,4%) des observations obtenues dans les tableaux de données ont pu être attribuées à un secteur (Figure 6). Pour les 0,6% de chamois observés restants, les renseignements n'étaient pas assez complets.

Le nombre de chamois observés est légèrement plus important dans l'Embrunais et le Briançonnais (18% et 16%) que dans le Champsaur, le Valgaudemar, la Vallouise et le Valbonnais (14%-14%-14%-13%) et l'Oisans semble le secteur le moins suivi (11%).

D'après une communication de Michel BOUCHE, le temps annuel passé pour ces observations dans l'Embrunais est de 6 à 8 journées-agents par an, mais nous n'avons pas de comparaison avec les autres secteurs.

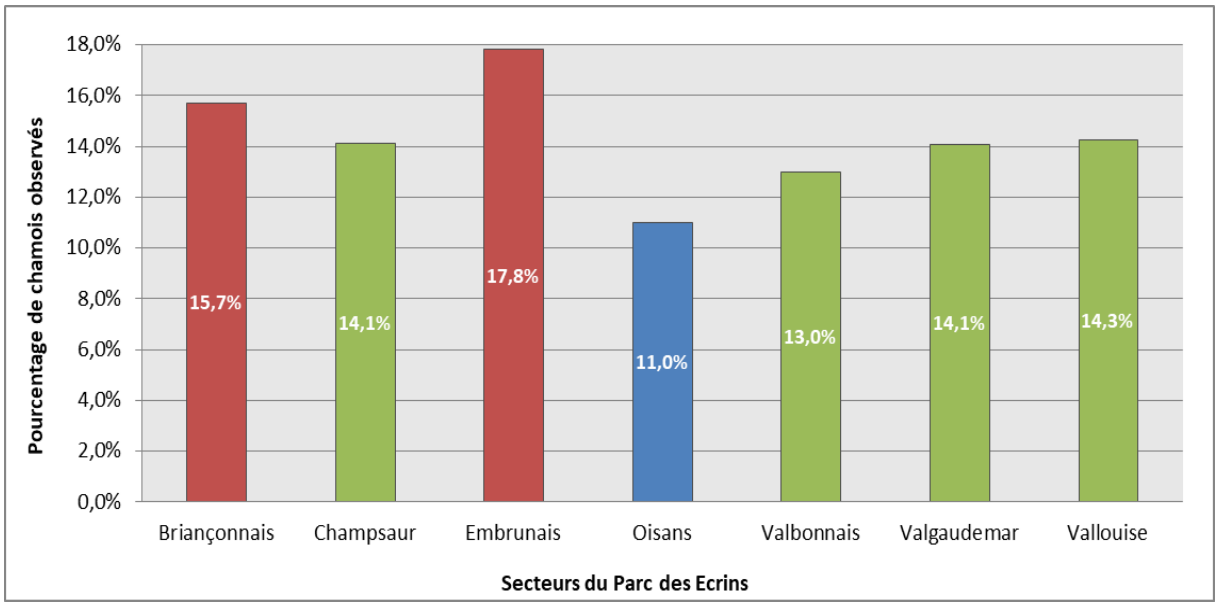


FIGURE 6 : REPARTITION DU NOMBRE DE CHAMOIS OBSERVES PAR SECTEUR DU PNE

⟹ Répartition des chamois par classe d'âge et de sexe

La classe la plus représentée est celle des **femelles adultes** (41%) (Figure 7). La proportion de mâles adultes observés est bien moindre (25%). Cependant cette répartition annuelle apparente pourrait être faussée par le comportement plus nomade des mâles. Les chevreaux représentent 20% des observations et 10% des individus observés sont des jeunes dans leur deuxième année.

Seulement 4% des individus observés ne sont pas totalement identifiés.

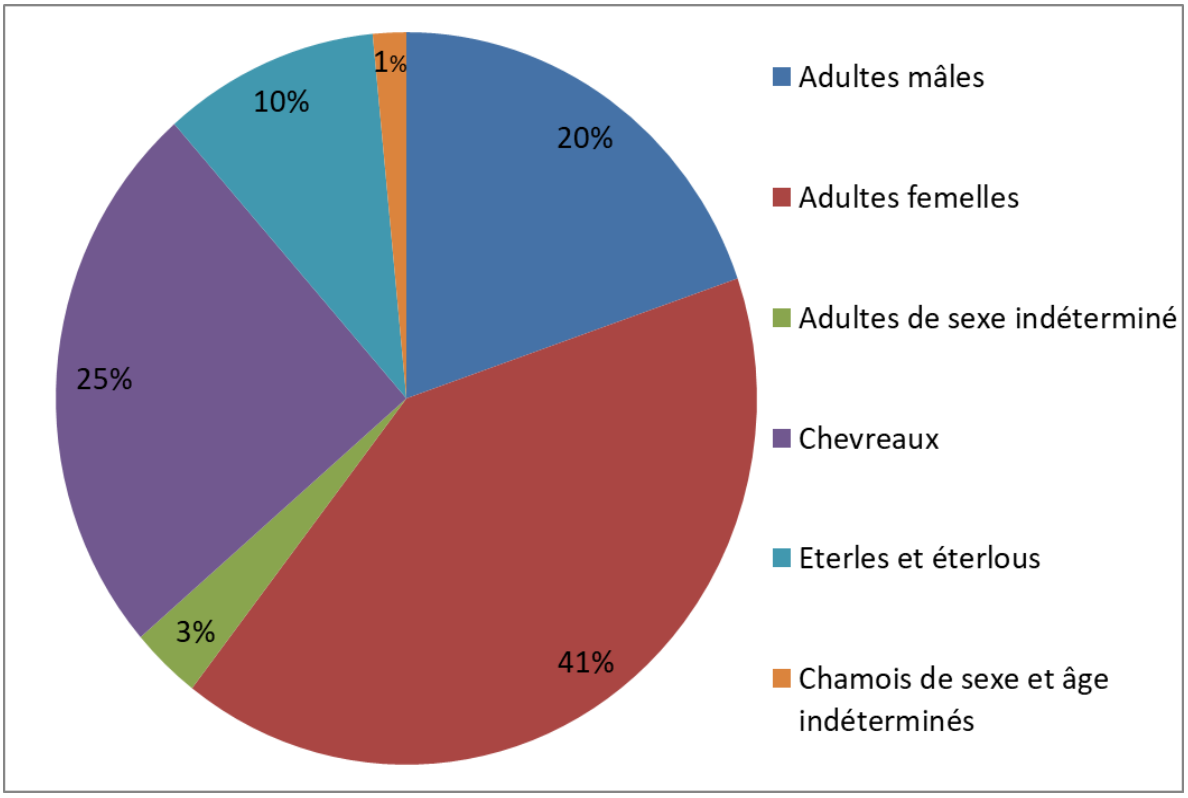


FIGURE 7 :
REPARTITION MOYENNE DES CHAMOIS OBSERVES PAR CLASSE D'AGE ET DE SEXE ENTRE 2003 ET 2017

La répartition des chamois par classe est globalement constante depuis 2003 (Figure 8). L'ordre d'importance des classes reste identique. Les proportions d'individus avec une identification incomplète restent basses et constantes.

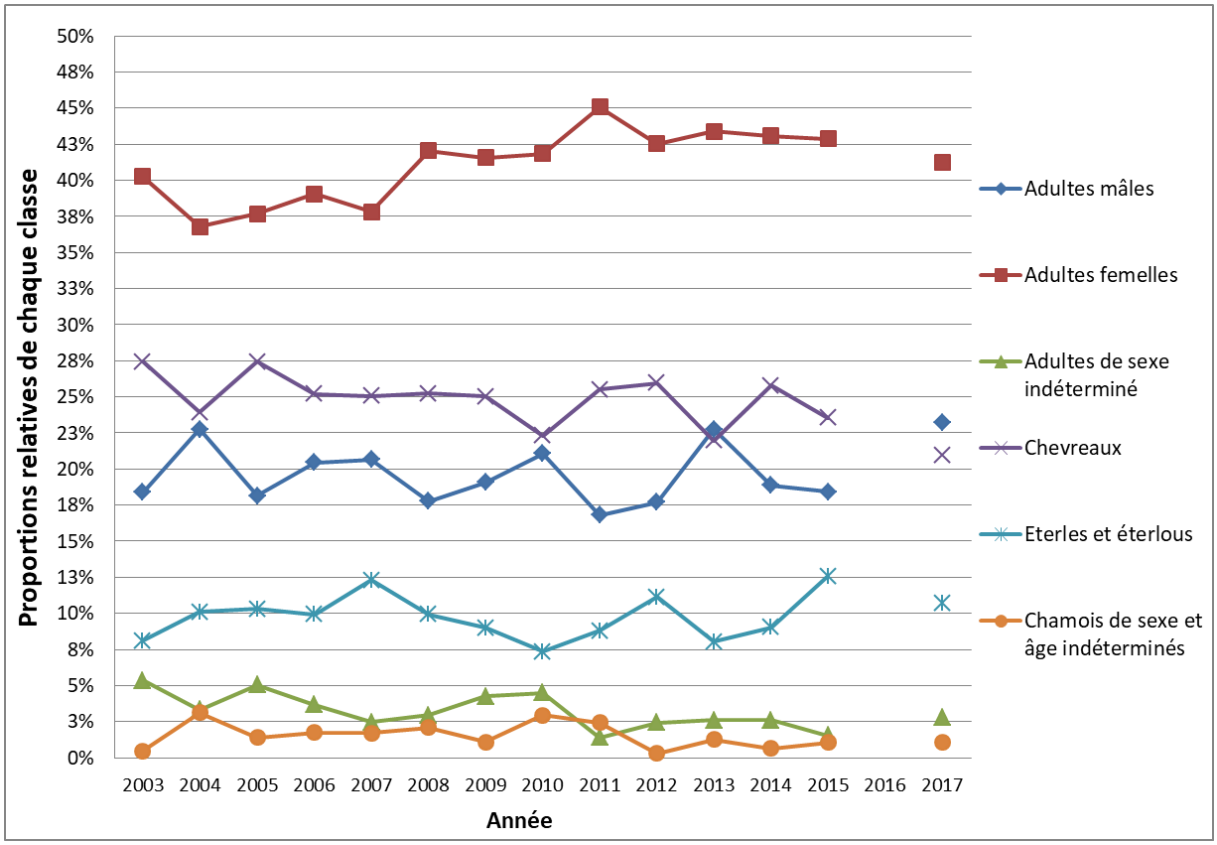


FIGURE 8 : EVOLUTION DES POURCENTAGES DE CHAQUE CLASSE DE CHAMOIS OBSERVES ENTRE 2003 ET 2017

⟹ Répartition par sexe

La sex-ratio moyenne sur les individus observés sur la période 2003-2017 est de 2,1 femelles pour 1 mâle. La valeur de la sex-ratio apparente pour l'année 2016 est issue des comptes rendus de Michel Bouche.

La sex-ratio annuelle apparente varie de 1,6 en 2004 à 2,7 en 2011 (Figure 9).

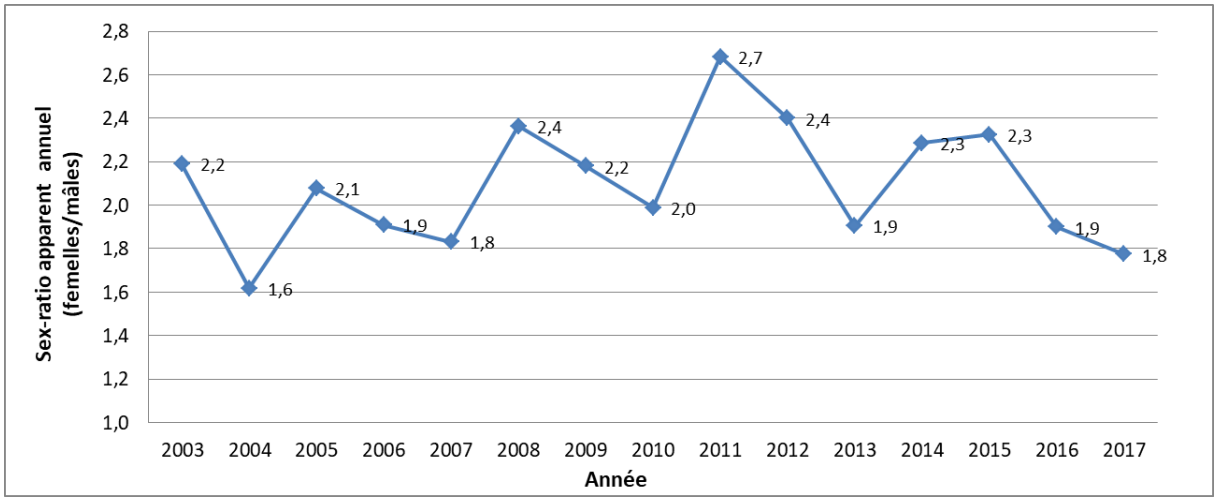


FIGURE 9 : EVOLUTION DE LA SEX-RATIO APPARENTE ANNUELLE ENTRE 2003 ET 2017

En revanche, en s'intéressant à la sex-ratio apparente en fonction du mois d'observation (Figure 10), nous observons une **grande fluctuation en fonction de la période de l'année** : la sex-ratio augmente fortement entre le printemps et l'été puis chute brutalement entre l'été et l'hiver. La fourchette s'étend alors de 1,15 femelle pour 1 mâle en décembre 2004 à 4,65 femelles pour 1 mâle en juillet 2014. Ces fluctuations concordent avec la **période de rut qui a lieu en automne**. Pour l'année 2016, seule la valeur de la sex-ratio apparente en novembre a pu être tirée des comptes rendus de Michel BOUCHE.

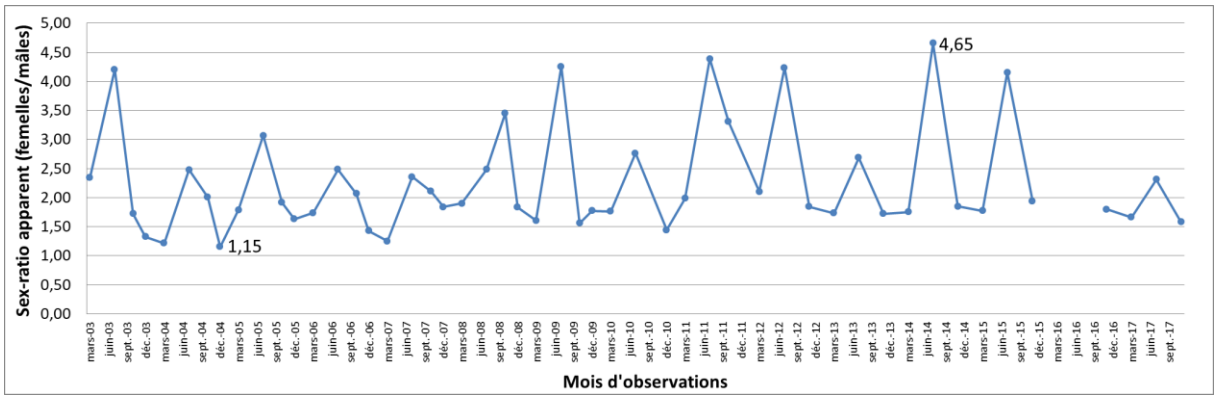


FIGURE 10 :
EVOLUTION DE LA SEX-RATIO APPARENTE EN FONCTION DU MOIS D'OBSERVATION SUR LA PERIODE 2003-2017

⟹ Suivi des taux de reproduction apparents

Le taux de reproduction apparent sur une année d'observation, défini comme le rapport entre nombre de chevreaux observés sur l'année sur le nombre de femelles observées cette même année, semble globalement **en légère baisse depuis le début du suivi sanitaire** avec une moyenne **de 0,6 chevreaux observés par femelle** (Figure 11).

Le taux de reproduction apparent maximum a été observé en 2005 (TR = 0,73) tandis que le minimum a été observé en 2017 (TR = 0, 51). Pour l'année 2016, le taux de reproduction apparent est donné par la moyenne des valeurs de mars, juillet et novembre obtenues dans des comptes rendus de Michel BOUCHE.

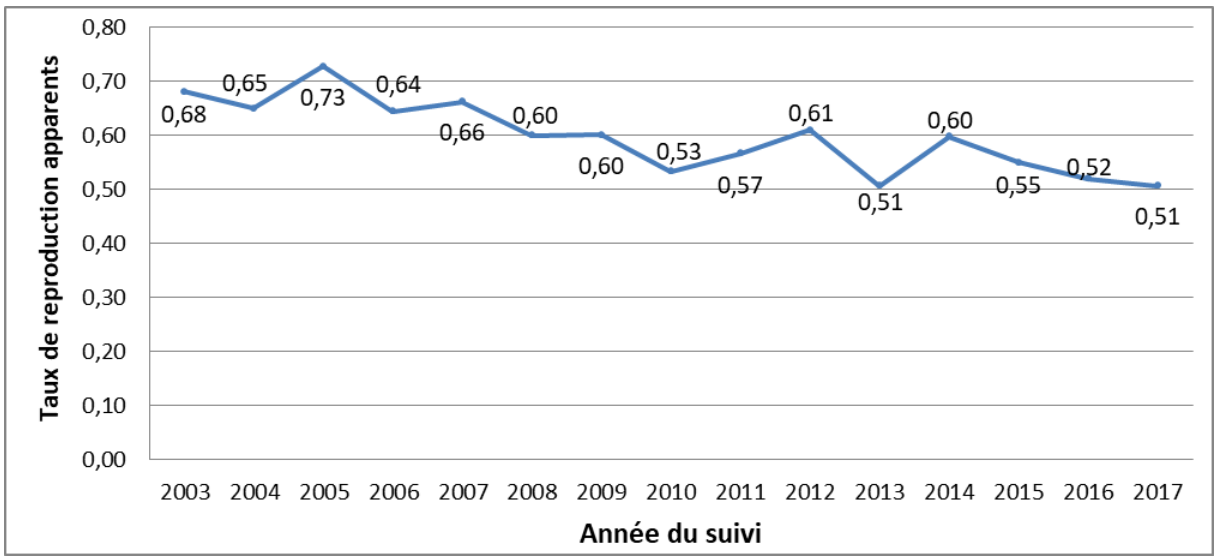


FIGURE 11 : EVOLUTION DES TAUX DE REPRODUCTION APPARENTS ANNUELS DE 2003 A 2017

Les taux de reproduction apparents calculés sur les **observations trimestrielles** suivent une <u>évolution cyclique</u> depuis le début du suivi sanitaire (Figure 12): ils sont au <u>maximum en juillet</u> puis chutent à l'observation d'hiver et à l'observation de mars. Les valeurs pour mars, juillet et novembre 2016 sont issues de comptes rendus de Michel BOUCHE.

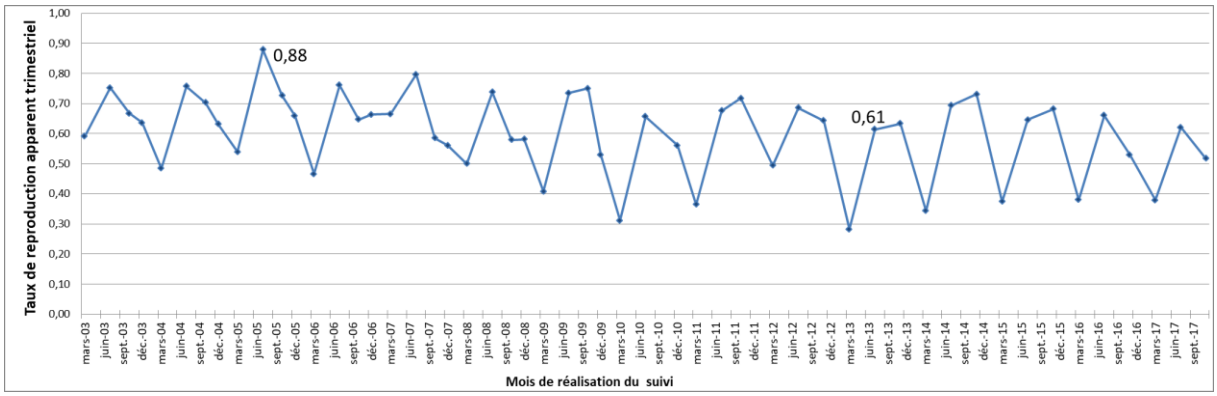


FIGURE 12 : EVOLUTION DES TAUX DE REPRODUCTION PAR MOIS D'OBSERVATIONS DE 2003 A 2017

Le taux de reproduction apparent en <u>juillet</u> donne une idée du **taux de fécondité des femelles** c'est-à-dire au <u>nombre de chevreaux par femelle</u> (en faisant abstraction des jeunes morts avant l'observation réalisée en juillet). Sur la période 2003-2017, <u>le taux de fécondité apparent moyen est ainsi de 0,71</u> avec un maximum de 0,88 atteint en juillet 2005 et un minimum de 0,61 atteint en juillet 2013 et juillet 2017

La chute du taux de reproduction observée entre juillet et octobre/novembre montre une <u>mortalité estivale généralement modérée</u>, tandis que la chute plus importante entre l'observation de fin d'année et l'observation de mars montre une <u>mortalité hivernale plus marquée</u>.

Les taux de reproduction ont fait l'objet d'une analyse à l'aide d'un modèle linéaire généralisé, dont le but était de savoir si les taux de reproduction sont liés à différentes variables explicatives.

L'ensemble des observations a été rassemblé dans un tableau résumé comportant une ligne par année, secteur et période d'observation (été, automne, hiver). Pour chaque combinaison, le nombre de chevreaux et de femelles était rapporté, permettant de calculer le ratio nombre de chevreaux observés/nombre de femelles observée.

Nous avons testé si le taux de reproduction varie en fonction du secteur (Briançonnais, Champsaur, Embrunais, Oisans, Valbonnais, Valgaudemar, Vallouise), de l'année (2003 à 2017) et de la période d'observation (été, automne ou fin d'hiver) :

- le secteur permet de tester l'hypothèse de variations spatiales ;
- l'année permet de tester s'il y a des variations au cours du temps ;
- la période permet de tester les variations au cours d'une année.

Dans cette analyse, l'effet observateur n'a pas été inclus, en considérant que tous les observateurs sont également compétents pour discriminer les classes d'âge et de sexe.

Pour chercher le meilleur modèle permettant d'expliquer ce taux de reproduction, le modèle incluant les effets de toutes les variables explicatives potentielles a été ajusté et comparé à tous les modèles plus simples.

La sélection de modèle était basée sur le critère d'Akaike AICc. Le modèle présentant la plus faible valeur d'AICc représente le meilleur compromis entre simplicité du modèle et ajustement aux données.

L'ajustement de modèle a été réalisé à l'aide des fonctions **lm** de R, et la sélection de modèle à l'aide de la fonction **dredge** (package MuMIn de R).

Dans l'analyse des taux de reproduction, le modèle sélectionné inclut les facteurs **année** et **période.**

L'analyse de l'évolution des succès de reproduction d'été, d'automne et de fin d'hiver en fonction du temps montre que (Figure 13) :

❖ le taux de reproduction apparent **en été diminue au fil des années** avec une diminution de 0,015 [0,006 – 0,024] chaque année. Les valeurs prédites par le modèle pour la période d'été passent de 0,82 à 0,61 ce qui représente une diminution de 26% sur la période 2003 -2017 ;

❖ le succès de reproduction d'**hiver** suit la même **diminution** que celui d'été et nous observons une baisse de 0,25 [0,16 - 0,35} entre le succès de reproduction d'été et celui d'hiver sur toute la période

❖ en revanche, le succès de reproduction d'**automne ne diminue pas significativement au fil des années** : il diminuait de 0,18 entre l'été et l'automne au début de la période d'étude mais ne diminue plus les dernières années.

Le facteur secteur n'est pas retenu dans le modèle, ce qui signifie que cette évolution est synchrone entre secteurs. Ces évolutions différentes feront l'objet d'une discussion en paragraphe IV.C.

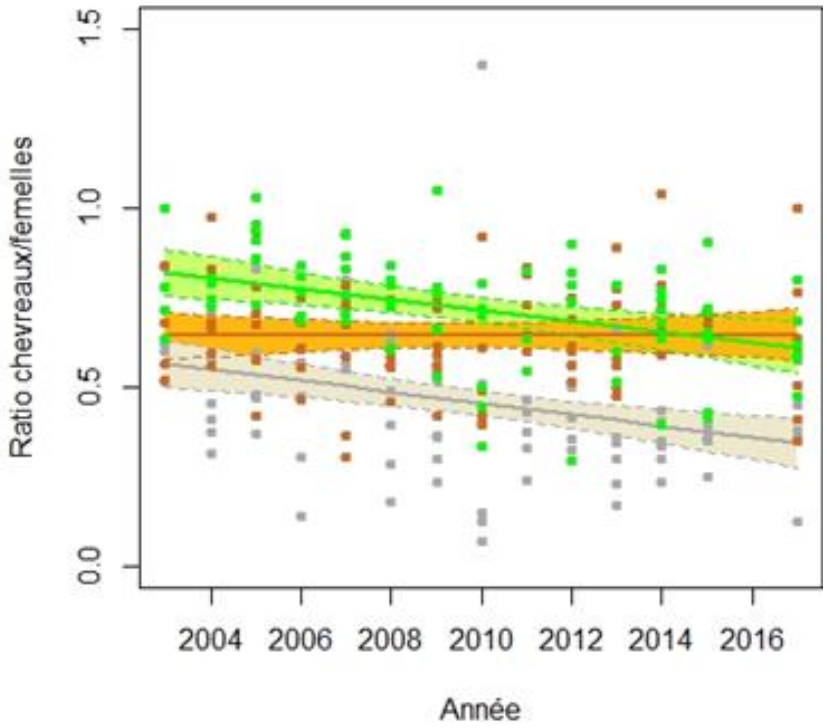


FIGURE 13 : TAUX DE REPRODUCTION (NOMBRE DE CHEVREAUX/NOMBRE DE FEMELLES) D'HIVER (GRIS), D'ETE (VERT) ET D'AUTOMNE (ORANGE) DES CHAMOIS SUR LA PERIODE 2003-2017.
(Les points représentent les valeurs observées (un point par secteur pour chaque saison et chaque année) et les lignes représentent les valeurs moyennes prédites par le meilleur modèle, avec leur intervalle de confiance.)

⟹ Analyse des données sur les anomalies observées

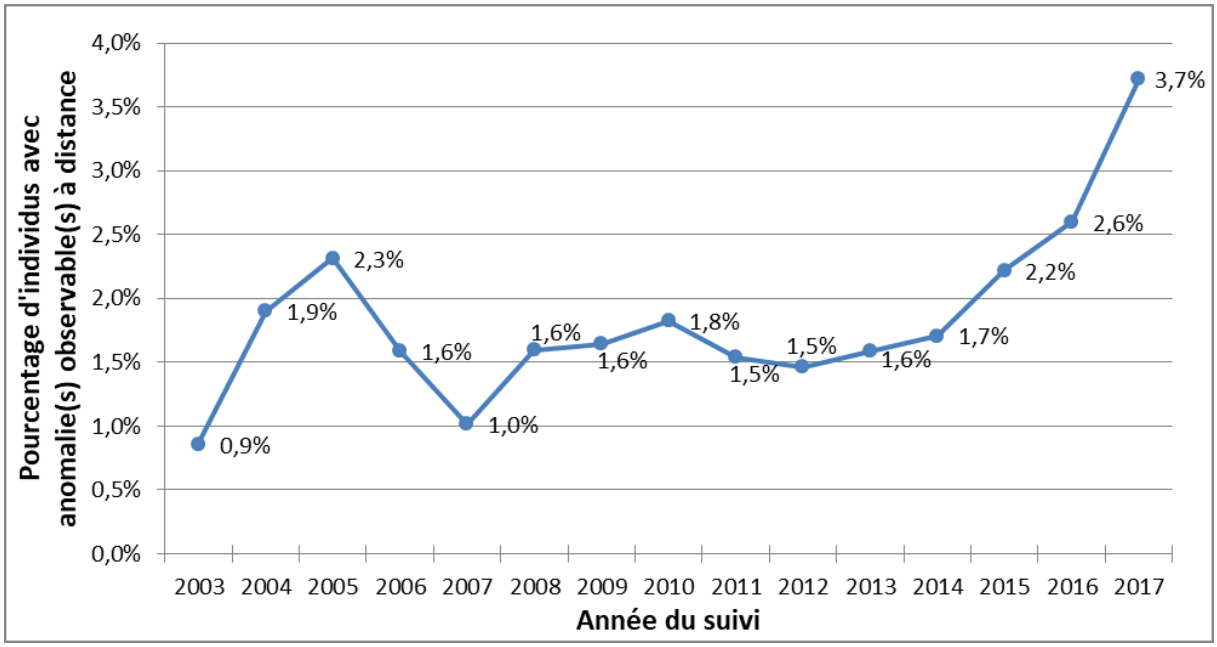


FIGURE 14 : EVOLUTION DU POURCENTAGE DE CHAMOIS PRESENTANT DES ANOMALIES OBSERVABLES (PERIODE 2003-2017)

Suite au traitement des observations renseignées dans les tableurs Excel de suivi sanitaire, nous notons que **le pourcentage de chamois présentant des anomalies observables à la longue vue est en augmentation constante depuis 2012** (Figure 14). En 2017, ce taux a atteint le maximum de **3,7%** de chamois observés présentant des anomalies. Pour l'année 2016, le pourcentage renseigné est tiré des comptes rendus de Michel BOUCHE.

L'augmentation du taux d'anomalies prend notamment en compte un nombre important d'animaux présentant un poil d'hiver anormal à l'observation de juillet, ce qui peut être lié à des observateurs plus aguerris avec l'expérience.

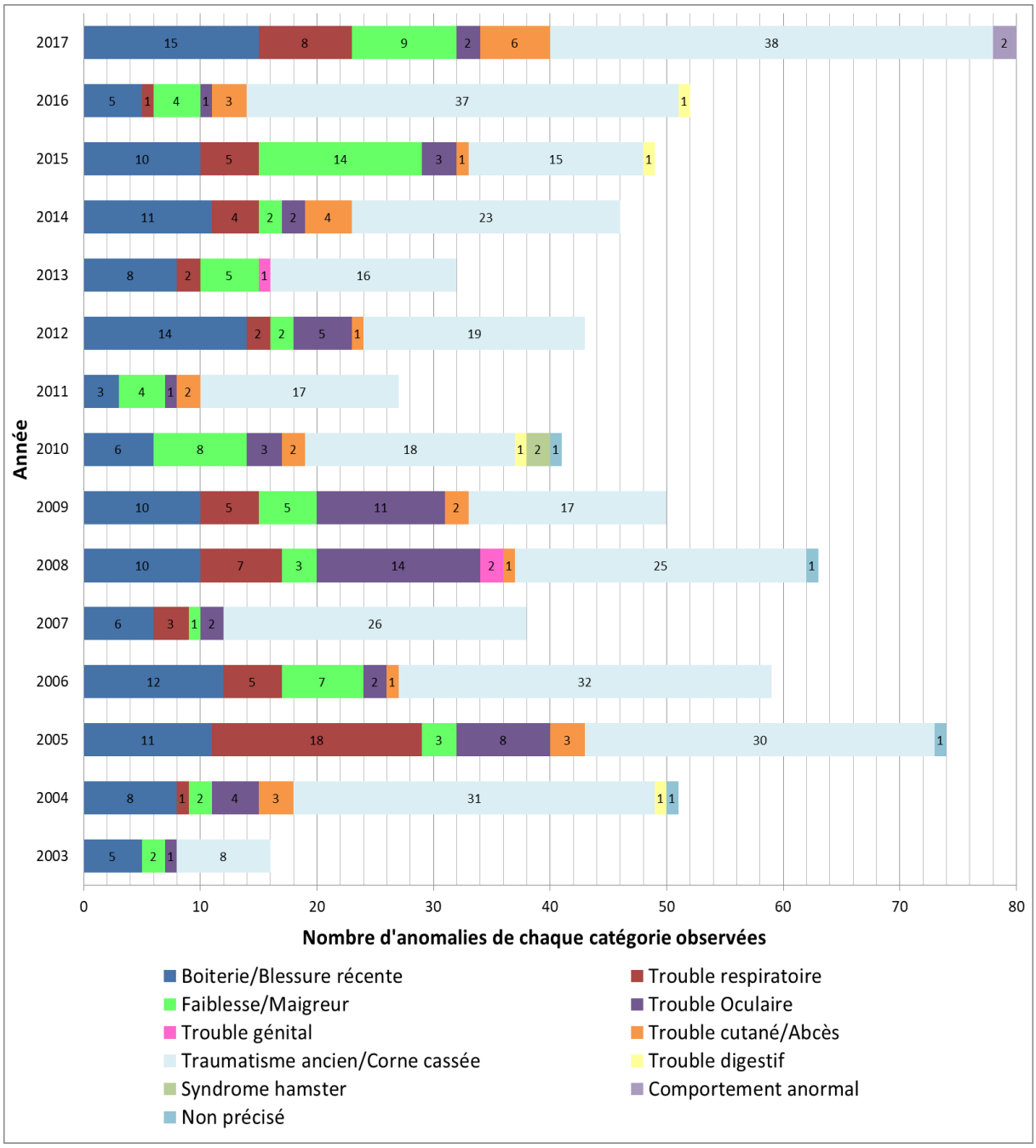


FIGURE 15 : EVOLUTION DU TYPE D'ANOMALIE(S) OBSERVEE(S) SUR LES CHAMOIS DE 2003 A 2017

La distribution par type d'anomalie observable sur l'année 2016 est tirée des comptes rendus de Michel BOUCHE.

Parmi les anomalies observées se trouvent des anomalies pouvant être reliées à une maladie mais aussi des anomalies *a priori* sans impact sur la santé de l'individu. Les principales catégories d'anomalies rencontrées sont (Figure 15):

- des **traumatismes** semblant anciens et notamment des cornes cassées ;
- des **boiteries** et des **blessures** semblant récentes, dont des membres cassés ;
- des **troubles oculaires** en particulier des écoulements oculaires et des blépharospasmes (fermetures ou clignement excessifs des paupières) ;
- des **troubles respiratoires** représentés notamment par de la toux ou du jetage;
- des **troubles digestifs** avec l'observation de diarrhées ou de traces de diarrhées ;
- des chamois en **mauvais état général** en particulier paraissant maigres ou faibles ;
- des **abcès** ou des **troubles cutanés** tels que des dépilations ou des anomalies de pelage ;
- des **troubles génitaux**, en l'occurrence des mammites (inflammation de la mamelle)
- des **syndromes « hamsters »** c'est-à-dire des animaux d'aspect « joufflu », accumulant probablement de la nourriture ou de la salive .

En 2017, pour la première fois des **comportementaux anormaux** ont été observés chez deux animaux et notamment une absence de fuite de ces chamois à l'approche de l'homme.

A noter que certains chamois présentent plusieurs anomalies concomitantes

Les cornes cassées et les boiteries représentent la majorité des anomalies observées chaque année, viennent ensuite les individus en mauvais état général, avec un trouble oculaire ou un trouble respiratoire. Les troubles digestifs, les troubles génitaux, les troubles cutanés, les syndromes « hamster » et les troubles comportementaux sont plus rarement observés.

.

⟹ Analyse multivariée des anomalies observées

❖ Matériel et méthode

L'ensemble des observations visuelles a été rassemblé dans un tableau comportant les informations sur l'année, le secteur, l'observateur, la taille et la composition des groupes et le nombre d'observation de chaque syndrome.

Les syndromes analysés ont été : un ou plusieurs syndrome(s) tous types confondus observé(s) sur un animal vivant, les boiteries, les signes cutanés, les traumatismes, les problèmes digestifs, les problèmes respiratoires, les états de faiblesse ou de maigreur, les problèmes oculaires et les cas de mortalité.

La probabilité d'observer chaque syndrome a été analysée à l'aide d'un **modèle linéaire généralisé à effet mixte** (GLMM).

La **variable analysée** était le nombre de cas observés rapporté au nombre d'animaux du groupe, de façon à estimer la probabilité pour un individu d'être vu avec ce syndrome.

Les **variables explicatives** étaient l'année (variable continue de 2003 à 2017), la période (été, automne ou fin d'hiver), le secteur (Briançonnais, Champsaur, Embrunais, Oisans, Valbonnais, Valgaudemar, Vallouise), le type de groupe (groupe constitué majoritairement de mâles adultes versus autres groupes) et la taille du groupe.

- Pour l'année, l'hypothèse était que la probabilité d'observer les syndromes peut avoir évolué au fil du temps, soit du fait d'une évolution de leur fréquence sur le terrain, soit du fait d'un changement progressif de détectabilité ;
- Pour la période, l'hypothèse était que les syndromes sont plus souvent observés à certaines saisons. En particulier, on s'attendait à une observation de maladie et de mortalité plus fréquente en automne/hiver qu'en été, du fait des conditions plus difficiles pouvant rendre les animaux plus sensibles ;
- Pour le secteur, l'hypothèse était qu'il existe des variations spatiales du risque ou de la détectabilité de syndrome ;
- Le type de groupe permet de savoir si les observations concernent plutôt des mâles ou des femelles ;
- La taille de groupe permet de tester si la probabilité d'observation diminue lorsque la taille du groupe augmente, du fait d'un plus grand nombre d'animaux à observer.

Les variables ci-dessus représentent les effets fixes des modèles testés, pour lesquels des hypothèses sont testées.

Enfin, un effet observateur a été introduit comme **variable aléatoire dans tous les modèles**, de façon à prendre en compte les différences de méthodes des observateurs.

Pour chaque risque, nous avons ajusté et comparé une série de modèles identiques.

Le modèle le plus complet, comportant les effets fixes secteur, année, période, type de groupe et taille de groupe a été comparé à tous les sous-modèles possibles.

Le modèle le plus parcimonieux a été choisi à l'aide du **Critère d'Akaike corrigé AICc**.

Le modèle choisi a été examiné et les **odds-ratio (OR)** ajustés ont été calculés. Les OR représentent des estimations du risque relatif associé à une modalité donnée.

L'ajustement de modèle a été réalisé à l'aide des fonctions **glm** et **glmer** de R, et la sélection de modèle à l'aide de la fonction **dredge** (package MuMIn de R).

- Résultats

Dans certaines analyses (celles concernant les signes cutanés, les traumatismes, les problèmes digestifs, les problèmes respiratoires, les états de faiblesse ou de maigreur, les problèmes oculaires et les cas de mortalité), tous les modèles mixtes (incluant des effets fixes et l'effet aléatoire observateur) ne convergeaient pas. L'analyse a donc été basée sur l'examen du modèle sans la variable « observateur ».

Les résultats des deux démarches ont été comparés. Les modèles mixtes et fixes donnaient des valeurs estimées de paramètres très proches. Le résultat du modèle fixe, permettant d'obtenir les intervalles de confiance à 95% associés a été conservé.

Les résultats sont résumés dans le tableau II.

TABLEAU II : RESUME DES RESULTATS DE L'ANALYSE MULTIVARIEE REALISEE SUR LES SYNDROMES RELEVES LORS DU SUIVI SANITAIRE VISUEL DES CHAMOIS
(Les valeurs correspondent aux OR suivis des intervalles de confiance associés. Les OR supérieurs à 1 sont en rouge et ceux inférieurs à 1 en bleu.)

	Secteur: référence = Briançonnais	**Année :** augmentation de une année	**Période :** référence = été	**Type de groupe :** majorité de mâles/majorité de femelles	**Taille du groupe :** augmentation d'une unité
Syndromes tous types confondus	Embrunais 0,39 [0,23 - 0,64] Valgaudemar 0,58 [0,40 - 0,86] Vallouise 0,26 [0,16 - 0,42]	//	Automne 1,49 |1,20 - 1,86] Hiver 1,89 [1,52 - 2,37]	2,00 [1,61 - 2,48]	0,96 [0,95 - 0,97]
Boiteries	//	1,07 [1,01 – 1,13]	//	4,79 [3.03 - 7.48]	0,99 [0,97 – 1,00]
Problèmes cutanés	//	//	//	//	0,91 [0,85 – 0,96]
Traumatismes	Valbonnais 1,71 [1,16 - 2,53]	//	Automne 1,49 |1,20 - 1,86] Hiver 1,89 [1,52 - 2,37]	2,74 [1,99 - 3,73]	0,98 [0,97 - 0,99]
Problèmes digesifs	//	//	Automne < Eté Hiver < Eté	//	0,75 [0,48 - 0,96]
Problèmes respiratoires	Briançonnais > autres secteurs	//	Automne 2,84 [1,42 – 6,32] Hiver 1,03 [0,40 – 2,65]	//	0,95 [0,92 – 0,97]
Etat de faiblesse ou maigreur	Valgaudemar 3,01 [1,31 - 7,18] Vallouise 0,23 [0,03 - 0,86]	1,10 [1,03 – 1,18]	//	//	0,97 [0,95 - 0,99]
Problèmes oculaires	Oisans 3,31 [1,44 - 8,26]	0,90 [0,82 – 0,97]	Automne 3,24 [1,45 – 8,63] Hiver 2,65 [1,10 – 7,37]	//	0,86 [0,82 - 0,91]
Mortalité	Valgaudemar 0,13 [0,04 - 0,32] Vallouise 0,09 [0,03 - 0,21]	0,93 [0,88 – 0,99]	Automne 0,92 [0,44 – 1,96] Hiver 7,46 [4,21 – 14,5]	0,40 [0,22 - 0,63]	0,75 [0,71 – 0,79]

Pour l'observation d'un ou de plusieurs syndrome(s) (tous types confondus) sur un animal vivant, le modèle sélectionné inclut les effets du **secteur**, de la **période**, du **type de groupe** et de la **taille de groupe**.

❖ Par rapport au **Briançonnais** (secteur de référence), il n'y a pas de différence significative avec les secteurs **Champsaur**, **Oisans** et **Valbonnais**. En revanche dans l'Embrunais, la probabilité de détection d'un syndrome est plus faible que dans le Briançonnais : OR = 0.39, intervalle de confiance à 95% : [0.23 - 0.64]. On trouve le même résultat dans le Valgaudemar (OR = 0.58 [0.40 - 0.86]) et le secteur Vallouise (OR = 0.26 [0.16 - 0.42]).

❖ Concernant la période, par rapport à l'été, la probabilité d'observer un problème est plus élevée en **automne** (OR = 1.49 [1.20 - 1.86]) et en **hiver** (OR = 1.89 [1.52 - 2.37].

❖ On observe plus souvent des problèmes dans les groupes composés en majorité de **mâles**, par rapport aux groupes à majorité de femelles (OR = 2.00 [1.61 - 2.48]).

❖ Concernant la taille du groupe, à chaque fois que le groupe augmente d'un individu la probabilité d'observer un problème **diminue** (OR = 0,96 [0.95 - 0.97])

Pour l'observation des boiteries, le modèle sélectionné inclut les effets de **l'année** et du **type de groupe** et de la **taille de groupe**.

❖ L'OR de l'augmentation du risque pour une année vaut OR = 1.07 [1.01 - 1.13], soit une **augmentation de 7% par an** des boiteries.

❖ Les groupes avec une majorité de **mâles** ont un OR de 4.79 [3.03 - 7.48] d'observer une boiterie, par rapport aux groupes avec une majorité de femelles.

❖ La taille de groupe influe également sur la probabilité d'observer des boiteries : lorsque le groupe augmente d'une unité, l'OR vaut 0.99 [0.97 - 0.9987], donc la probabilité d'observer une boiterie **diminue avec l'augmentation taille du groupe**

Pour les problèmes cutanés, seul l'effet **taille du groupe** a une influence : la probabilité d'observer un problème cutané diminue quand la taille du groupe est augmentée d'une unité (OR = 0.91 [0.85 - 0.96]).

Pour les traumatismes, les deux modèles trouvent un effet **secteur**, **période**, **type de groupe** et **taille de groupe**.

❖ La probabilité d'observer un traumatisme est plus importante dans le **Valbonnais** que dans le Briançonnais (OR = 1,71 [1,16 – 2,53] avec par le modèle fixe)

❖ Elle est plus importante en **automne** et en **hiver** qu'en été avec un OR de 1,62 [1,18 – 2,56] pour l'automne avec le modèle fixe et de 1,71 [1,18 – 2,37] pour l'hiver avec les deux modèles.

❖ Elle est plus importante dans les groupes constitués à majorité de **mâles** que dans les groupes constitués à majorité de femelles (OR = 2,74 [1,99 – 3,73] avec le modèle fixe)

❖ Enfin elle diminue de 2% quand la taille du groupe est augmentée d'une unité (OR = 0,98 [0,97 – 0,99] avec les deux modèles)

Pour les problèmes digestifs, les deux modèles trouvent un effet **période** et un effet **taille de groupe**.

❖ Les tailles d'effet ne sont pas estimables pour la période, mais la tendance est qu'on ne trouve des problèmes digestifs **qu'en été**.

❖ La taille de groupe influe sur la probabilité d'observer des problèmes digestifs : lorsque le groupe augmente d'une unité, l'OR vaut 0,75 [0,48 - 0,96], donc la probabilité d'observer un problème digestif **diminue avec la taille du groupe.**

Pour les problèmes respiratoires, les deux modèles incluent les effets du **secteur**, de la **période** et de la **taille du groupe**.

❖ Concernant le secteur, la probabilité d'observer un problème respiratoire dans le secteur **Briançonnais** est plus élevée que dans les six autres secteurs. Les OR donnés par le modèle fixes sont 0,09 [0,02 – 0,27] pour le Champsaur, 0,17 [0,04 – 0,49] pour l'Embrunais, 0,05 [0,002 – 0,21] pour l'Oisans, 0,12 [0,03 – 0,33] pour le Valbonnais, 0,28 [0,11 – 0,62] pour le Valgaudemar et 0,15 [0,05 – 0,36] pour la Vallouise.

❖ Pour la période, par rapport à l'été, la probabilité d'observer un problème respiratoire est plus importante en **automne** (OR = 2,84 [1,42 – 6,32] avec le modèle fixe). En revanche pour l'hiver on ne note pas de différence significative avec l'été (OR = 1,03 [0,40 – 2,65] avec le modèle fixe)

❖ D'après les modèles mixte et fixe, la probabilité d'observer un problème respiratoire diminue lorsque la taille du groupe augmente d'une unité (OR = 0,95 [0,92-0,97] avec le modèle fixe]

Pour l'observation d'un état de faiblesse ou de maigreur, les deux modèles trouvent un effet **secteur**, un effet **année** et un effet **taille de groupe**.

❖ La probabilité d'observer un état de faiblesse ou de maigreur est plus importante dans le **Valgaudemar** que dans le Briançonnais (OR = 3,01 [1,31 – 7,18] dans le modèle fixe) mais moins importante dans la Vallouise que dans le Briançonnais (OR = 0,23 [0,03 – 0,86] dans le modèle fixe) ;

❖ La probabilité d'observer un état de faiblesse ou de maigreur augmente au fil du temps, avec pour une année OR = 1,10 [1,03 – 1,18] dans le modèle fixe, soit une **augmentation de 10% par an ;**

❖ La taille du groupe influe également sur la probabilité d'observer des états de faiblesse ou de maigreur : lorsque le groupe augmente d'une unité, l'OR vaut 0,97 [0,95 – 0,99] dans le modèle fixe donc l'observation des états de faiblesse ou de maigreur **diminue** quand la taille du groupe augmente.

Pour les problèmes oculaires, le modèle mixte sélectionne les effets **période** et **taille de groupe**, le modèle mixte trouve en plus les effets **secteur** et **année**.

❖ La probabilité d'observer un problème oculaire est plus importante en **automne** et en **hiver** qu'en été avec des OR respectivement de OR = 3,24 [1,45 – 8,63] et de OR = 2,65 [1,10 – 7,37] dans le modèle fixe ;

❖ La probabilité d'observer un problème oculaire **diminue** lorsque la taille du groupe est augmentée d'une unité avec un OR de 0,86 [0,82 – 0,91] dans le modèle fixe ;

❖ Dans le modèle mixte, la probabilité d'observer un problème oculaire est plus importante dans **l'Oisans** que dans le Briançonnais (OR = 3,31 [1,44 – 8,36]) ;

❖ Dans le modèle mixte, cette probabilité diminue au fil du temps (OR = 0,90 [0,82 - 0,97] par an). En observant les données brutes, on constate que cette diminution n'est pas linéaire, les problèmes oculaires semblent évoluer sous forme de variations interannuelles fortes. L'analyse des différences interannuelles pourrait être approfondie.

Enfin, pour les cas de mortalités, les deux modèles trouvent un effet **secteur**, un effet **année**, un effet **période**, un effet **type de groupe** et un effet **taille de groupe**.

- La probabilité d'observer un cas de mortalité est moins importante dans le Valgaudemar et dans la Vallouise que dans le Briançonnais. Les OR sont respectivement de 0,13 [0,04 – 0,32] et de 0,09 [0,03 – 0,21] dans le modèle fixe ;
- La probabilité d'observer des animaux morts diminue au fil des années, avec OR = 0,93 [0,88 – 0,99] par an dans le modèle fixe, soit une **diminution de 7% par an** ;
- Par rapport à l'été, la probabilité d'observer des cas de mortalités est moins importante en automne (OR = 0,92 [0,44 – 1,96] dans le modèle fixe) mais plus importante en **hiver** (OR = 7,46 [4,21 – 14,5] dans le modèle fixe) ;
- La probabilité d'observer des cas de mortalités est plus faible dans les groupes composés à majorité de mâles (OR = 0,40 [0,22 - 0,63] dans le modèle fixe) ;
- La taille du groupe influe également : la probabilité **diminue** lorsque la taille du groupe augmente d'une unité (OR = 0,75 [0,71 – 0,79] dans le modèle fixe).

II.B/ ENQUETES SEROLOGIQUES SUR LES ANIMAUX CAPTURES OU CHASSES

II.B.1/ OBJECTIFS DU PROGRAMME

⟹ Surveillance sanitaire des populations de bouquetins sur individus vivants capturés

Initialement, **trois colonies de bouquetins** ont été réintroduites indépendamment dans le massif des Ecrins : une colonie de quatre mâles et deux femelles dans le massif des Cerces (Briançonnais), une colonie de treize mâles et quinze femelles dans les secteurs Valbonnais-Oisans et une colonie de 13 mâles et 17 femelles dans la zone « Vieux Chaillol-Sirac » qui correspond aujourd'hui à la population évoluant sur le secteur du Champsaur mais aussi sur les secteurs du Valgaudemar et de la Vallouise (44).

Néanmoins, le suivi d'individus marqués et notamment des mâles a mis en évidence les **migrations** de certains bouquetins entre les différentes populations du massif des Ecrins mais aussi entre les populations des Ecrins et d'autres populations comme celle de Rochemolles en Italie.

L'existence de ces liens entre les différentes colonies implique un **risque de transmission d'agents pathogènes**. L'un des objectifs des **enquêtes sérologiques** menées sur les bouquetins est ainsi d'étudier les relations sanitaires qui découlent des contacts entre populations en se basant sur la trajectométrie d'individus auxquels des colliers GPS ont été posés.

Les autres objectifs sont ceux du suivi sanitaire de la faune sauvage à savoir étudier les agents pathogènes présents chez les bouquetins et susceptibles de provoquer des maladies menaçant l'espèce, d'être transmis au cheptel domestique ou à l'homme ou d'avoir été transmis par le cheptel domestique. La plupart des maladies recherchées ne sont en effet pas

visibles extérieurement mais peuvent avoir un impact important sur la dynamique de population.

Un **diagnostic de gestation** par hormonologie est également réalisé sur les étagnes. En confrontant les résultats aux observations faites sur le terrain, ce diagnostic permet de déterminer différents paramètres de dynamique des populations tels que la fécondité, le taux d'avortement ou l'âge de primiparité.

Des **coprologies** sont réalisées dans le but d'évaluer le niveau d'infestation parasitaire.

⟹ **Surveillance sanitaire sur les individus chassés en zone d'adhésion**

Ce suivi consiste à réaliser des enquêtes sérologiques à partir de prélèvements réalisés par les chasseurs dans la zone d'adhésion du PNE, il concerne essentiellement des **chamois** et occasionnellement des mouflons, cerfs, sangliers ou chevreuils.

Les objectifs de cette surveillance rejoignent ceux des enquêtes sérologiques sur les bouquetins, à savoir identifier les agents pathogènes avec lesquels la faune sauvage du PNE est en contact.

II.B.2/ ACTEURS DU SUIVI ET PARTENAIRES

⟹ **Surveillance sanitaire des populations de bouquetins sur individus vivants capturés**

Les captures sont réalisées par les agents du PNE en présence d'un vétérinaire comme par exemple Michel BOUCHE ou Dominique GAUTHIER.

Les tests-sérologiques sont réalisés par les équipes du LDVHA 05 de Gap. Les analyses d'hormonologie sont réalisées par le Laboratoire National de Contrôle des Reproducteurs de Maisons-Alfort (ASCEDIATE).

Les résultats sont transmis par le LDVHA de Gap au chargé de mission faune du PNE.

⟹ **Surveillance sanitaire sur les individus chassés en zone d'adhésion**

Ce protocole entre dans le cadre d'une étude menée avec les Fédérations Départementales des Chasseurs, notamment celle des Hautes-Alpes et celle d'Isère.

Il implique ainsi les chasseurs, le PNE qui a été pilote de ce programme et le LDVHA.05 qui réalise les analyses sérologiques.

II.B.3/ PROTOCOLE TECHNIQUE

⟹ **Surveillance sanitaire des populations de bouquetins sur individus vivants capturés**

Des campagnes de surveillance sanitaire sur bouquetins capturés à partir de prélèvements non invasifs ont été mises en place **depuis 2013**.

Au printemps de chaque année, des captures sont organisées sur des bouquetins issus des trois populations issues des trois groupes introduits. Les bouquetins sont téléanesthésiés

avec un mélange dit « Hellabrunn » (xylazine + kétamine) à l'aide d'un fusil à air comprimé. Le protocole d'anesthésie est disponible dans la thèse de Sabine MASSA (45).

Au cours de l'anesthésie, des échantillons sanguins sont prélevés à la veine jugulaire à raison de 10 mL dans un tube sec et de 5 mL sur un tube EDTA et un échantillon de fèces est recueilli dans l'ampoule rectale. Les prélèvements sanguins sont traités au laboratoire : les **tests sérologiques** sont réalisés pour les mâles et les femelles, et les **dosages hormonaux** sont effectués pour les femelles. Un aliquot de travail conservé à -25°C et un aliquot de garde conservé à -80°C sont ensuite conditionnés pour contribuer à une **sérothèque**.

Les analyses sérologiques sont réalisées à l'aide de **tests disponibles dans le commerce conçus à destination des animaux domestiques**. Les seuils de positivité sont extrapolés à partir des résultats obtenus chez des espèces proches.

Le tableau III répertorie les différentes analyses réalisées sur les sérums ainsi que le type de test utilisé.

TABLEAU III : MALADIES INVESTIGUEES PAR ENQUETES SEROLOGIQUES MENEES SUR LES BOUQUETINS ET METHODES EMPLOYEES [D'APRES (44)]

Maladie investiguée	Elément recherché/dosé	Méthode
Brucellose	Anticorps dirigés contre *Brucella* sp	Epreuve à l'antigène tamponné Fixation du complément
Chlamydiose	Anticorps dirigés contre *Chlamydia abortus*	ELISA indirect : conjugué large spectre ruminants
Fièvre Q	Anticorps dirigés contre *Coxiella burnetii*	ELISA indirect : conjugué large spectre ruminants
Salmonellose	Anticorps dirigés contre *Salmonella abortus ovis*	Microagglutination avec titration
Paratuberculose	Anticorps dirigés contre *Mycobacterium avium var. paratuberculosis*	ELISA indirect : conjugué large spectre ruminants
Toxoplasmose	Anticorps dirigés contre *Toxoplasma gondii*	ELISA indirect : conjugué large spectre ruminants
Néosporose	Anticorps dirigés contre *Neospora caninum*	ELISA indirect : conjugué large spectre ruminants
Epididymite contagieuse	Anticorps dirigés contre *Brucella ovis*	ELISA indirect : conjugué large spectre ruminants
"Pestiviroses"	Anticorps dirigés contre le BVDV et le BDV	ELISA compétition
	Antigène E0 des Pestivirus	ELISA indirect : mise en évidence directe de l'antigénémie
Lentiviroses	Anticorps dirigés contre le CAEV et le Visna Maedi Virus	ELISA indirect : conjugué large spectre ruminants
IBR	Anticorps dirigés contre le BHV1	ELISA compétition
FCO	Anticorps dirigés contre les BTV 1 et 8	ELISA compétition
Maladie de Schmallenberg	Anticorps dirigés contre le SBV	ELISA compétition
Besnoitiose	Anticorps dirigés contre *Besnoitia* sp	ELISA bicupule : conjuqué large spectre ruminants
Maladies respiratoires virales	Anticorps dirigés contre les virus respiratoires à savoir le RSV, le PI3 et l'Adenovirus	Méthodes immunologiques couplées

Pour les étagnes, un **diagnostic de gestation ou de non-gestation** est également réalisé par hormonologie. Deux analyses sont réalisées :

- une recherche de la protéine fœtale, pathognomonique d'une gestation en cours même précoce, sur sérum ou plasma EDTA par méthode ELISA ;
- un dosage de la progestéronémie par une méthode ELISA quantitative sur du sérum ou plasma EDTA, qui permet de savoir si l'ovaire est fonctionnel ou non et si un corps jaune sécrétoire est présent.

Les **coprologies** sont réalisées par méthode de flottaison en employant une solution de sulfate de zinc d'une densité d=1,33. Les résultats rendus sont quantitatifs.

⟹ **Surveillance sanitaire sur les individus chassés en zone d'adhésion**

Des prélèvements sanguins ou des prélèvements de rate sont réalisés par les chasseurs et transmis au laboratoire pour analyses immuno-sérologiques.

Les prélèvements sont transmis avec une feuille de commémoratifs renseignant si possible sur l'espèce, le sexe, l'âge (en nombre d'années révolues), la commune et le lieu, la date, le nom du chasseur, le bracelet de chasse, le poids de la carcasse vidée et l'observation d'éventuelles anomalies sur l'animal.

En fonction des années, la totalité ou une partie des maladies suivantes ont été détectées en utilisant les mêmes méthodes que celles citées précédemment pour les bouquetins : la brucellose, la chlamydophilose, la fièvre Q, la salmonellose ovine, la toxoplasmose, la paratuberculose, les lentiviroses (CAEV/Visna-Maedi), la FCO, les pestiviroses (anticorps et antigènes), la besnoitiose, la maladie de Schmallenberg et la néosporose.

II.B.4/ ORGANISATION DES DONNEES DES ENQUETES SEROLOGIQUES

Concernant les tests sérologiques, tous les résultats dont nous disposons sont centralisés dans des fichiers Excels annuels ou pluri-annuels. Les résultats des tests sérologiques réalisés sur les bouquetins et des tests sérologiques réalisés sur les autres espèces se trouvent dans des fichiers distincts.

Afin de faciliter par la suite le traitement des données, nous avons regroupé tous les résultats des tests sérologiques réalisés sur les bouquetins dans un même tableau et tous les résultats des tests sérologiques réalisés sur d'autres espèces dans un second tableau.

⟹ **Organisation du tableau des tests sérologiques sur bouquetins**

Chaque ligne du tableau correspond à l'analyse d'un prélèvement et chaque colonne correspond à une variable. Les variables peuvent être divisées en trois groupes.

Les premières variables correspondent à l'identification de l'individu :

- « **espèce** » : ici, systématiquement un bouquetin, mais renseignée pour éventuellement regrouper l'ensemble des résultats des tests sérologiques ;
- « **sexe** » : renseigné systématiquement ;

- « **année de naissance** » : renseignée à partir de l'estimation d'âge effectuée lors de la capture ;
- « **OG** » et « **OD** » : correspondent à la couleur des boucles posées respectivement à l'oreille gauche et à l'oreille droite ;
- « **nom** » : chaque bouquetin porte un nom qui lui est attribué lors de sa capture. Il est également précisé lorsqu'il s'agit d'une recapture.

Les variables suivantes concernent la capture :

- « **date de capture** » : en jour/mois/année ;
- « **lieu de capture** » : un nom de commune ou de lieu-dit suivant les cas ;
- « **mode de capture** » : fusil ou cage, à l'exception d'un prélèvement réalisé sur un bouquetin retrouvé dans une avalanche.

Enfin les dernières variables concernent les analyses elles-mêmes :

- « **numéro d'étiquette** », « **référence sérologie laboratoire** » et **« date de réception par le laboratoire** » : permettent de retrouver les résultats d'analyses
- **Résultats des tests sérologiques** pour différentes maladies, donnés qualitativement (0 pour négatif, 1 pour positif », semi-quantitativement (+ à +++++) ou quantitativement (titre) :
    - Des maladies testées systématiquement : brucellose, chlamydophilose, fièvre Q, toxoplasmose, salmonellose, paratuberculose, CAEV/Visna-Maedi, BVD, PI3, adénovirosus, RSV ;
    - Des maladies testées non systématiquement : IBR, néosporose, maladie de Schmallenberg, besnoitiose, épididymite contagieuse, FCO ;
- **Résultat du diagnostic hormonal de gestation** ;
- **Résultats de l'éventuelle coprologie** (par flottaison sur sulfate de zinc de densité d=1,33) : rendus soit qualitativement (présence/absence) soit quantitativement (en nombre d'œufs ou de par gramme de fèces), ils concernent la recherche de strongles pulmonaires, de strongles gastro-intestinales, de coccidies et de Nématodes, en précisant le type de conservation des fèces (congelés ou frais) ainsi que la quantité de fèces utilisés pour l'analyse.

⟹ Organisation du tableau des tests sérologiques sur les individus chassés

Comme précédemment, une ligne correspond à une analyse et une colonne correspond à une variable.

Les premières variables concernent les commémoratifs :

- « **espèce** » : donnée en nom vernaculaire (chamois, chevreuil, mouflon, sanglier, cerf)
- « **sexe** » ;
- « **âge** » : renseigné la plupart du temps, il est donné en nombre d'années révolus. Parfois nous ne disposons que de la distinction ''adulte/jeune de moins d'un an ;
- « **date de prélèvement** » : renseignée en jour/mois/année ;

- « **commune** » et « **lieu** » : permettent d'identifier les populations, de suivre la distribution géographique des maladies et de supposer ou non l'existence de rapports avec la faune domestique ;
- « **chasseur** » : permet de connaître l'identité du chasseur et de le contacter pour des informations supplémentaires ;
- « **bracelet** » : numéro du bracelet de chasse ;
- « **poids vidé** » : en kilogramme ;
- « **observations** » : anomalies ou lésions observées par le chasseur lors du dépouillement et qui pourraient être reliées avec des résultats d'analyses (état général, traumatisme, abcès…).

Les variables suivantes concernent les références pour le laboratoire et le prélèvement :

- « **nature du prélèvement** » : sang et/ou rate
- « **numéro d'étiquette** » et « **référence sérologie du laboratoire** » : pour identifier le prélèvement et les analyses
- « **date de réception** » : renseignée en jour/mois/année, elle permet également de connaitre la durée entre le prélèvement et la réception qui peut expliquer d'éventuelles altérations des prélèvements
- **« état du prélèvement » :** qualifié de correct, altéré, hémolysé (hémolyse plus ou moins importante) ou d'inexploitable
- **Résultats des tests sérologiques** par recherche d'anticorps ou de l'agent pathogène :
    - Analyses systématiques pour connaître le statut vis-à-vis de la brucellose, la chlamydophilose, la fièvre Q, la salmonellose ovine, la toxoplasmose, la paratuberculose, le CAEV/Visna-Maedi, la FCO et la pestivirose (par recherche des anticorps) ;
    - Auxquelles s'ajoutent parfois les analyses concernant les statuts des individus vis-à-vis de la besnoitiose, le virus de Schmallenberg, la néosporose et la pestivirose (par recherche des antigènes).

II.B.5/ ANALYSE DESCRIPTIVE DES RESULTATS

5.i/ Analyse des résultats obtenus sur les bouquetins capturés

Les résultats regroupent les résultats des cinq campagnes de captures de bouquetins qui ont été menées au printemps de 2013 à 2017, portant le nombre de prélèvements à **101** mais 6 bouquetins ayant été recapturés, les analyses portent sur **95 individus**.

Pour un des bouquetins considéré comme « recapturé » aucune correspondance n'a pu être faite avec un bouquetin déjà capturé (absence de correspondance au niveau du nom, de la date de naissance, des boucles d'identification…), ainsi ce bouquetin a été intégré par défaut aux premières captures.

⟹ Répartition par âge et par sexe

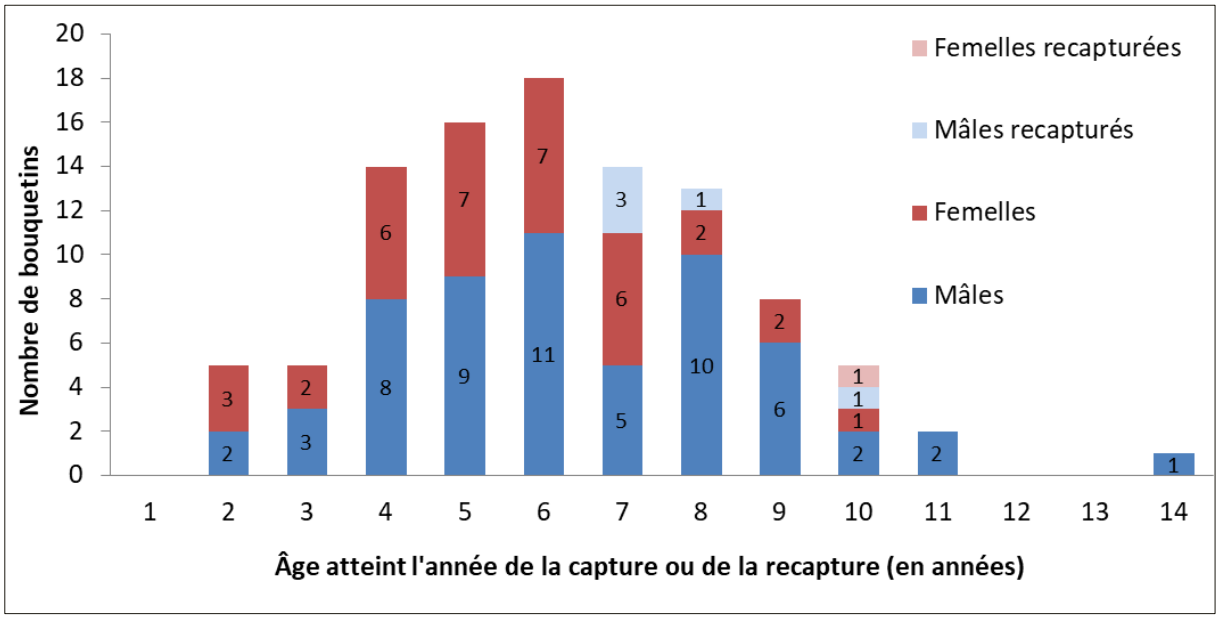


FIGURE 16 :
REPARTITION DES BOUQUETINS CAPTURES ENTRE 2013 ET 2017 EN FONCTION DE L'AGE ET DU SEXE

La figure 16 présente la répartition des bouquetins capturés en fonction de leur sexe et de leur âge.

Sans prendre en compte les recaptures, sur les 95 bouquetins capturés 59 étaient des mâles et 36 des femelles, portant la sex-ratio à **0,61 femelle pour 1 mâle**.

L'âge pris en compte est celui qui a été atteint ou sera atteint par le bouquetin l'année de la capture et non l'âge en années révolues au moment de la capture car seule l'année de naissance est connue. L'âge moyen atteint l'année de la première capture est ainsi de **6,1 années**. Nous notons une faible représentation des jeunes individus de moins de 4 ans (biais de capture) et des individus âgés de plus de 10 ans.

⟹ Répartition par secteurs

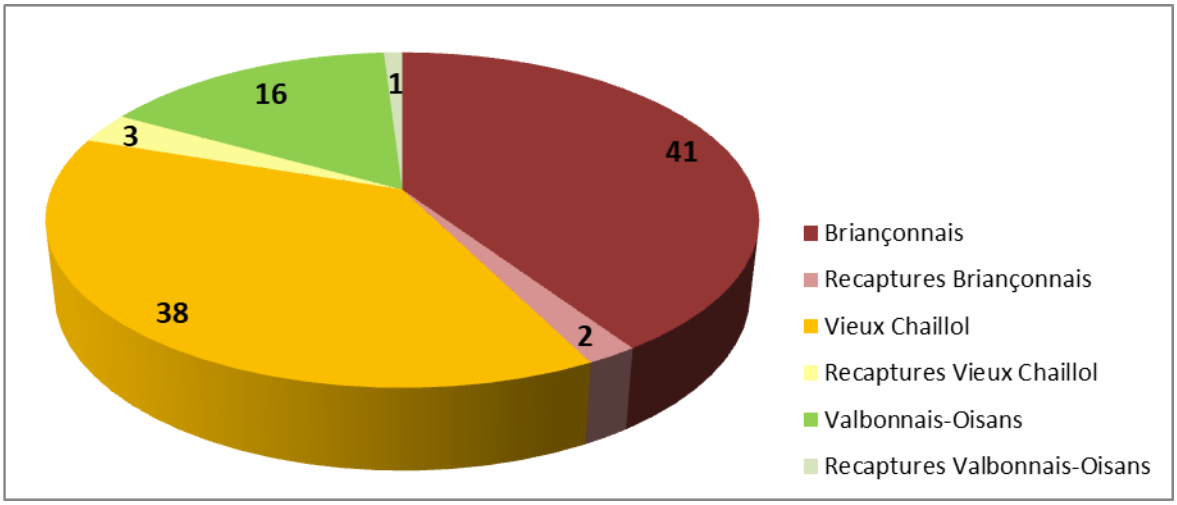


FIGURE 17 : NOMBRE DE BOUQUETINS CAPTURES/RECAPTURES DANS CHACUNE DES TROIS POPULATIONS ENTRE 2013 ET 2017

La figure 17 présente le nombre de bouquetins qui ont été capturés dans chacune des trois populations :

- la population des Cerces dans le Briançonnais ;
- la population du Valbonnais-Oisans ;
- la population dite du Vieux Chaillol sur les secteurs Champsaur, Valgaudemar et Vallouise

Les proportions sont similaires entre les populations des Cerces et du Vieux-Chaillol, en revanche **la population du Valbonnais-Oisans est nettement sous-représentée**.

⟹ Analyse descriptive des statuts sérologiques

Le tableau IV résume les prévalences apparentes obtenues pour chacune des maladies testées.

Pour chaque maladie, nous y lisons d'abord les prévalences apparentes (et les intervalles de confiance à 95% associés) calculées sur tous les bouquetins dont le statut vis-à-vis de cette maladie a été testé. Dans la partie droite, nous trouvons le détail des prévalences apparentes dans chacune des trois populations de bouquetins.

Pour les bouquetins ayant été recapturés, dans le cas de différences de résultats aux tests sérologiques entre la première et la seconde capture, le bouquetin est pris en compte dans le calcul de la prévalence s'il est positif à au moins l'une des captures.

TABLEAU IV : PREVALENCES APPARENTES DES DIFFERENTES MALADIES FAISANT L'OBJET D'ENQUETES SEROLOGIQUES SUR LES BOUQUETINS CAPTURES AU SEIN DU PNE ENTRE 2013 ET 2017
(où n = nombre de bouquetins testés)

		Effectif total		Par population					
				Cerces		Valbonnais- Oisans		Vieux Chaillol	
		n	Prévalence apparente IC 95%	n	Prévalence apparente IC 95%	n	Prévalence apparente IC 95%	n	Prévalence apparente IC 95%
Maladies faisant l'objet de plans de lutte dans la faune domestique	**IBR**	64	nulle [0% - 5,6%]	26	nulle [0% - 13,2%]	7	nulle [0% - 41,0%]	31	nulle [0% - 11,2%]
	Brucellose	95	nulle [0% - 3,8%]	41	nulle [0% - 8,6%]	16	nulle [0% - 20,6%]	38	nulle [0% - 9,3%]
	Besnoitiose	64	nulle [0% - 5,6%]	26	nulle [0% - 13,2%]	7	nulle [0% - 41,0%]	31	nulle [0% - 11,2%]
	FCO	14	nulle [0% - 23,2%]	1	nulle [0% - 97,5%]	2	nulle [0% - 84,2%]	11	nulle [0% - 28,5%]
Maladies affectant la reproduction (+ brucellose)	**Chlamydophilose**	95	4,2% [1,2 - 10,4]	41	4,9% [0,6 - 16,5]	16	6,3% [0,2-30,2]	38	2,6% [0,1 - 13,8]
	Fièvre Q	95	11,6% [5,9 - 19,8]	41	14,6% [5,6 - 29,2]	16	nulle [0% - 20,6%]	38	13,1% [4,4 - 28,1]
	Salmonellose ovine	95	5,3% [1,7 - 11,9]	41	12,2% {4,1 - 26,2]	16	nulle [0% - 20,6%]	38	nulle [0% - 9,3%]
	Pestiviroses	95	26,3 [17,8 - 36,4]	41	36,6% [22,1 - 53,1]	16	12,5% [1,6 - 38,3]	38	21,1% [9,6 - 37,3]
	Toxoplasmose	95	nulle [0% - 3,8%]	41	nulle [0% - 8,6%]	16	nulle [0% - 20,6%]	38	nulle [0% - 9,3%]
	Néosporose	64	nulle [0% - 5,6%]	26	nulle [0% - 13,2%]	7	nulle [0% - 41,0%]	31	nulle [0% - 11,2%]
	Epididymite contagieuse	42	nulle [0% - 8,4%]	16	nulle [0% - 20,6%]	7	nulle [0% - 41,0%]	19	nulle [0% - 17,6%]
Maladies cachectisantes	**Paratuberculose**	95	nulle [0% - 3,8%]	41	nulle [0% - 8,6%]	16	nulle [0% - 20,6%]	38	nulle [0% - 9,3%]
	CAEV/Visna Maedi	95	3,2% [0,7 - 9,0]	41	2,4% [0,1 - 12,9]	16	6,3% [0,2-30,2]	38	2,6% [0,1 - 13,8]
Virus respiratoires	**PI3**	95	16,8% [9,9 - 25,9]	41	22,0% [10,6 - 37,6]	16	18,8 % [4,0 - 45,6]	38	10,5% [2,9 - 24,8]
	Adenovirus	95	56,8% [46,3 - 67,0]	41	68,3% [51,9 - 81,9]	16	50,0% [24,7 - 75,3]	38	47,4 % [31,0 - 64,2]
	RSV	95	78,9% [69,3 - 86,6]	41	95,1% [83,5 - 99,4]	16	62,5% [35,4 - 84,8]	38	68,4% [51,3 - 82,5]
Maladie de Schmallenberg		64	nulle [0% - 5,6%]	26	nulle [0% - 13,2%]	7	nulle [0% - 41,0%]	31	nulle [0% - 11,2%]

Ainsi, d'après les résultats des enquêtes sérologiques réalisées sur les bouquetins, les individus testés n'ont pas eu de contact avec les agents pathogènes responsables de l'**IBR**, de la **brucellose**, de la **besnoitiose** et de la **FCO**, quatre maladies pour lesquelles un plan de lutte est mis en place sur le cheptel domestique.

Concernant les maladies qui affectent la reproduction, en diminuant la fertilité ou en provoquant des avortements :

- les bouquetins testés ont donné des résultats négatifs de **brucellose**, de **toxoplasmose**, de la **néosporose** et de l'**épididymite contagieuse ;**
- en revanche, certains tests sérologiques sont positifs pour les agents pathogènes responsables de quatre maladies de la reproduction qui sont, par ordre croissant de séroprévalence :
  - Les **Pestiviroses** : 25 individus sont trouvés séropositifs sur les 95 testés dont 15 issus de la population des Cerces, néanmoins les intervalles de confiance des prévalences calculés sur les trois populations se superposent.
  - la **fièvre Q** : 11 individus sur 95 testés sont séropositifs. Ils sont issus des populations des Cerces et du Vieux Chaillol.
  - la **salmonellose ovine :** seul 5 individus sur les 95 testés, appartenant tous à la population des Cerces sont retrouvés positifs aux seuils de 1/320 ou 1/160. Néanmoins, 17 individus présentent des traces de réaction au seuil de 1/80.
  - la **chlamydophilose** : 4 individus sur 95 sont séropositifs. Ils appartiennent aux trois populations. Deux individus avec un statut douteux ne sont pas pris en compte pour le calcul de la prévalence.

Ces quatre maladies sont également retrouvées dans la faune domestique.

Concernant les maladies dites cachectisantes :

- la **paratuberculose** ne semble pas affecter les populations de bouquetins des Ecrins ;
- trois bouquetins sur 95 testés présentent des anticorps dirigés contre **les virus CAEV/Visna-Maedi** et pour un bouquetin le résultat du test sérologique est douteux.

Le virus de la **maladie de Schmallenberg**, qui provoque non seulement une baisse de production, de la fièvre et une diarrhée mais également des avortements et des malformations congénitales, ne semble pas circuler dans les populations étudiées.

Enfin, la recherche d'anticorps dirigés contre les virus à tropisme respiratoire a donné des résultats positifs pour les trois virus (PI3, Adenovirus et RSV) et dans les trois populations de bouquetins :

- les anticorps anti-**PI3** concernent 16 bouquetins sur 95 ;
- les anticorps anti-**Adénovirus** sont retrouvés chez 54 bouquetins sur 95 ;
- les anticorps anti-**RSV** sont présents chez 75 bouquetins sur 95.

Pour ces trois virus, seuls les résultats qualitatifs des tests sérologiques ont été pris en compte (positif ou négatif) sans faire de différence entre les individus faiblement positifs (+) et fortement positifs (++++). Ces résultats font l'objet d'une analyse plus approfondie en partie III.B.

Au vu des effectifs parfois insuffisants, notamment pour la population du Valbonnais-Oisans, et des prévalences apparentes basses, les intervalles de confiance à 95% sont étendus

et ne permettent pas de déceler une nette différence entre les trois populations sans analyse supplémentaire.

⟹ Analyse des évolutions des statuts sérologiques chez les animaux recapturés

Sur les 7 animaux dits recapturés, les résultats de seulement 6 individus sont exploités car aucune concordance (nom, couleur des boucles, année de naissance…) n'a pu être faite avec un animal déjà capturé pour le septième qui a donc été intégré aux premières captures.

Les évolutions notées sont :

- Bouqui séropositif pour la Chlamydophilose en 2013 s'est révélé séronégatif en 2015
- Pour la salmonellose ovine, des traces de réactions à 1/80 sont notées en 2015 chez Horizons, ce qui n'est plus le cas en 2016. A l'inverse, des traces de réactions notables en 2016 chez Blue-Moon n'avaient pas été repérées en 2015.
- Blue-Moon est devenu séropositif vis-à-vis du CAEV entre 2015 et 2016.
- Une séroconversion vis-à-vis du virus Parainfluenza 3 est notée Bouqui et Blue-Moon.
- Concernant l'Adénovirus, une séroconversion est remarquable chez Bouqui et Léo. En revanche Hachka séropositive en 2013 ne l'est plus en 2016.
- Maël est devenu séropositif vis-à-vis du RSV entre 2015 et 2017, il en est de même pout Léo, tandis que Hachka était séropositive en 2013 mais plus en 2016.

Les recaptures sont encore trop rares pour aboutir à des conclusions mais sont cohérentes avec nos connaissances sur les différences de cinétique des anticorps en fonction de l'agent pathogène, à savoir :

- une **réponse humorale persistante** toute la vie de l'animal contre les Pestivirus (46) ;
- dans le cas de la salmonellose, une **décroissance rapide** puis lente des taux d'anticorps sur une période de deux ans, d'où la détection de **«traces » sérologiques** (44).

⟹ Analyse descriptive des résultats de diagnostic de gestation

Sur 36 femelles capturées, des résultats de diagnostic de gestation sont disponibles pour 24 femelles. 4 résultats n'ont pas été rendus et 8 femelles n'ont pas été testées.

Sur les 24 analyses réalisées, 20 diagnostics de gestation sont positifs, 1 est douteux (femelle de 5 ans prélevée en mai) et 3 sont négatifs (femelle de 2, 3 et 10 prélevées en avril pour les deux premières et en mai pour la troisième).

Ainsi le taux de fécondité apparent est de **0,83 ou de 0,88** suivant la prise en compte ou non du résultat douteux.

5.ii/ Résultats obtenus sur les animaux chassés

Entre 2009 et 2016, les campagnes d'enquêtes sérologiques menées sur les animaux chassés ont abouti à la réception de 437 prélèvements par le LVDHA.05.

⟹ Répartition par année de prélèvement

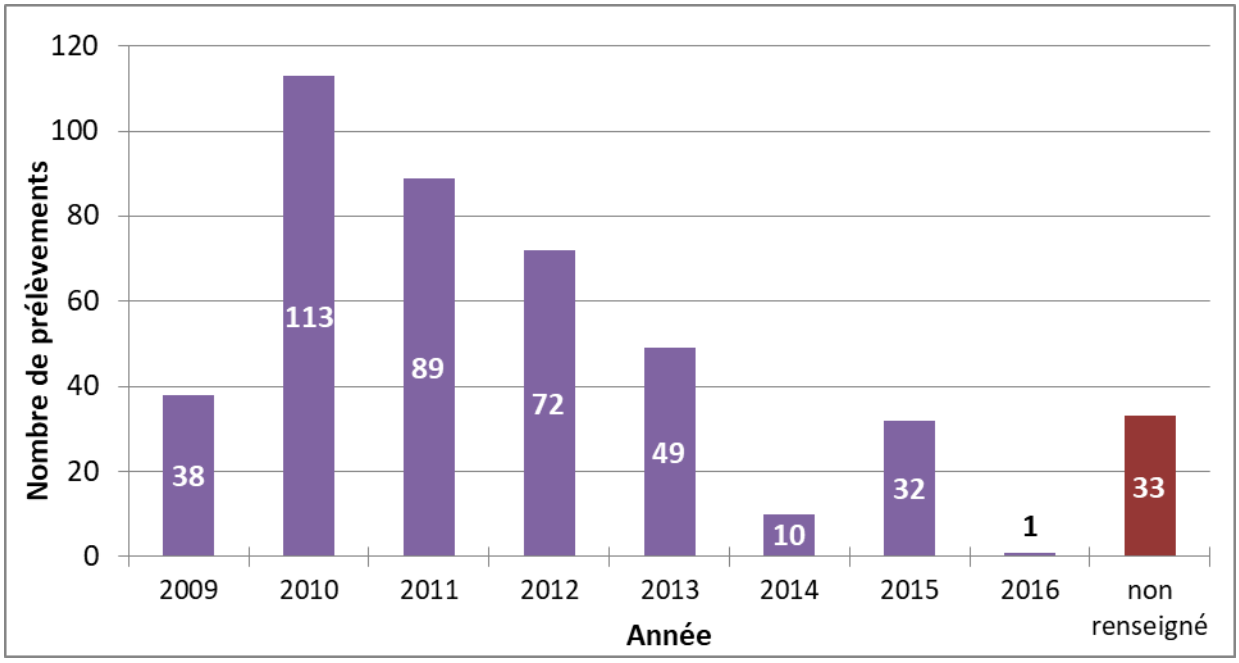


FIGURE 18 : REPARTITION DES PRELEVEMENTS PAR ANNEE DE REALISATION DU PRELEVEMENT

La figure 18 représente le nombre de prélèvements réalisés sur les animaux chassés en fonction de l'année de réalisation du prélèvement. Le nombre de prélèvements pour lesquels l'année est renseignée varie de 113 en 2010 à seulement 1 en 2016. Pour 33 prélèvements, la date de prélèvement n'est pas renseignée.

Globalement, une grande partie des analyses ont été réalisées sur des prélèvements des **années 2010, 2011 et 2012** puis nous notons une nette diminution du nombre de prélèvements réalisés sur les années 2013 à 2015. En 2016, la campagne de prélèvement n'a pas été menée. Entre 2017 et 2019, des prélèvements ont été réalisés mais les tests sérologiques n'ont pas été pratiqués pour raison budgétaire et/ou administrative.

⟹ Répartition des prélèvements par nature

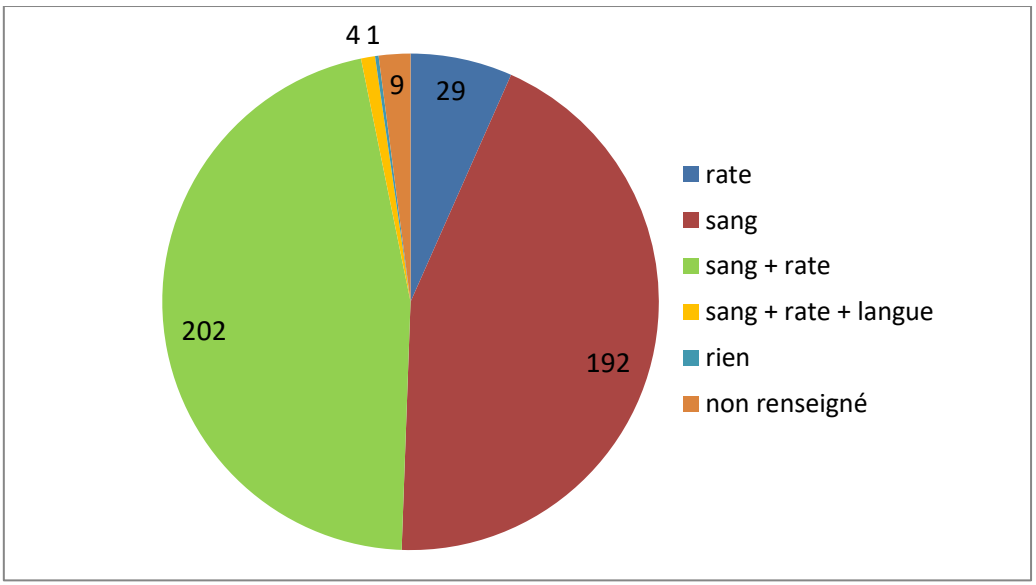


FIGURE 19 : REPARTITION DES 437 PRELEVEMENTS REALISES SUR LES ANIMAUX CHASSES EN FONCTION DE LA NATURE DU PRELEVEMENT (PERIODE 2009-2016)

Dans 46% des cas, **un prélèvement sanguin et un prélèvement de rate** sont transmis au laboratoire. Dans 44% des cas, seul **un prélèvement sanguin** est réalisé. Les prélèvements de rate uniquement représentent 7% des prélèvements reçus. Pour 4 animaux un prélèvement de langue est également réalisé.

Dans 9 cas, le type de prélèvement n'est pas renseigné (Figure 19).

⟹ **Répartition des prélèvements par état du prélèvement à la réception au laboratoire**

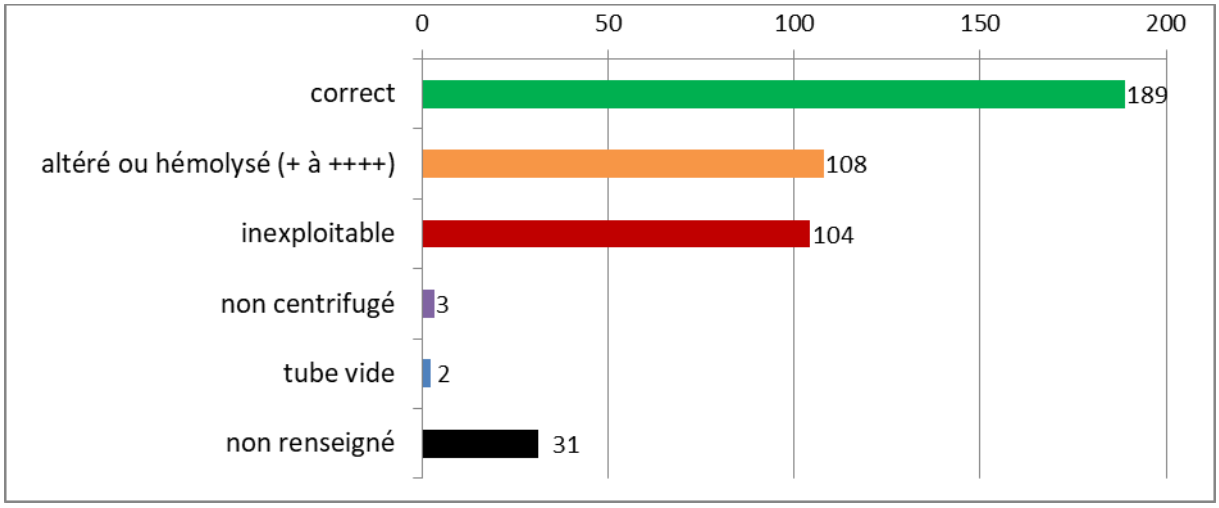


FIGURE 20 : REPARTITION DES PRELEVEMENTS REALISES SUR LES ANIMAUX CHASSES EN FONCTION DE L'ETAT DU PRELEVEMENT (PERIODE 2009 -2016)

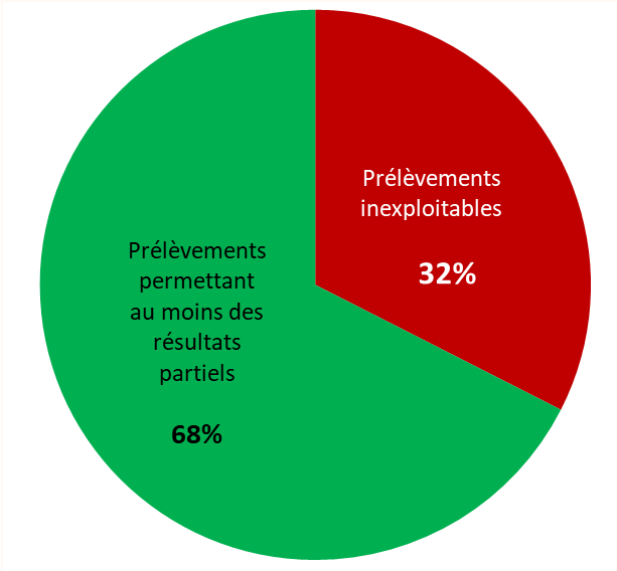


FIGURE 21 : REPARTITION DES PRELEVEMENTS REALISES SUR LES ANIMAUX CHASSES (PERIODE 2009-2016) EN FONCTION DE L'OBTENTION DE RESULTATS AU MINIMUM PARTIELS OU NON

43% des prélèvements reçus par le laboratoire sont qualifiés de **corrects** donc théoriquement utilisables pour l'obtention d'un résultat fiable (Figure 20).

25% des prélèvements sont qualifiés d'**altérés** ou d'**hémolysés**. Le degré d'hémolyse peut varier de légèrement hémolysé à fortement hémolysé. Des résultats au minimum partiels peuvent cependant être obtenus.

24% des prélèvements sont qualifiés d'**inexploitables** : aucune analyse n'est permise à partir de ces prélèvements. Deux tubes vides, et 3 prélèvements non centrifugés n'ont évidemment pas pu être exploités.

Dans 7% des cas, l'état du prélèvement n'est pas renseigné dans le fichier.

Au final **68%** des prélèvements soit 295 prélèvements ont permis d'obtenir a minima une partie des **résultats** attendus pour les enquêtes sérologiques (Figure 21).

⟹ **Répartition de tous les prélèvements par espèce**

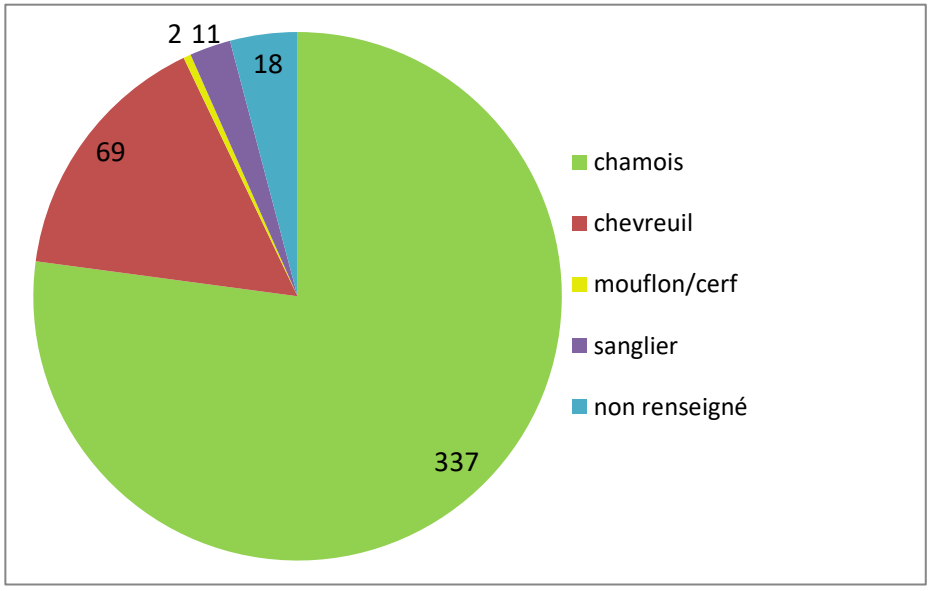


FIGURE 22 : REPARTITION DES 437 PRELEVEMENTS PAR ESPECE (PERIODE 2009-2016)

Parmi les prélèvements, nous trouvons une très grande majorité de **chamois** qui représentent **77%** des prélèvements. **16%** des prélèvements ont été réalisés sur des **chevreuils**. Parmi les quelques prélèvements restants, il y a 11 sangliers, 1 mouflon et 1 cerf. Pour 18 prélèvements, l'espèce n'a pas été indiquée au laboratoire (Figure 22).

Au vu des effectifs, les résultats des enquêtes sérologiques ne seront étudiés que pour les chamois et les chevreuils.

⟹ **Analyse des résultats obtenus sur les prélèvements issus de chamois**

❖ **Répartition des chamois chassés et prélevés par sexe et par âge**

Le nombre de prélèvements issus de chamois est de **337**.

La figure 23 donne la distribution des sexes dans l'échantillon. Ainsi la **sex-ratio** apparente obtenu à partir des animaux chassés est de **0,4 femelle pour 1 mâle**.

La figure 24 présente l'âge des chamois chassés et prélevés en fonction du sexe. L'âge des chamois mâles varie de moins d'un an à 18 ans (pas d'individu estimé à 17 ans), avec une très grande majorité d'individus de moins de 7 ans. (Figure 24). L'âge moyen apparent des mâles est ainsi de **4,9 années révolues**. L'âge des chamois femelles chassées et prélevées varie

également de moins d'un an à 18 ans (absence de femelle estimée à 13 ans), avec plus de la moitié de cabris et d'éterles. L'âge moyen apparent des femelles est ainsi de **4,5 années révolues**. Pour 8 chamois, seulement le qualificatif « adulte » a été renseigné et pour 32 chamois, dont une grande part d'individus pour lesquels le sexe n'a pas été renseigné, l'âge n'est pas renseigné.

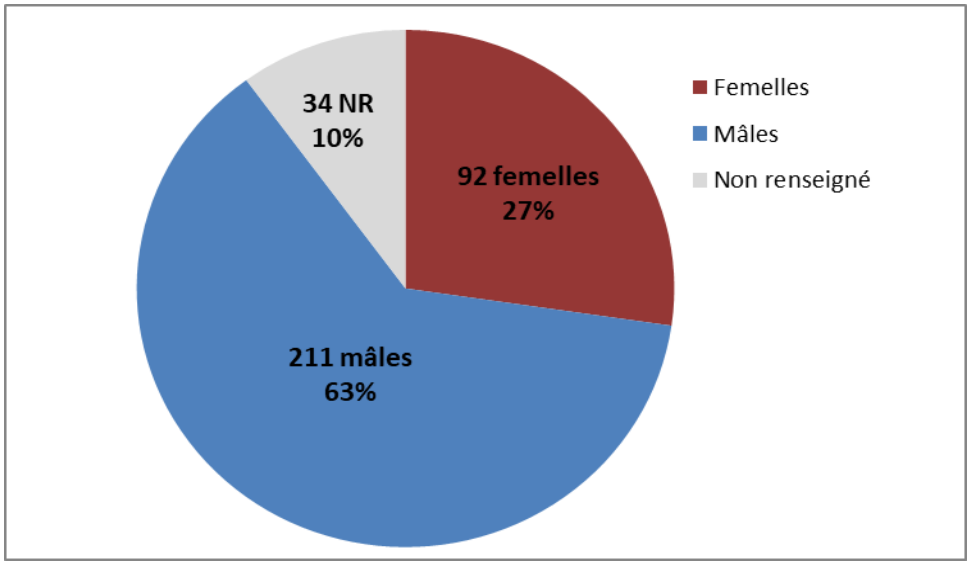


FIGURE 23 :
REPARTITION DES 337 CHAMOIS CHASSES ET PRELEVES ENTRE 2009 ET 2016 EN FONCTION DU SEXE

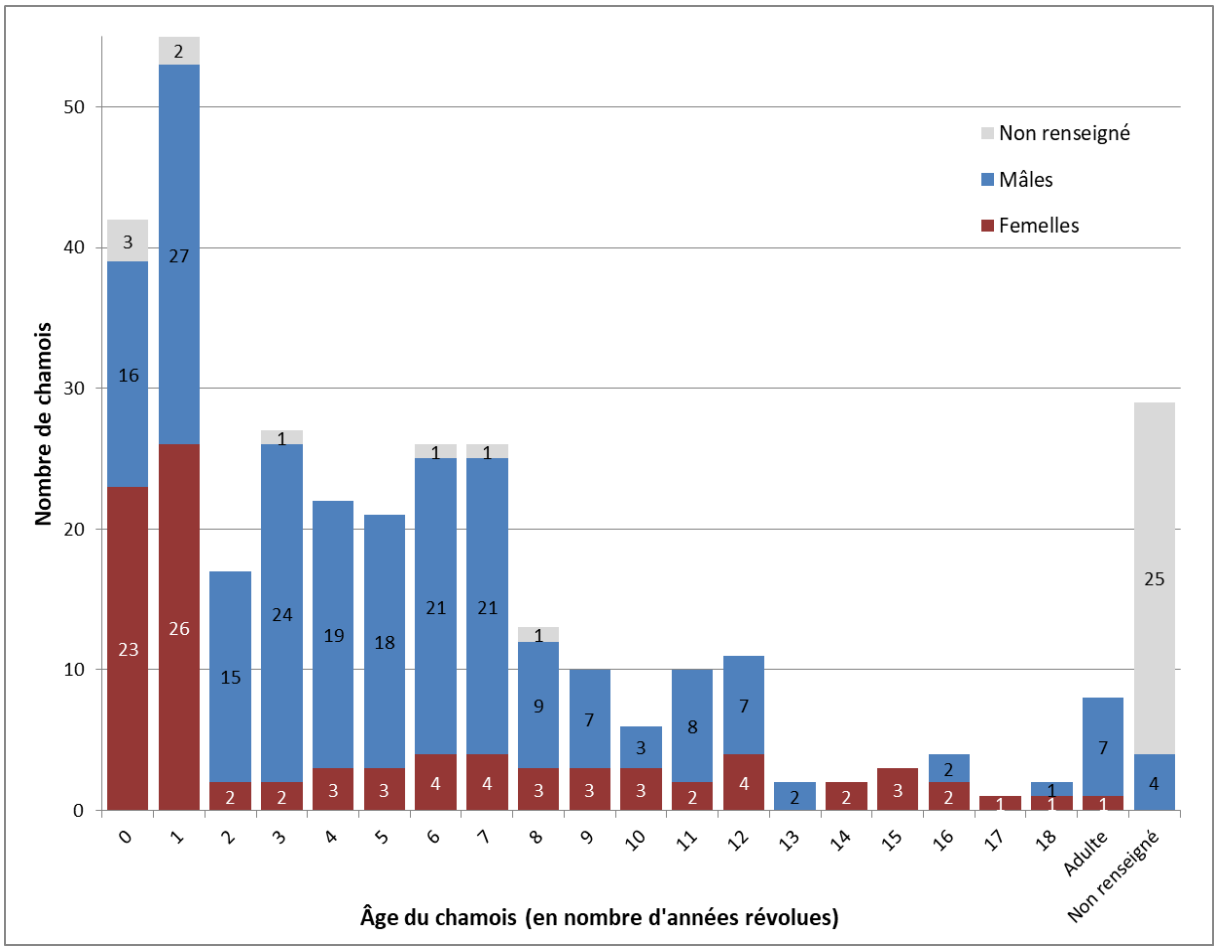


FIGURE 24 : REPARTITION DES CHAMOIS CHASSES ET PRELEVES ENTRE 2009 ET 2016 EN FONCTION DE L'AGE ESTIME EN NOMBRE D'ANNEES REVOLUES

❖ Résultats des enquêtes sérologiques obtenus sur les chamois

TABLEAU V : SYNTHESE DES PREVALENCES APPARENTES OBTENUES SUITE A L'EXPLORATION DU STATUT VIS-A-VIS DE 12 MALADIES DES CHAMOIS CHASSES ET PRELEVES ENTRE 2009 ET 2016

		Prévalence apparente sur les prélèvements analysables (chamois)	
		n	Prévalence apparente
Maladies faisant l'objet de plans de lutte dans la faune domestique	**FCO**	74	nulle [0% - 4,9%]
	Brucellose	210	nulle [0% - 1,7%]
	Besnoitiose	66	nulle [0% - 5,4%]
Maladies affectant la reproduction (+ brucellose)	**Chlamydophilose**	232	**0,9 % [0,1 - 3,1]**
	Fièvre Q	232	**0,4 % [0,01 - 2,4]**
	Salmonellose ovine	232	**0,4 % [0,01 - 2,4]**
	Pestiviroses	232	**22,4 % [17,2 - 28,3]**
	Toxoplasmose	232	**1,7 % [0,5 - 4,4]**
	Néosporose	25	nulle [0% - 13,7%]
Maladies cachectisantes	**Paratuberculose**	231	nulle [0% - 1,6%]
	CAEV/Visna Maedi	182	nulle [0% - 2,0%]
Maladie de Schmallenberg		96	nulle [0% - 3,8%]

Les enquêtes sérologiques montrent l'absence d'anticorps contre les maladies faisant l'objet de plans de lutte dans la faune domestique, à savoir la FCO, la brucellose et la besnoitiose (Tableau V).

De même, aucune trace d'anticorps contre la néosporose, les Lentivirus des petits ruminants ou la maladie de Schmallenberg n'a été détectée. Pour la paratuberculose aucun test sérologique n'était positif mais trois résultats étaient douteux.

En revanche, la prévalence de la présence d'anticorps dans l'échantillon de chamois prélevés n'est pas nulle pour 5 types de maladies :

- La prévalence apparente la plus importante est celle de la **Pestivirose** avec 52 chamois sur 232 positifs en anticorps soit une prévalence apparente de 22,4% [17,2 – 28,3]. Pour onze individus, le résultat était douteux.
- Quatre chamois sur 232 présentent des anticorps dirigés contre l'agent de l **toxoplasmose** donnant une prévalence apparente de 1,7% [0,5 – 4,4].
- Des anticorps contre la **Chlamydophilose** ont été détectés chez 2 chamois sur 232 prélèvements analysables donnant une prévalence apparente de 0,9% avec un intervalle de confiance à 95% allant de 0,1% à 3,1%.
- Un seul chamois sur 232 prélèvements analysables est positif à la recherche d'anticorps contre la **fièvre Q**, donnant une prévalence apparente de 0,4% [0,01 – 2,4].
- De même, la prévalence apparente en anticorps dirigés contre l'agent de la **salmonellose ovine** est de 0,4% [0,01 – 2,4] avec 1 seul chamois positif sur 232. Pour deux chamois, des traces d'anticorps (à 1/80) ont été détectées.

❖ Analyse multivariée des résultats des tests sérologiques pour la Pestivirose

❖ Matériel et méthode

Les résultats sérologiques concernant la pestivirose chez le chamois ont été analysés à l'aide d'un **modèle linéaire généralisé de type binomial (régression logistique)**.

Le résultat du test (négatif ou positif, les résultats douteux ayant été considérés comme positifs) a été analysé en fonction du sexe, de l'âge, du secteur et de l'état de conservation du prélèvement.

De plus, pour tester l'hypothèse qu'un épisode de transmission vers les chamois avait pu avoir lieu antérieurement, nous avons testé si la cohorte (année de naissance de l'animal) était liée à la probabilité de présence des anticorps (47).

L'état de conservation du prélèvement a été codé selon les catégories suivantes : 0 (bon état), 1 (hémolyse + ou légèrement hémolysé), 2 (hémolyse ++ ou moyennement hémolysé), 3 (hémolyse +++), 4 (hémolyse ++++) ou 5 (altéré).

Le modèle incluant toutes les variables explicatives a été ajusté et comparé à tous les sous-modèles, comme pour les analyses précédentes.

Le modèle le plus parcimonieux a été sélectionné en suivant la même procédure que pour les observations visuelles.

❖ Résultats

Le modèle sélectionné prenait en compte le **sexe** (les mâles ayant moins souvent des anticorps que les **femelles**, OR pour les mâles = 0,39 [0,19 – 0,79] et la **cohorte**.

En particulier, lorsque la variable cohorte était introduite dans le modèle avec l'âge ou l'année, c'est la variable cohorte qui était la mieux reliée au statut sérologique des animaux. **L'effet de la cohorte est négatif** (OR par année = 0,86 [0,79 – 0,92]), c'est-à-dire que les animaux nés le plus récemment ont moins de risque de porter des anticorps que ceux nés antérieurement. En l'occurrence les cohortes de naissance variaient de 1994 à 2014. Ce résultat suggère qu'**un épisode de circulation d'un pestivirus a concerné cette population antérieurement** (dans les années 1990 et/ou 2000) mais que **la circulation virale a diminué depuis**. Cependant, on trouve toujours des animaux relativement jeunes porteurs d'anticorps : pour les animaux nés après 2010, un animal de 1 an en 2013, un animal de 1 an en 2014 et un animal de 2 ans en 2015. Ces observations ponctuelles suggèrent que **des contacts avec un pestivirus restent possibles durant les années récentes**.

Des informations sur l'évolution plus récentes (depuis 2017) de la circulation du pestivirus seraient utiles pour savoir si ce virus peut contribuer à la diminution des performances de reproduction des chamois. Compte-tenu des données disponibles, il n'y a pas d'argument dans ce sens.

⟹ **Analyse descriptive des résultats obtenus sur les prélèvements issus de chevreuils**

❖ **Répartition des chevreuils chassés et prélevés par sexe et par âge**

Le nombre de prélèvements issus de chevreuils est de **69**.

La figure 25 donne la répartition des sexes pour l'échantillon La **sex-ratio** apparente obtenue à partir des chevreuils chassés est de **0,8 femelle pour 1 mâle**.

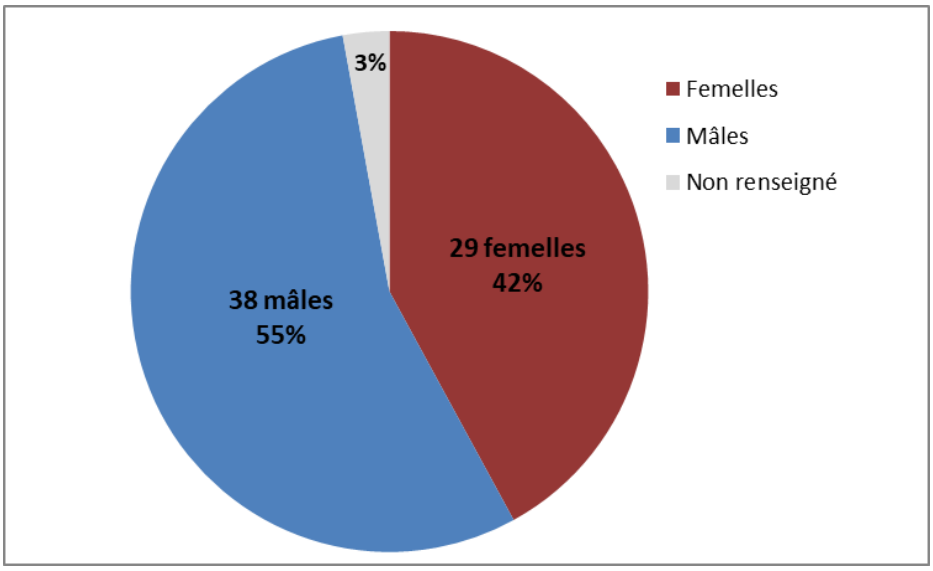


FIGURE 25 : REPARTITION DES 69 CHEVREUILS CHASSES ET PRELEVES ENTRE 2009 ET 2016 PAR SEXE

L'âge des chevreuils n'est plus estimable par une manière rapide après l'âge d'un an. La répartition par âge se limite donc à la classe des moins d'un an et à celle des plus d'un an (Figure 26). La classe d'âge n'est pas renseignée pour deux prélèvements. Les chevreuils **juvéniles** de moins d'un an sont concernés par approximativement **un tiers** des prélèvements, tandis que dans **deux tiers** des cas, le chevreuil a **plus d'un an**.

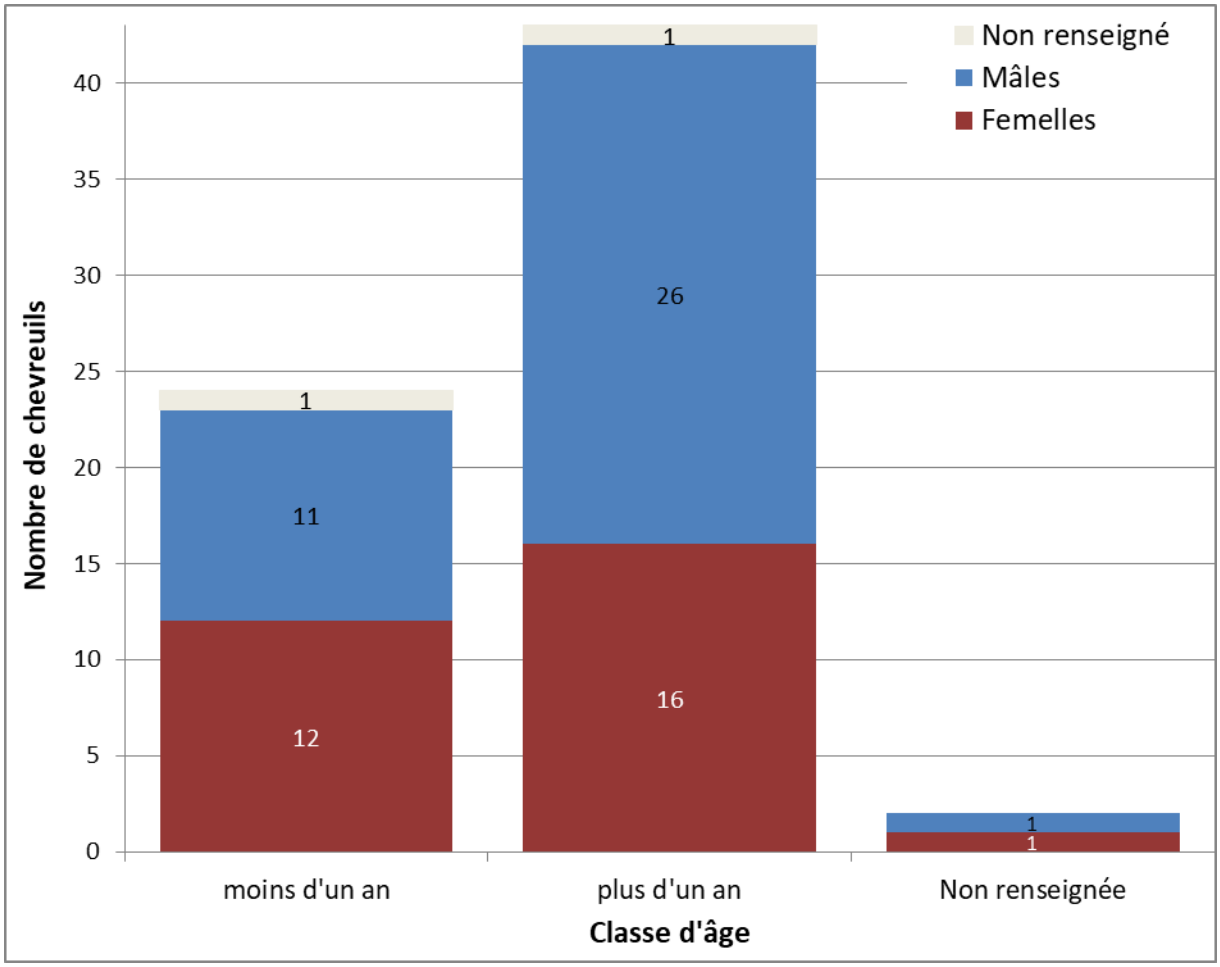


FIGURE 26 : REPARTITION DES 69 CHEVREUILS CHASSES ET PRELEVES ENTRE 2009 ET 2016 PAR CLASSE D'AGE

❖ **Résultats des enquêtes sérologiques obtenus sur les chevreuils**

Les enquêtes sérologiques montrent l'absence d'anticorps contre la FCO, la brucellose et la besnoitiose faisant l'objet de plans de lutte dans la faune domestique chez les chevreuils testés (Tableau VI).

Aucune trace d'anticorps n'a été détectée contre la chlamydophilose, la fièvre Q, la salmonellose ovine, la toxoplasmose, la paratuberculose ou les Lentivirus des petits ruminants.

En revanche, la prévalence de la présence d'anticorps dans l'échantillon de chevreuils prélevés n'est pas nulle pour les pestiviroses, la néosporose et la maladie de Schmallenberg.

- Sur 43 prélèvements analysables, la prévalence apparente des anticorps contre les **Pestiviroses** est de 4,7% [0,6 – 15,8] avec 2 chevreuils positifs. Pour 4 prélèvements, le résultat du test est douteux.
- 25 chevreuils ont été testés vis-à-vis de la **maladie de Schmallenberg** : 3 présentent des anticorps donnant une prévalence apparente de 12% [2,5 – 31,2].
- Les anticorps dirigés contre l'agent de la **néosporose** ont été recherchés chez seulement 6 chevreuils (en 2014), et 2 chevreuils s'avèrent positifs donnant une prévalence apparente de 33,3% [4,3 – 77,8]

		Prévalence apparente sur les prélèvements analysables	
		n	Prévalence apparente
Maladies faisant l'objet de plans de lutte dans la faune domestique	**FCO**	5	nulle [0% - 52,2%]
	Brucellose	38	nulle [0% - 9,3%]
	Besnoitiose	13	nulle [0% - 24,7%]
Maladies affectant la reproduction (+ brucellose)	**Chlamydophilose**	43	nulle [0% - 8,2%]
	Fièvre Q	43	nulle [0% - 8,2%]
	Salmonellose ovine	43	nulle [0% - 8,2%]
	Pestiviroses	43	**4,7% [0,6 - 15,8]**
	Toxoplasmose	43	nulle [0% - 8,2%]
	Néosporose	6	**33,3% [4,3 - 77,8]**
Maladies cachectisantes	**Paratuberculose**	43	nulle [0% - 8,2%]
	CAEV/Visna Maedi	30	nulle [0% - 11,6%]
Maladie de Schmallenberg		25	**12,0% [2,5 - 31,2]**

TABLEAU VI : SYNTHESE DES PREVALENCES apparentes OBTENUES SUITE A L'EXPLORATION DU STATUT VIS-A-VIS DE 12 MALADIES DES CHEVREUILS CHASSES ET PRELEVES ENTRE 2009 ET 2016

II.C/ AUTOPSIES DES CARCASSES

II.C.1/ OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le but des autopsies est d'aboutir à un **diagnostic si possible de certitude sur la mort de l'animal.** Ce diagnostic peut s'avérer être à but judiciaire en cas de suspicion de braconnage ou d'intoxication par exemple.

Elles permettent également d'identifier des maladies dont souffraient l'animal mais non liées à sa mort, d'étudier les agents pathogènes circulant dans la faune sauvage qu'ils

soient impliqués ou non dans la mort de l'animal et d'évaluer le niveau d'infestation parasitaire suite aux coprologies.

II.C.2/ ACTEURS ET ORGANISATION DU RESEAU

Ce protocole fonctionne grâce à tous les **usagers du PNE** susceptibles d'alerter sur la découverte d'un cadavre et grâce aux **agents de terrains** qui assurent la recherche passive ou active des cadavres ainsi que le transport du cadavre ou la réalisation des prélèvements.

Il met en jeu le **LDVHA.05** qui réalise les autopsies et une grande partie des analyses, mais parfois aussi des **vétérinaires mandatés** par le PNE pour la réalisation des autopsies sur cadavre frais ainsi que d'**autres laboratoires** en fonction des analyses sous-traitées.

Le compte rendu rédigé par le vétérinaire du LDVHA05 est transmis au chargé de mission faune sauvage du PNE qui assure la transmission des informations au PNE (rapport, conseil scientifique…)

II.C.3/ PROTOCOLE TECHNIQUE

Les autopsies à réaliser principalement sont celles des **espèces sentinelles** telles que le chamois ou des **espèces patrimoniales** telles que le bouquetin ou les grands rapaces ainsi que les autopsies à but **judiciaire**.

Les cadavres d'intérêt sont collectés sur le terrain par les agents de terrain.

Si un animal est trouvé agonisant ou présente une blessure incompatible avec sa survie, un sacrifice sur le terrain ou l'acheminement vers un vétérinaire qui assurera l'euthanasie peuvent être envisagés.

Dans l'idéal, le cadavre doit être acheminé frais au LDVHA05, ce qui est envisageable dans les 24 heures post-mortem en été et dans les 72h post-mortem en hiver. Dans le cas contraire, le PNE peut :

- soit mandater un vétérinaire pour une autopsie immédiate qui transmettra ensuite les prélèvements réalisés au LDVHA05 sous couvert du froid via la poste ou par l'intermédiaire d'un transporteur ;
- soit congeler le cadavre entier dans un congélateur de terrain et assurer l'acheminement ultérieurement

Si le transport du cadavre s'avère trop compliqué (poids, environnement), une autopsie avec prélèvements d'organes peut être réalisée directement sur le terrain selon un protocole simplifié fourni par le LDVHA de Gap (Annexe 3). Les organes doivent être congelés le plus rapidement possible et acheminés ultérieurement au laboratoire sous couvert du froid.

Au LDVHA05, l'autopsie est réalisée en suivant les étapes préconisées dans le Vade-mecum sur le diagnostic des maladies de la faune sauvage libre, qui regroupe des procédures développées par un groupe formés de cadres de laboratoires départementaux d'analyses (48). Les étapes sont les suivantes (Annexe 4). :

❖ **Réception** du cadavre ou de l'échantillon au laboratoire accompagné d'une fiche SAGIR à identifiant unique retranscrit sur plusieurs étiquettes auto-collantes : les analyses à

pratiquer sont spécifiées en fonction de leur intérêt et de leur faisabilité en fonction de l'état d'altération du cadavre ;

❖ **Enregistrement** de la demande avec le numéro SAGIR ;

❖ Vérification des **commémoratifs** renseignés sur la fiche SAGIR (espèce, âge estimé, lieu de collecte, date de découverte, date présumée de la mort ou, le cas échéant, date et mode de sacrifice, ainsi que les éventuelles observations faites du vivant de l'animal ou sur le cadavre frais) et prise de contact avec le découvreur pour complément d'informations si nécessaire. L'ensemble des informations est repris sur une fiche de demande d'analyse (Annexe 5) ;

❖ **Stockage** éventuel du cadavre en chambre froide ou dans un congélateur en fonction du délai prévu avant l'autopsie. Si le cadavre est congelé sur le terrain ou au laboratoire, privilégier une **décongélation** douce en chambre froide pour limiter la destruction cellulaire et ses impacts sur les différents examens complémentaires.

❖ **Préparation de l'examen nécropsique** à savoir le matériel nécessaire, les pots pour les prélèvements et les EPI et détermination de l'**espèce**, du **sexe** et de l'**âge.**

❖ **Examen nécropsique** :

- **Examen macroscopique externe** de la tête, du corps et membres (mobilisation) pour rechercher toute trace de traumatismes, d'inflammation, d'écoulements, de parasitisme… et **pesée** éventuelle notamment si des analyses toxicologiques sont prévues ;
- **Dépouillement** minutieux pour repérer des lésions inflammatoires ou traumatiques au niveau du tissu conjonctif. Le dépouillement est notamment important en cas de suspicion de prédation ou de braconnage (empreintes dentaires, passage de plombs…) ;
- **Séparation des organes** sans les léser et en évitant au maximum les contaminations croisées pour ne pas fausser les analyses complémentaires. L'**ouverture du crâne** est recommandée à ce niveau et obligatoire si des symptômes nerveux sont rapportés dans les commémoratifs ;
- **Appréciation de l'état corporel** en s'appuyant sur les dépôts graisseux présents au niveau superficiel, cavitaire et dans la moelle osseuse ainsi que sur des signes tels que l'hydrocachexie ou la cytostéatonécrose ;
- **Lecture des différentes lésions** et prise de photographies ;
- Réalisation et conditionnement de différents **prélèvements** qui serviront de matrices pour les analyses complémentaires et pourront alimenter une sérothèque ou organothèque. L'intérêt des différents examens complémentaires réalisables est ré-évalué en fonction des lésions recensées ;
    - Une recherche bactériologique sur foie, intestins, poumons, cœur, rate et reins est systématiquement pratiquée. En cas d'abcès, la bactérie incriminée est également identifiée ;
    - La parasitologie directe et la coprologie sont très souvent pratiquées ;
    - En fonction du contexte, il peut être décidé d'approfondir les recherches avec des analyses toxicologiques, des recherches d'agents pathogènes

particuliers (virus, mycoplasmes, champignons), des radiographies (suspicion de braconnage), de l'histologie… ;

❖ **Première synthèse des lésions** et **rédaction des observations d'autopsie** sur des feuilles dites « de paillasse » en attendant les résultats des examens complémentaires ;

❖ **Interprétation** des observations/résultats **et rédaction du compte-rendu d'autopsie** par le vétérinaire, en suivant une trame définie, une fois tous les résultats des examens complémentaires en main. Le compte-rendu est terminé par une **conclusion** mentionnant la cause définitive de la mort, le processus pathologique principal et les processus pathologiques accessoires identifiés ainsi que les éventuelles découvertes d'autopsie. Un niveau de confiance allant de 1 à 5 est attribué au diagnostic.

Au LDVHA05, le compte-rendu final est désormais informatique et l'intégralité des informations sont synthétisées dans un tableau commun à toutes les autopsies.

II.C.4/ ORGANISATION DES DONNEES

Pour les autopsies, les données sont regroupées dans un tableau Excel. Le tableau partiel fourni par Dominique GAUTHIER a été complété avec les résultats des archives papiers.

Dans ce tableau, chaque ligne correspond à un individu autopsié et chaque colonne correspond à une variable. Les variables renseignées sont :

- « **numéro de laboratoire** » : du type XX D NNN, XX correspondant à l'année (exemple, 04 pour 2004), D pour diagnostic et NNN correspondant au numéro de l'autopsie (exemple, 056 si l'autopsie est le 56ème diagnostic réalisé par le LVDHA 05). Nous parlons ici d'un numéro de diagnostic et non d'un numéro d'autopsie car d'autres résultats comme les résultats de coprologie sont également classés XX D NNN. Ceci permet de classer chronologiquement les résultats ;
- « **prescripteur** » : dans le cadre de notre travail, correspond toujours au PNE ;
- « **nom du prescripteur** » : permet essentiellement de classer les demandes en fonction du secteur du PNE (Briançonnais, Valgaudemar…) ;
- « **nom du découvreur** » : pas toujours renseigné, il permet de récupérer des informations supplémentaires sur les commémoratifs qui pourraient orienter le diagnostic ;
- « **espèce** » : donnée en nom vernaculaire ;
- « **sexe** » : la plupart du temps bien renseigné notamment pour les mammifères ;
- « **âge** » : renseigné si possible en nombre d'années révolues, il est notamment estimé grâce à la dentition ou à la pousse cornuale ; parfois seule la différence adulte/juvénile est renseignée ;
- « **commune** » : permet également de classer les demandes par secteur et par population ;
- « **lieu-dit** » : si précisé, il permet d'apporter des précisions sur l'altitude, l'environnement ce qui peut aiguiller le diagnostic (exemple, AVP si le cadavre est retrouvé à proximité d'une route) ;
- « **date de découverte** » : toujours renseignée en jour/mois/année ;

- « **date présumée de la mort** » : précise parfois si l'animal est découvert agonisant ou observé depuis plusieurs jours, parfois seulement estimée en fonction de critères comme la rigidité cadavérique, les traces de nécrophagie, les altérations cadavériques… ;
- « **type de mort** » : nous trouvons des euthanasies, des morts pendant le transport, des tirs, des prédations, des dérochages…. Lorsqu'aucune cause particulière n'est déterminée, le terme « naturelle » est utilisé ;
- « **date de réception du laboratoire** » : toujours renseignée en jour/mois/année ;
- « **conservation** » : les cadavres sont qualifiés de « frais » ou « congelé » suivant le mode de conservation ;
- « **état du cadavre** » : en fonction de l'état de putréfaction et des signes de nécrophagie, nous utilisons un des trois termes du Vademecum (48) : « correct », « altéré » ou « putréfié » ;
- « **état physiologique** » : il est apprécié lors de l'autopsie en fonction des graisses de couvertures, des graisses cavitaires et de la moelle osseuse. D'après le Vademecum (48) il est ainsi qualifié de « excellent », « bon », « amaigrissement récent », « état dégradé » ou « misère physiologique » ;
- « **statut reproducteur** » : pour les femelles sa détermination est permise par l'observation de la mamelle et de l'utérus. Nous retrouvons ainsi différents statuts tels que : en cours de gestation, nombre de gestations, suitée ou non, inactivité sexuelle ;
- « **synthèse lésionnelle** » : qualification et localisation de toutes les lésions observées lors de l'autopsie ;
- « **processus pathologique principal** » : correspond au processus à l'origine de la mort ou à l'origine du tableau clinique nécessitant l'euthanasie ;
- « **évolution terminale** » : il s'agit de la cause finale de la mort qui n'est pas forcément en lien avec le processus pathologique principal (exemple : tir de chasse, sacrifice) et/ou de la cause létale survenant chez un sujet en souffrance (exemple : dérochage d'un animal devenu aveugle suite à une kératoconjonctivite ou en état de misère physiologique ; entérotoxémie agonique, noyade, fausse déglutition…) ;
- « **maladies associées** » : répertorie les affections qui ont pu favoriser ou aggraver l'état de l'animal mais qui n'ont pas directement causé sa mort ;
- « **découvertes d'autopsie** » : répertorie des lésions, des anomalies ou des agents pathogènes découverts au cours de l'autopsie mais qui n'ont eu aucune répercussion sur la vie de l'animal ;
- « **indice de confiance** » : il est noté sur une échelle de 1 à 5 (48) :
    - 5 = diagnostic de certitude ;
    - 4 = diagnostic de suspicion fondé : des examens complémentaires et/ou des éléments anatomopathologiques sont concordants ;
    - 3 = diagnostic de suspicion : des résultats d'examens complémentaires et/ou des éléments anatomopathologiques sont évocateurs mais ne sont pas concordants ou ne suffisent pas au diagnostic ;
    - 2 = hypothèses de diagnostic : s'ils existent, les résultats d'examens complémentaires et/ou les éléments anatomopathologiques sont très insuffisants ;

- 1 = conclusion impossible ou cause indéterminée ;

- « **matrices bactériennes** » : répertorie tous les organes et prélèvements sur lesquels la recherche de bactéries est réalisée ;
- « **bactéries aérobies 1 à 7** » : chaque bactérie aérobie isolée est inscrite dans une colonne en précisant à partir de quelle matrice et à quelle concentration pour certains germes ;
- « **bactéries anaérobies 1 et 2** » : de même, chaque bactérie anaérobie isolée est inscrite dans une colonne en précisant la matrice et éventuellement la concentration ;
- « **parasitologie directe** » : liste exhaustive des différents parasites trouvés par observation macroscopique lors de l'autopsie ;
- « **coproscopie** » : réalisée sur des fèces prélevées lors de l'autopsie, les résultats sont donnés quantitativement ;
- « **autres analyses** » : regroupe les résultats d'analyses réalisées plus spécifiquement en fonction de l'individu, du contexte ou du projet comme des analyses de virologie, mycologie, toxicologie, histologie…

II.C.5/ ANALYSE DESCRIPTIVE DES RESULTATS

Les résultats de diagnostics regroupent une majorité de compte rendus d'autopsie associés aux résultats de bactériologie, coprologie et autres analyses mais également quelques résultats concernant des prélèvements sur animaux vivants tels que des coprologies ou de la dermatologie.

⟹ Répartition des carcasses et prélèvements envoyés à visée diagnostique par année

Des enregistrements de prélèvements ou de carcasses à visée diagnostique ont été enregistrés avant les années 2000 dans les registres du laboratoire (tableau VII) mais nous n'avons pas eu accès aux rapports.

TABLEAU VII : RELEVE DES ENREGISTREMENTS EN PROVENANCE DU PNE AU LVDHA .05 AVANT 2000

Année	Enregistrements de prélèvement ou de cadavre
1995	2 fèces de chamois pour coprologie
	1 chamois pour autopsie
1996	1 tête de chamois (analyse non renseignée)
1997	2 fèces de chamois pour coprologie
	3 chamois pour autopsie
	1 chamois éviscéré pour bactériologie
1998	1 tête de chamois et un écouvillon oculaire pour bactériologie
	1 chamois pour autopsie
1999	1 chamois pour autopsie

Entre 2000 et 2018, dans les registres du LDVHA.05, nous relevons **300** enregistrements de carcasses ou de prélèvements transmis à visée diagnostique par le PNE. Pour 44 dossiers, la date de collecte du cadavre ou du prélèvement n'est pas renseignée.

Le nombre de cadavres ou de prélèvements collectés par année est **hétérogène**, atteignant un maximum de 36 en 2009. Globalement nous observons une augmentation des collectes entre 2000 et 2009 puis une diminution des collectes depuis 2009 mais dix dossiers pour lesquelles n'a pas été renseignée ont été enregistrés en 2018 par le LDVHA.05 (Figure 27).

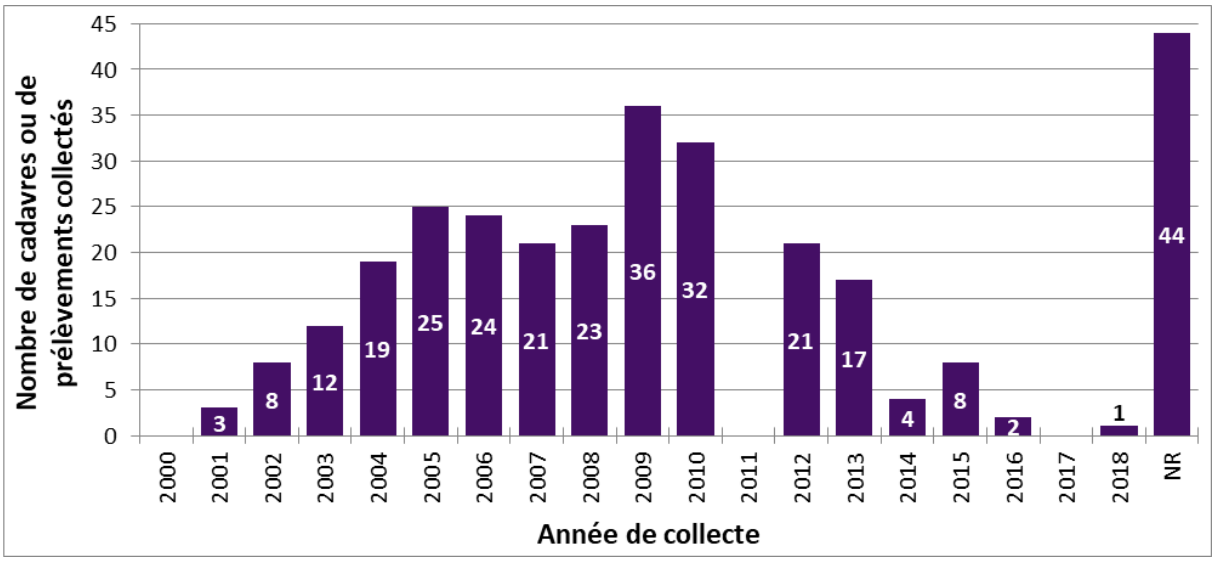


FIGURE 27 : REPARTITION DES 300 CADAVRES ET PRELEVEMENTS (ANALYSES AU LDVHA.05) EN FONCTION DE L'ANNEE DE COLLECTE

⟹ Répartition des demandes de diagnostic par espèce

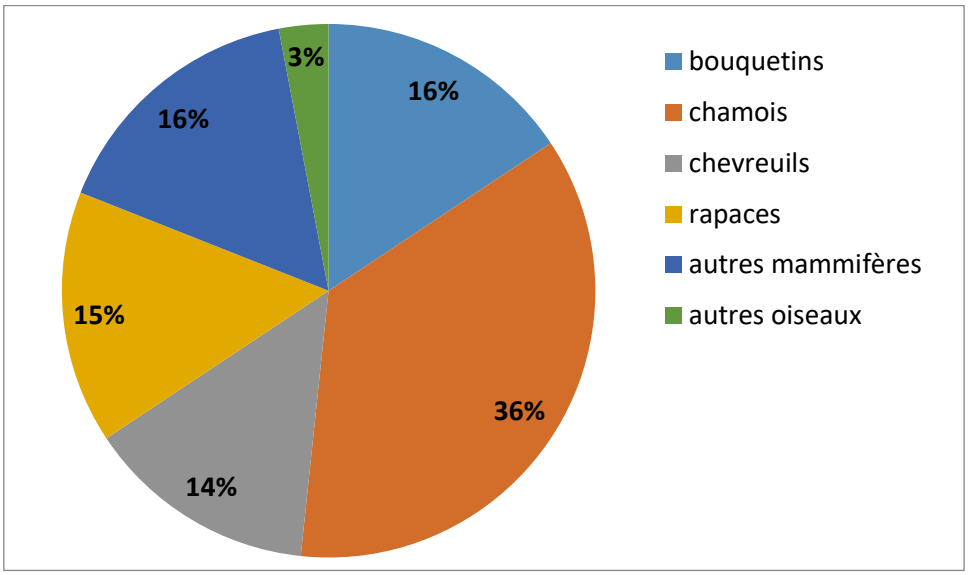


FIGURE 28 : DISTRIBUTION DES PRELEVEMENTS ET CARCASSES A VISEE DIAGNOSTIQUE PAR ESPECE (PERIODE 2000-2018)

Les analyses concernent majoritairement des **chamois** (108 enregistrements), des **bouquetins** (46 enregistrements) et des **chevreuils** (42 enregistrements) (Figure 28).

Les **rapaces** représentent 15% des enregistrements avec des vautours fauves (n=3), des aigles royaux (n=7), des buses variables (n=7), des éperviers d'Europe (*Accipiter nisus*.,

n=4), des chouettes hulottes (*Strix aluco*, n=5), des hiboux (n=9), des faucons (*Falco* sp., n=6), des milans noirs (*Milvus migrans*, n=2), une bondrée apivore (*Pernis apivorus*), un autour des palombes (*Accipiter gentilis*) et un circaète Jean le Blanc (*Circaetus gallicus*).

Les **autres mammifères**, 16% des enregistrements, regroupent des renards (n=17), des blaireaux (n=4), des martres (n=3), des marmottes (n=3), des mouflons (n=3), des sangliers (n=3), des hermines (*Mustela erminea*, n=3), des fouines (*Martes foina*, n=2), des chauves-souris (n=2), des écureuils roux, (*Sciurus vulgaris*, n=2), un castor (*Castor fiber*), un lièvre (*Lepus* sp.), un loup, un isard, un cerf élaphe (*Cervus elaphus*) et un hérisson (*Erinaceus* sp.).

Les **autres oiseaux** représentent 3% des demandes dont des tétras-lyres (*Tetrao tetrix*, n=2), des gélinottes n=2), un cygne (*Cygnus* sp.), un goéland (*Larus* sp.), un grand corbeau (*Corvus corax*), une perdrix rouge (*Alectoris rufa*) et un pélican frisé (*Pelecanus crispus*).

Etant donné les effectifs par espèce, les analyses descriptives suivantes concernent uniquement les bouquetins, les chamois et les chevreuils.

⟹ **Répartition des demandes en fonction de l'état du cadavre ou du prélèvement**

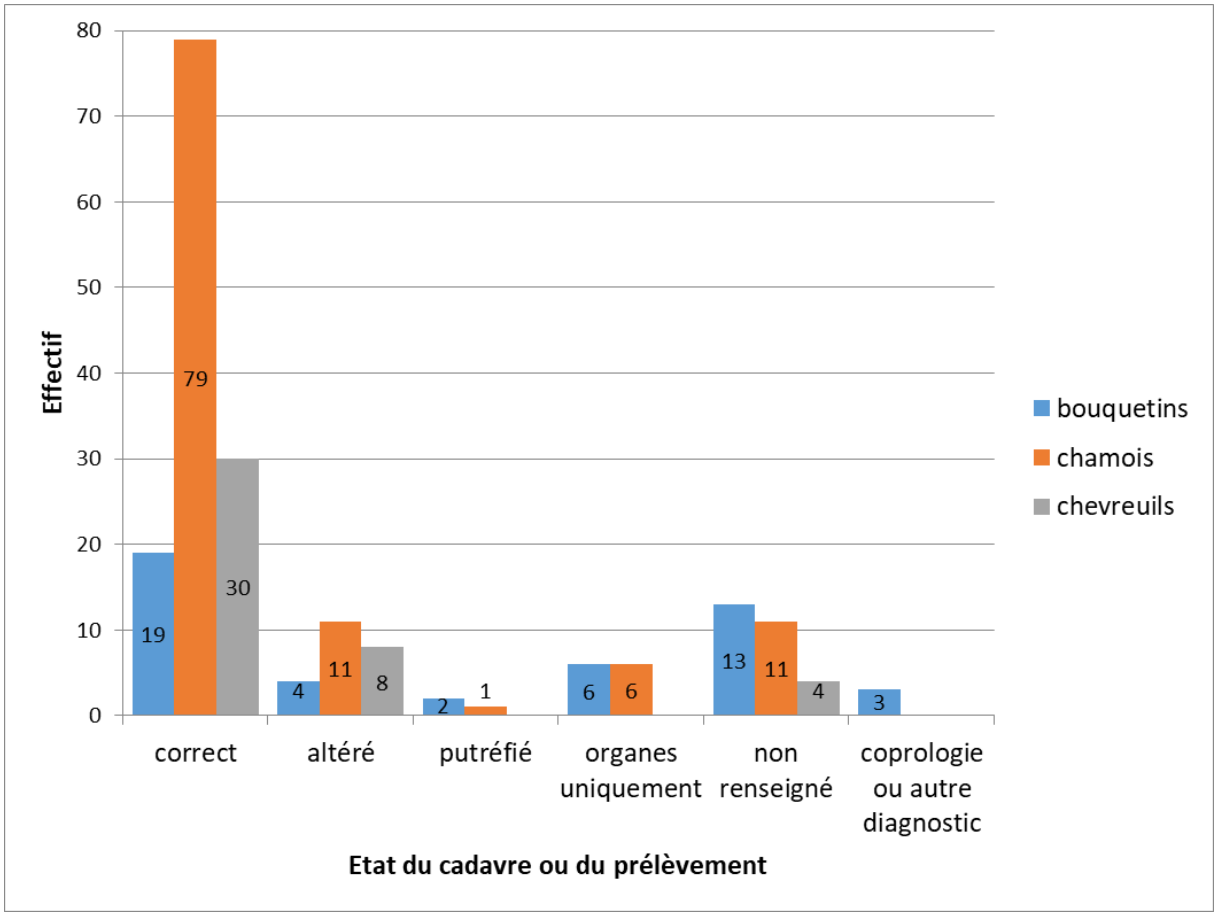


FIGURE 29 : ETAT DES PRELEVEMENTS OU DES CADAVRES DE CHEVREUILS, CHAMOIS ET BOUQUETINS (PERIODE 2000-2018)

L'état du cadavre ou du prélèvement est essentiel à l'obtention d'un diagnostic fiable. Il dépend notamment du délai entre la mort et la découverte du cadavre ainsi que du mode de conservation. L'état est qualifié de « correct », « altéré » ou « putréfié ».

Pour les trois espèces étudiées, l'état est **correct dans une majorité des cas** (Figure 29). Nous trouvons néanmoins des cas d'altération et de rares cas de putréfaction.

⟹ Analyse descriptive des résultats obtenus sur les bouquetins

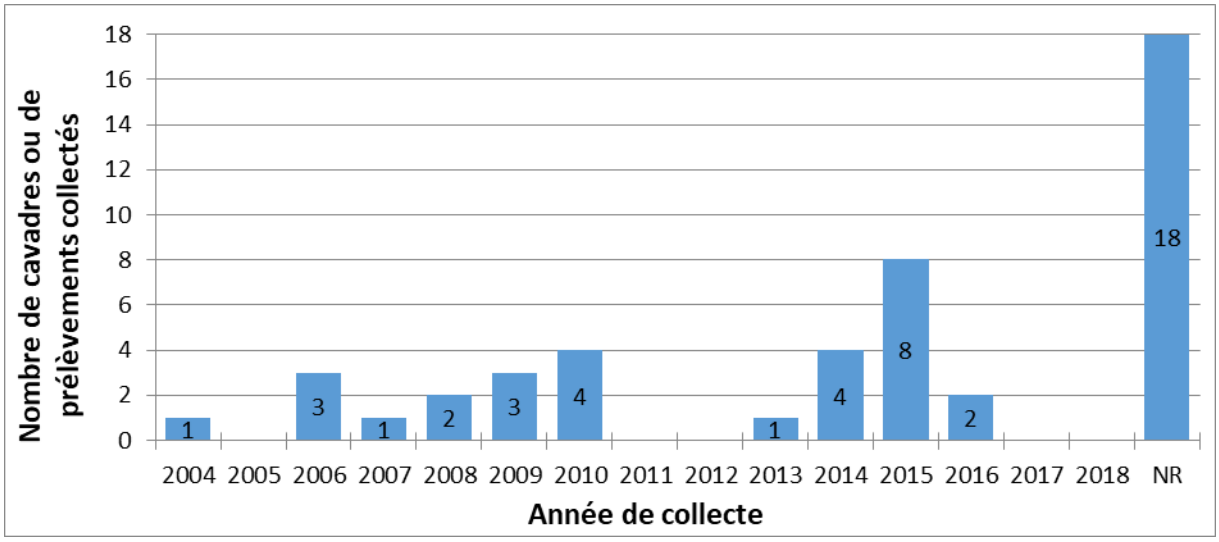


FIGURE 30 : REPARTITION DES 47 CADAVRES ET PRELEVEMENTS DE BOUQUETINS (ANALYSES AU LDVHA.05) EN FONCTION DE L'ANNEE DE COLLECTE

47 demandes de diagnostic concernent des bouquetins ont été enregistrées au laboratoire entre 2004 et 2018 (Figure 30). En dehors d'une hausse en 2015, le nombre de prélèvements par année semble **assez homogène** mais la date de prélèvement n'est pas renseignée dans 18 dossiers dont plusieurs qui ont été enregistrés au laboratoire en 2018.

En 2015, deux demandes concernaient uniquement de la coprologie et une demande uniquement de la dermatologie sur bouquetins vivants.

❖ Répartition des demandes par âge et sexe des bouquetins

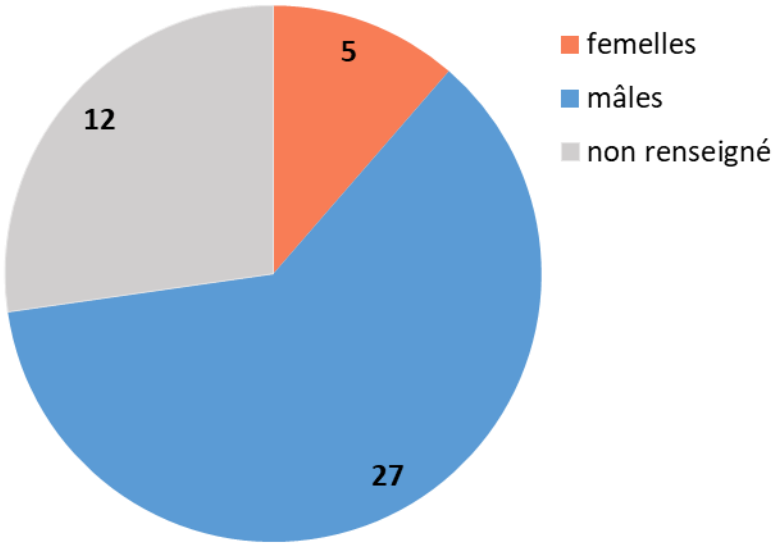


FIGURE 31 : REPARTITION DES 44 BOUQUETINS ENVOYES POUR DIAGNOTIC POST-MORTEM PAR SEXE

Les **mâles** représentent la majorité des bouquetins concernés par un diagnostic post-mortem (Figure 31) avec 61% de mâles contre 11% de femelles. Dans 27% des cas, le sexe n'est pas renseigné.

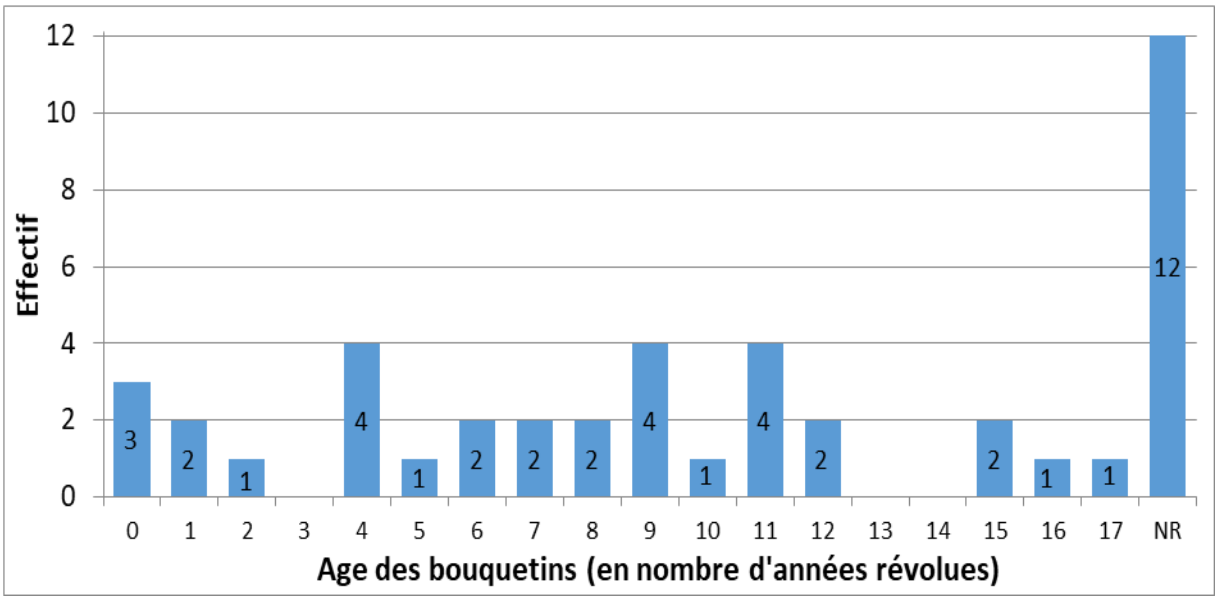


FIGURE 32 : REPARTITION DES 44 BOUQUETINS AYANT FAIT L'OBJET D'UN DIAGNOSTIC POST-MORTEM PAR AGE EN NOMBRE D'ANNEES REVOLUES

La répartition des bouquetins concernés par un diagnostic post-mortem en fonction de l'âge estimé en nombre d'années révolues apparaît hétérogène avec des individus **juvéniles**, **adultes** et **âgés** mais l'âge reste non renseigné dans 27% des cas (Figure 32).

- **Analyse descriptive des types de mort, des causes de mort et des processus pathologiques principaux recensés chez les bouquetins**

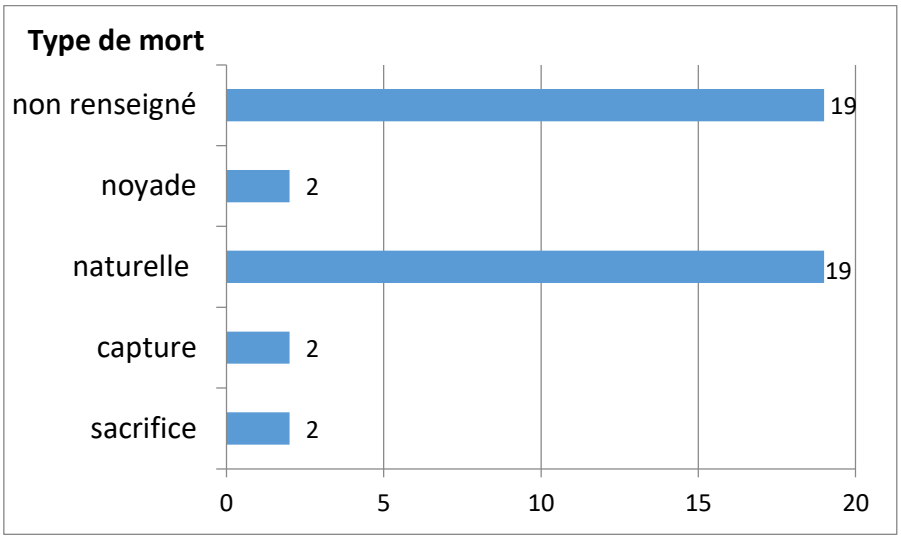


FIGURE 33 : REPARTITION DES 44 BOUQUETINS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DU TYPE DE MORT PRESUME

Dans la majorité des cas, la mort est dite **naturelle**. Néanmoins, deux bouquetins ont été **sacrifiés** sur place ou euthanasiés, deux se sont **noyés** et deux sont morts à la **capture**. (Figure 33).

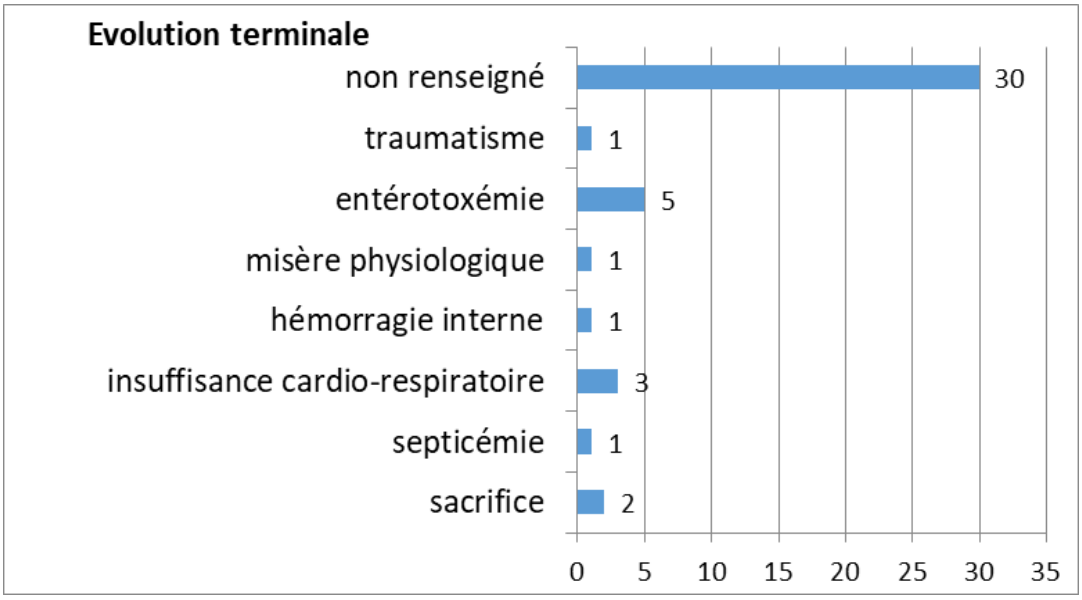


FIGURE 34 : REPARTITION DES 44 BOUQUETINS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DE L'EVOLUTION TERMINALE

L'évolution terminale est rarement déterminée. Les **entérotoxémies** et les **insuffisances cardio-respiratoires** semblent prédominer. Nous retrouvons les cas de sacrifices mais également des cas d'hémorragie interne, de septicémie, de misère physiologique ou de traumatisme fatal (Figure 34).

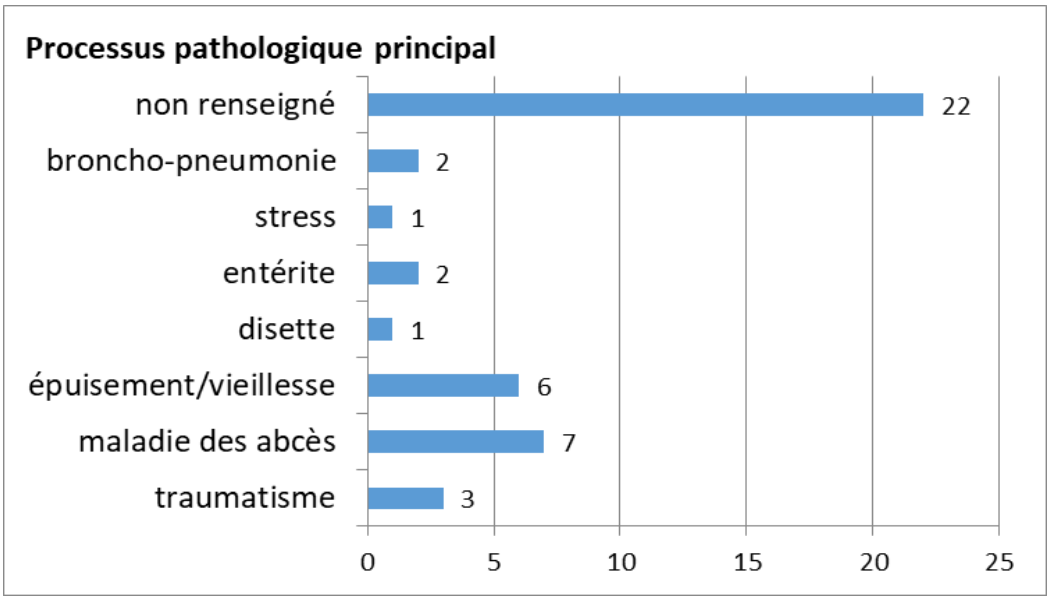


FIGURE 35 : REPARTITION DES 44 BOUQUETINS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DU PROCESSUS PATHOLOGIQUE PRINCIPAL

Le processus pathologique principal est le processus incriminé comme ayant mené à la mort directement ou indirectement, ou responsable de l'état nécessitant le sacrifice.

Dans les cas où il est renseigné, nous retrouvons une majorité de **maladies des abcès** ou des **états d'épuisement** liés ou non à la **vieillesse**. Les **traumatismes** et les maladies pulmonaires (**broncho-pneumonies**) sont incriminés à plusieurs reprises. Dans quelques cas, la mort apparaît être liée à une entérite, une période de disette ou le stress (Figure 35).

⟹ Analyse descriptive des résultats obtenus sur les chevreuils

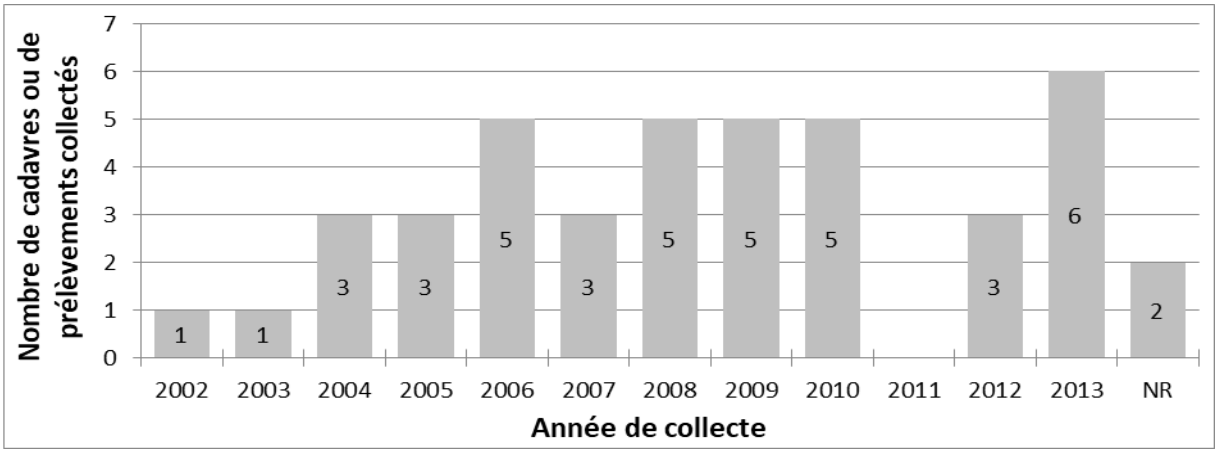


FIGURE 36 : REPARTITION DES 42 CADAVRES ET PRELEVEMENTS DE CHEVREUILS (ENVOYES AU LDVHA.05) EN FONCTION DE L'ANNEE DE COLLECTE

Les collectes de cadavres ou de prélèvements réalisés sur les chevreuils s'échelonnent de 2002 à 2013 avec un total de 42 enregistrements. Pour deux dossiers, la date de collecte n'est pas renseignée (Figure 36). Les collectes sont globalement réparties de manière **homogène** : entre 2004 et 2013 nous relevons entre 3 et 6 collectes par an.

❖ Répartition des collectes par âge et sexe des chevreuils

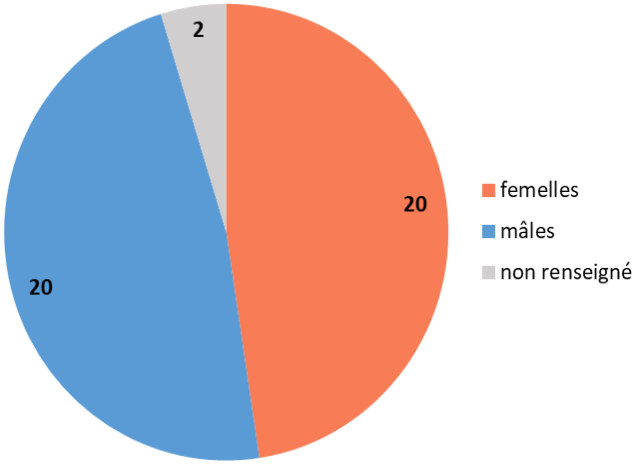


FIGURE 37 : REPARTITION DES 42 CHEVREUILS ENVOYES POUR DIAGNOTIC POST-MORTEM PAR SEXE

Le sexe est renseigné dans 95% des cas. Sur les 42 diagnostics sur chevreuils, les mâles et les femelles sont **identiquement** représentés (n=20) (Figure 37).

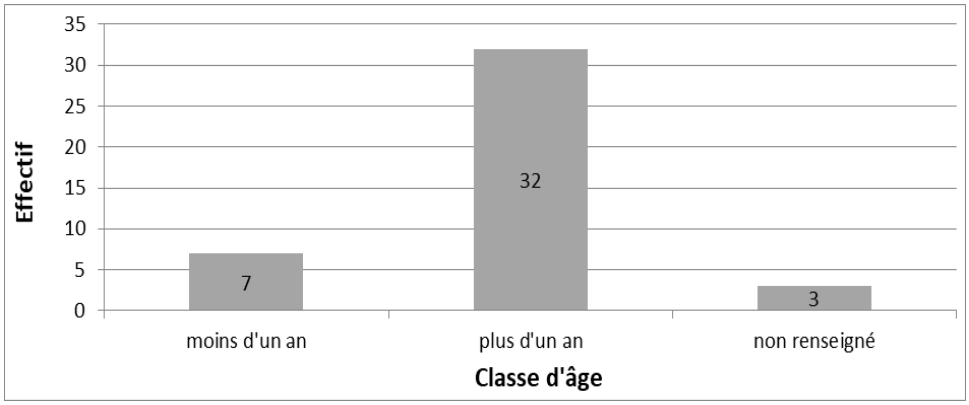


FIGURE 38 : REPARTITION DES 42 CHEVREUILS ENVOYES POUR DIAGNOSTIC POST-MORTEM PAR CLASSE D'AGE

La classe d'âge n'est pas renseignée dans trois dossiers. Les **juvéniles** de moins d'un an représentent **16%** des chevreuils, tandis que **76%** des diagnostics concernent des individus de **plus d'un an** (Figure 38).

- **Analyse descriptive des types de mort, des causes de mort et des processus pathologiques principaux recensés chez les chevreuils**

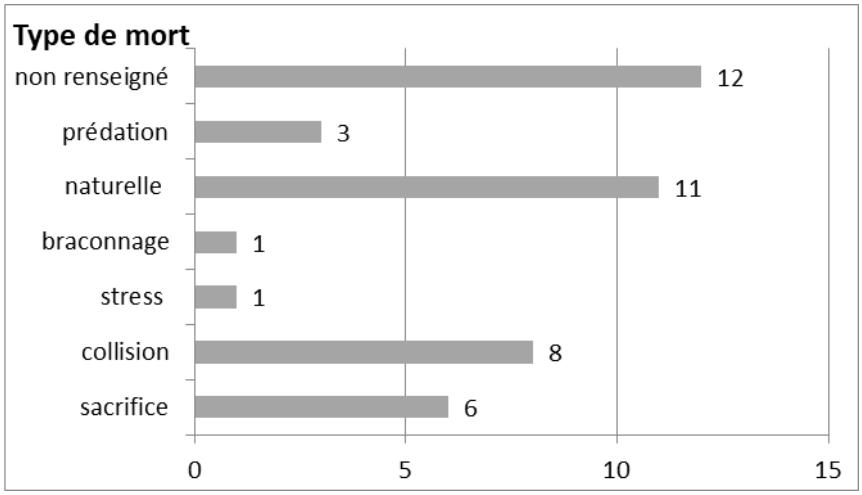


FIGURE 39 : REPARTITION DES 42 CHEVREUILS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DU TYPE DE MORT PRESUME

Le type présumé de la mort du chevreuil est renseignée dans 71% des cas. Les types de morts majoritaires sont la mort **naturelle**, les **collisions** avec un véhicule ou les **sacrifices** justifiés par l'état de l'animal notamment par euthanasie, strangulation ou égorgement (Figure 39).

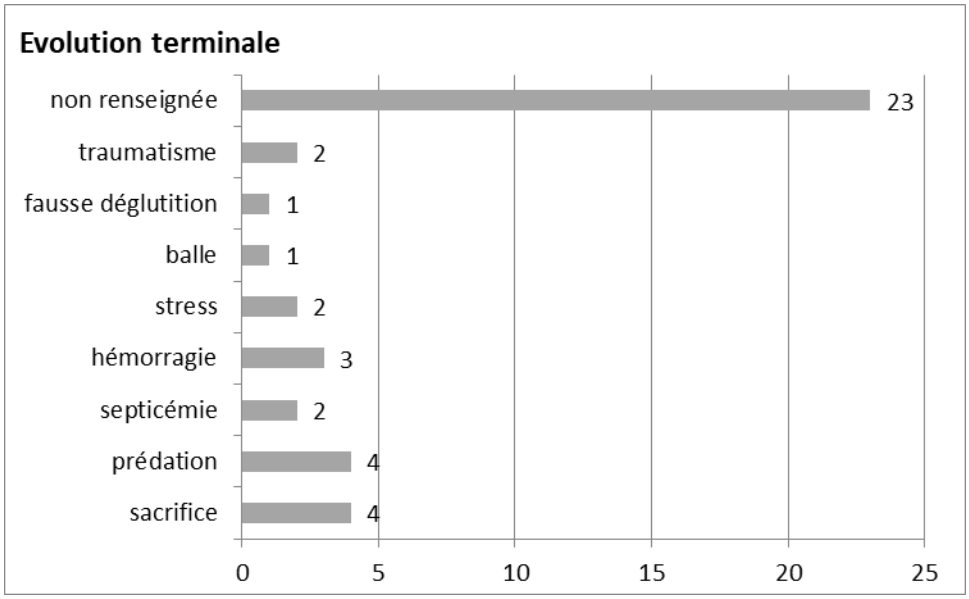


FIGURE 40 : REPARTITION DES 42 CHEVREUILS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DE L'EVOLUTION TERMINALE

L'évolution terminale est renseignée dans 45% des cas. Nous retrouvons notamment la **prédation**, le **sacrifice** ou une **hémorragie** mais aussi des cas de traumatismes fatals, de septicémies, de mort par balle, par stress ou par fausse déglutition (Figure 40).

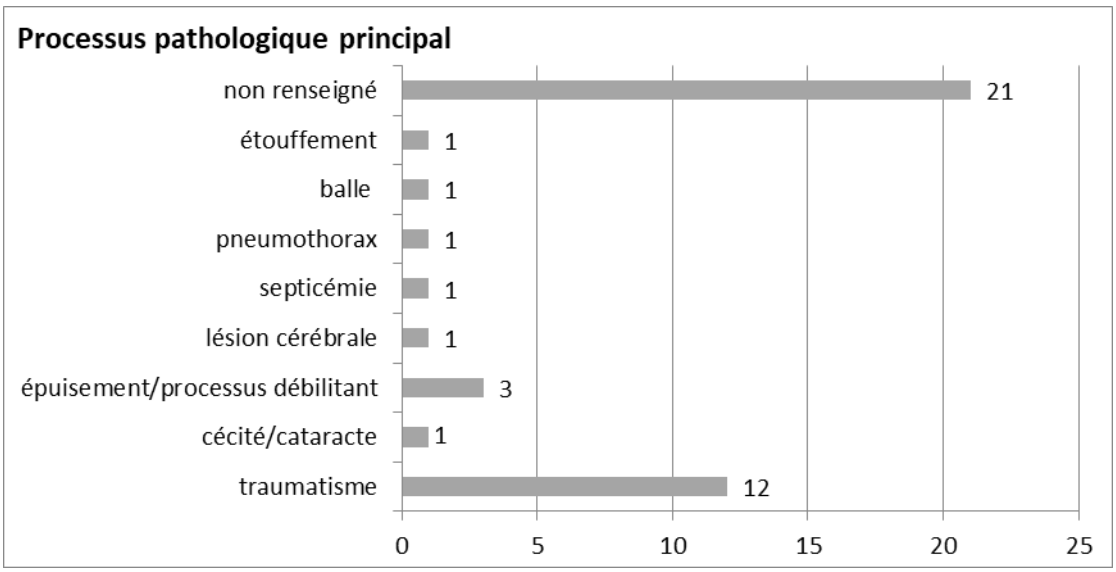


FIGURE 41 : REPARTITION DES 42 CHEVREUILS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DU PROCESSUS PATHOLOGIQUE PRINCIPAL

Le processus pathologique principal impliqué dans la mort du chevreuil est renseigné dans 50% des cas. La mort est imputée dans 29% des cas à un **traumatisme** mais également provoquée par l'épuisement ou un processus débilitant, un étouffement, un tir de balle, un pneumothorax, une septicémie, une lésion cérébrale ou un état de cécité (Figure 41).

⟹ Analyse descriptive des résultats obtenus sur les chamois

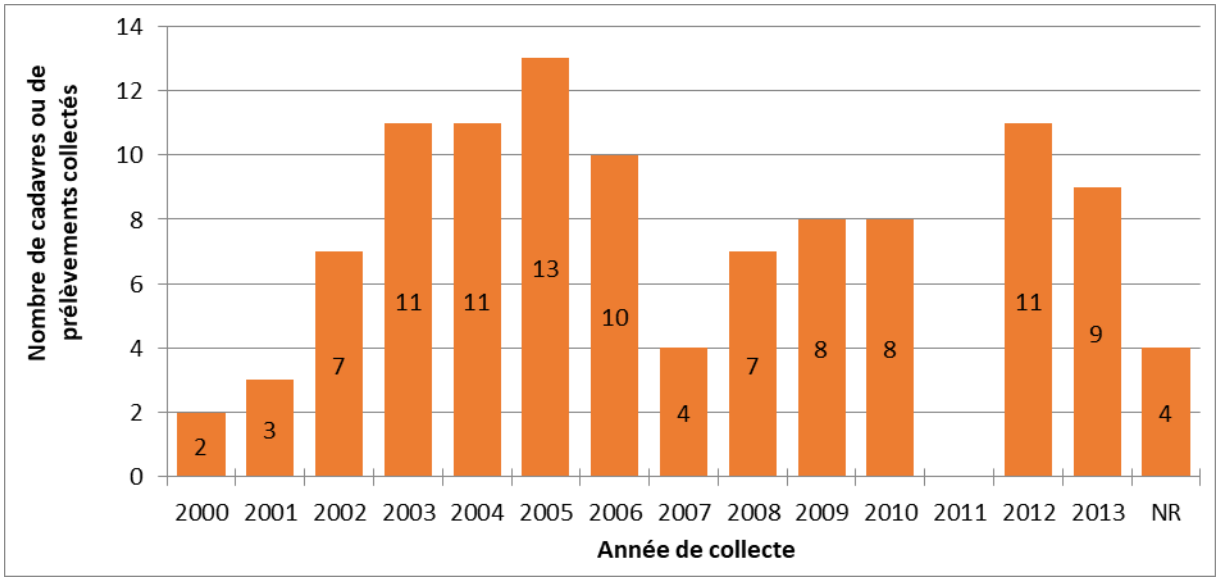


FIGURE 42 : REPARTITION DES 108 CADAVRES ET PRELEVEMENTS DE CHAMOIS (ENVOYES AU LDVHA.05) EN FONCTION DE L'ANNEE DE COLLECTE

108 demandes de diagnostics post-mortem concernent les chamois. Les collectes commencent en **2000** et s'étalent jusqu'à **2013**. Dans quatre dossiers, l'année de collecte n'était pas renseignée. La moyenne se situe entre 7 et 8 demandes par an, mais ce nombre varie d'aucune en 2011 à 13 en 2005 (Figure 42).

❖ Répartition des demandes par âge et sexe des chamois

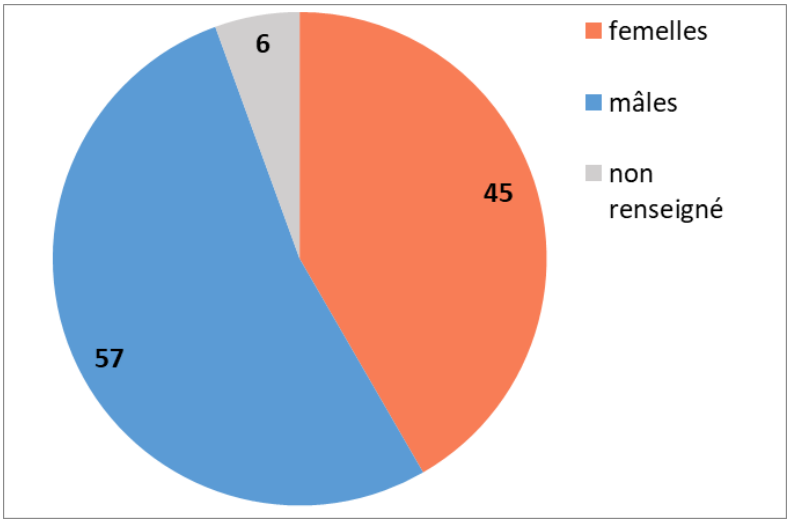


FIGURE 43 : REPARTITION DES 108 CHAMOIS ENVOYES POUR DIAGNOTIC POST-MORTEM PAR SEXE

Le sexe des chamois est renseigné dans 94% des cas (Figure 43). Les diagnostics post-mortem concernent un peu plus de mâles que de femelles avec une sex-ratio apparente **de 0,8 femelles autopsiées pour un mâle.**

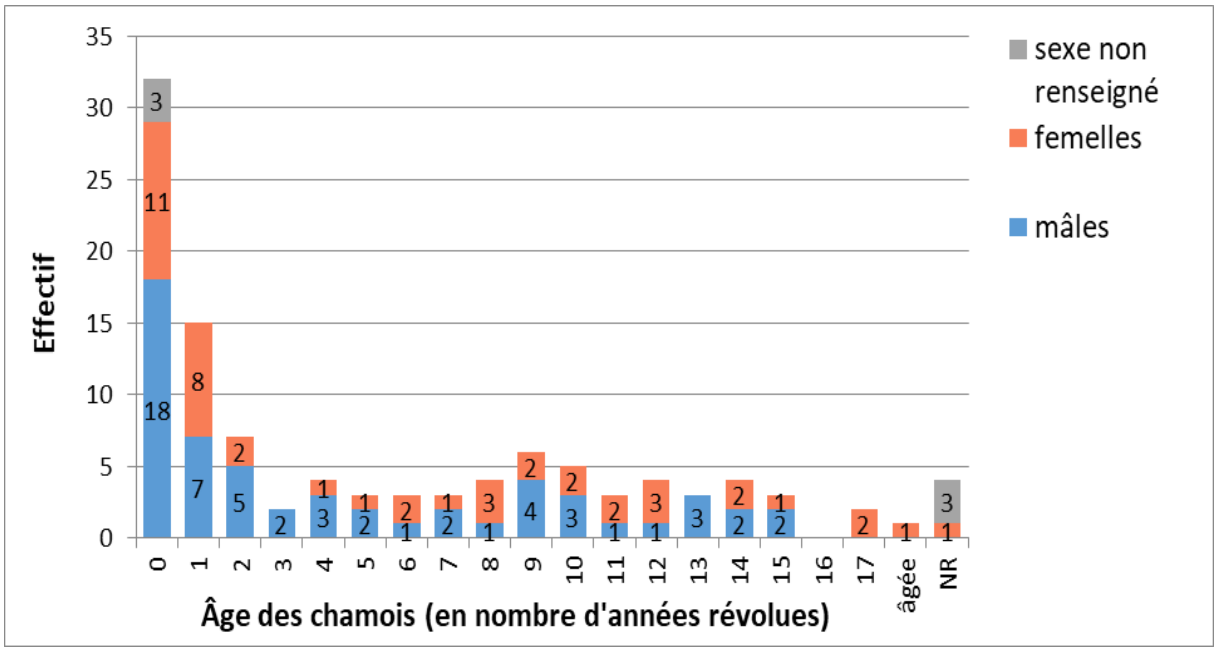


FIGURE 44 : REPARTITION DES 108 CHAMOIS ENVOYES POUR DIAGNOSTIC POST-MORTEM PAR AGE EN NOMBRE D'ANNEES REVOLUES

L'âge des chamois concernés par un diagnostic post-mortem est précisément renseigné dans 96% des cas (Figure 44). Nous retrouvons des individus jeunes, adultes et âgés, ce qui permet d'avoir un aperçu des lésions retrouvées à tout âge.

Les **jeunes** de deux ans ou moins sont les plus représentés (50% des individus) et en particulier 30% des diagnostics concernent des **cabris**.

Le reste des individus sont répartis de manière globalement homogène entre 3 et 17 ans.

❖ Analyse descriptive des types de mort, des causes de mort et des processus pathologiques principaux recensés chez les chamois

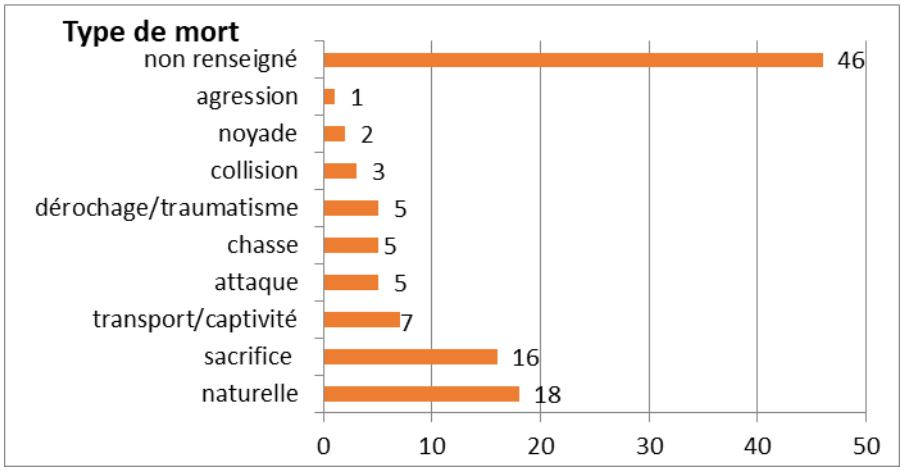


FIGURE 45 : REPARTITION DES 108 CHAMOIS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DU TYPE DE MORT PRESUME

Le type de mort est renseigné dans 57% des cas (Figure 45). Les morts **naturelles** et par **sacrifice** représentent plus de la moitié des types de mort renseignés. Les sacrifices ont lieu par euthanasie, égorgement/saignée, étouffement ou par assommage. 7 chamois sont morts naturellement mais suite à un transport ou à une période de captivité.

Plusieurs chamois sont également victimes d'attaques par des prédateurs, de tirs de chasse, de dérochages ou de collisions.

Deux morts par noyade et une agression par un congénère sont également recensées.

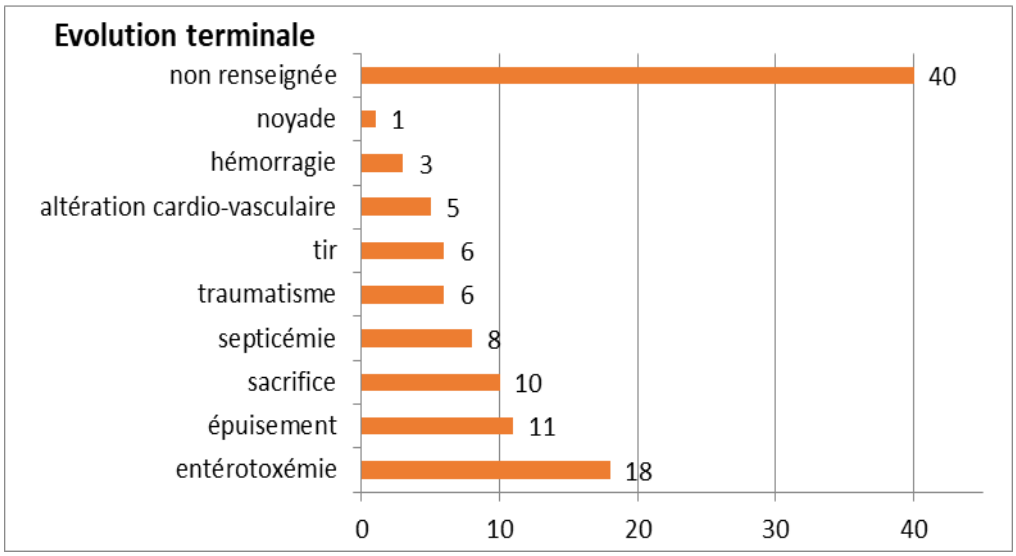


FIGURE 46 : REPARTITION DES 108 CHAMOIS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DE L'EVOLUTION TERMINALE

L'évolution terminale est renseignée pour 63% des chamois (Figure 46). Les **entérotoxémies** semblent être les plus fréquentes, suivies des **épuisements**, **sacrifices** et **septicémies**. Les tirs de chasse, traumatismes, altérations cardio-vasculaires sont moins représentés. Un cas de noyade est répertorié.

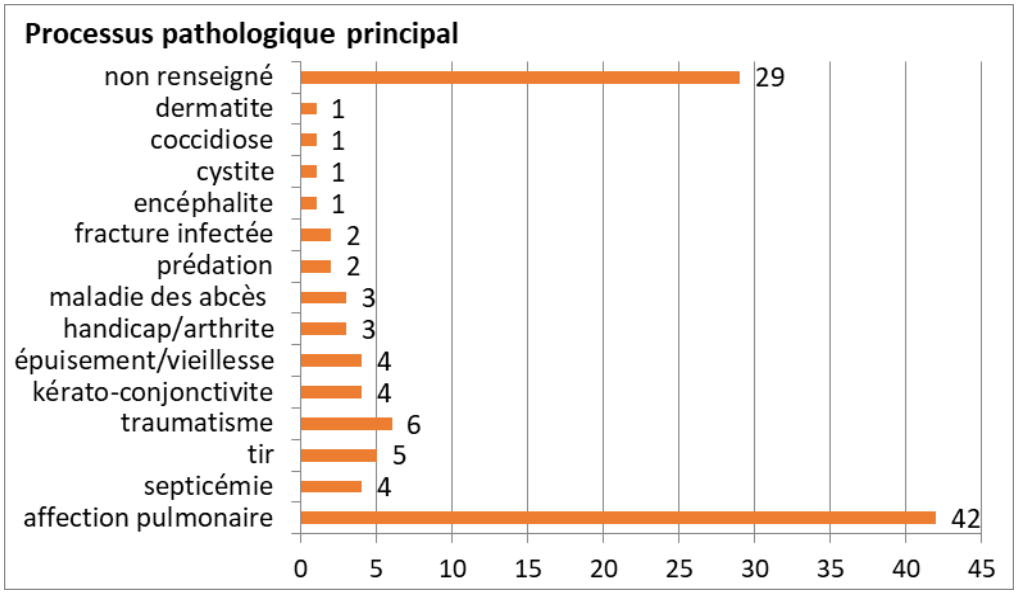


FIGURE 47 : REPARTITION DES 108 CHAMOIS SOUMIS A DIAGNOSTIC POST-MORTEM EN FONCTION DU PROCESSUS PATHOLOGIQUE PRINCIPAL

Le processus pathologique principal imputable à la mort est renseigné dans 71% des cas (Figure 47).

Les **affections pulmonaires** représentent une part nettement majeure dans les causes de mort, à savoir 39%. Les affections pulmonaires recensées sont de différents types, nous relevons en effet, des bronchopneumonies aiguës ou chroniques plus ou moins associées à une surinfection pyogène ou non mais aussi des pneumonies simples, des pleuro-pneumonies et des pleuro-bronchopneumonies.

Les autres causes recensées sont moindres en comparaison. Nous notons des cas de traumatisme, de septicémie, de tir de chasse, de kérato-conjonctivite, d'épuisement ou de vieillesse, de handicap lié ou non à de l'arthrite, de fracture infectée ou de prédation. Des cas uniques de dermatite, coccidiose, cystite et encéphalite responsables de la mort sont également répertoriés.

II.D/ VEILLE SUR LES AMPHIBIENS

II.D.1/ OBJECTIFS DU PROGRAMME

Concernant la veille sur les Amphibiens, le PNE est engagé dans le programme de « Suivi des mortalités des amphibiens dans les zones humides de montagne ». De nombreuses espèces d'amphibiens sont des espaces menacées. Ce programme vise à améliorer la transmission des données de mortalité et morbidité observées sur le terrain en encourageant les agents de terrain à déclarer leurs observations sur www.alerte-amphibien.fr. Il vise particulièrement à surveiller deux groupes d'infections responsables de mortalités massives : les Chytridiomycoses, infections fongiques à *Batrachochytrium spp.*, et les Ranaviroses, infections virales (49).

Le PNE s'est aussi engagé en 2017 dans le programme de suivi européen « Salamanders ». L'objectif de ce programme est de suivre la progression d'un parasite de la salamandre tachetée : *Batrachochytrium salamandrivorans*. Introduit accidentellement en France suite à l'importation de batraciens d'origine exotique, ce champignon est considéré comme une menace majeure pour les populations de salamandres et de tritons (14). Le programme « Salamanders » vise à réaliser une cartographie du risque et à trouver des mesures de prévention et de biosécurité.

Le PNE est également impliqué dans le protocole de suivi des populations de sonneurs à ventre jaune (*Bombina variegata*) par Capture-Marquage-Recapture (CMR).

II.D.2/ ORGANISATION DU RESEAU

Concernant le suivi des mortalités des amphibiens, le chargé de mission faune Ludovic Imberdis transmet un bilan des données internes du Parc au responsable de l'étude, le professeur Claude Miaud qui est à l'origine du protocole.

Le programme « Salamanders » est un programme international étendu à l'Allemagne, la France, l'Italie, l'Espagne et la Belgique. Il est coordonné par le CEFE (Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive) de Montpellier et notamment le professeur Claude Miaud de l'UMR 5175.

Le programme de suivi des populations des sonneurs à ventre jaune par CMR est coordonné par l'ONF (Office National des Forêts) et le MEDDE (Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie).

II.D.3/ PROTOCOLE TECHNIQUE

⟹ Suivi des mortalités des amphibiens dans les zones humides de montagne (Annexe 6) **:**

Ce protocole consiste dans la déclaration des observations et la réalisation de prélèvements.

Les déclarations : Lors des missions de veille écologique, à savoir principalement lors de l'entretien des mares hébergeant les sonneurs, les agents sont tenus de faire une double déclaration en cas d'observations d'amphibiens morts ou malades : une déclaration sur le site www.alerte-amphibien.fr et une saisie sur la base de données internes au Parc. Si plus de 10 individus morts sont observés (cas de mortalité massive), les agents sont tenus d'alerter directement le chargé de mission faune qui préviendra rapidement le responsable de l'Etude.

Les prélèvements : Les prélèvements doivent être réalisés selon le « Protocole d'Echantillonnage Ranavirus – Zones humides alpines 2014 ». Chaque cadavre doit être placé dans un sac de congélation (possibilité de grouper les cadavres d'un même site) sur lequel le site et la date de prélèvement doivent être renseignés. La conservation des cadavres récents se fait au congélateur, les cadavres desséchés peuvent être conservés à l'air libre. Les cadavres et prélèvements sont à envoyer annuellement à l'UMR 5175 du CEFE de Montpellier à l'intention du responsable Claude Miaud.

⟹ Programme « Salamanders » :

Sur la période 2017-2019, le protocole du programme « Salamanders » (50), prévoit la réalisation de prélèvements sur les salamandres tachetées dans les secteurs du Valgaudemar et du Valbonnais :

- Des frottis sur les animaux vivants : il est recommandé de passer un coton-tige ou écouvillon à raison de cinq aller-retours sur chacune des parties du corps de l'animal (ventre, pattes…) puis de le conserver à 4°C jusqu'à envoi au CEFE de Montpellier ;
- Des prélèvements de tissus sur les animaux morts.

Ces prélèvements feront l'objet d'analyses génétiques. Des mesures d'hygiènes et de biosécurité sont à appliquer pour ne pas contaminer les individus sains après la manipulation d'individus infectés.

⟹ Protocole de suivi des populations de sonneurs à ventre jaune par CMR :

Ce protocole sort du suivi sanitaire au sens strict mais montre l'implication du PNE dans des réseaux épidémiologiques. Au sein du PNE le protocole est appliqué sur la zone de l'Embrunais, car il s'agit de la plus grosse population de sonneurs à ventre jaune de PACA (communication personnelle de Michel BOUCHE).

Le guide complet est disponible dans le plan national d'actions pour le sonneur à ventre jaune (51).

II.D.4/ ANALYSE DESCRIPTIVE DES RESULTATS

Dans le cadre du suivi des mortalités des amphibiens, le PNE n'a à ce jour transmis que deux lots de grenouilles rousses provenant de l'Oisans (plateau d'Emparis) et du Valgaudemar (Vallonpierre). Les analyses sont revenues négatives pour la chytridiomycose et la ranavirose.

Concernant le programme « Salamanders » des prélèvements ont été réalisés sur les salamandres dans les secteurs du Valgaudemar et du Valbonnais, mais nous ne savons pas combien et actuellement aucun retour n'est disponible.

Le suivi des populations de sonneurs à ventre jaune dans l'Embrunais montre une tendance significative à la baisse de l'effectif de la population depuis la mise en place du suivi (14) .

II.E/ VEILLE SUR LES CHIROPTERES

II.E.1/ OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les actions de veille sanitaire sur les chiroptères du PNE s'inscrivent dans le cadre du Plan Régional d'Action en faveur des Chiroptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur (PRAC PACA).

Toutes les espèces de chiroptères sont protégées en France, mais cette mesure n'ayant pas été suffisante pour assurer la préservation de certaines espèces (52), un premier

Plan de Restauration des Chiroptères en France Métropolitaine a été mis en œuvre par le Ministère de l'Ecologie sur la période 1999-2003. Ce premier Plan a été suivi par un second Plan National d'Action en faveur des Chiroptères sur la période 2009-2013 lui-même décliné en Plans Régionaux d'Actions pour les Chiroptères (PRAC). Ainsi un premier PRAC PACA fût enclenché sur la période 2009-2013 puis prolongé de 2014 à 2017 et suivi d'un second PRAC PACA 2018-2025 (53).

Une partie de la population de Chiroptères (Minioptères de Schreibers) ayant été fortement impactée par une épizootie en 2002 (54), l'instauration d'une surveillance accrue a pour but de réagir plus rapidement en cas de mortalité anormale.

Le PRAC PACA 2018-2025 prévoit de poursuivre la veille sanitaire via :

- la surveillance de la Mortalité Anormale des Chiroptères (**SMAC**) ;
- l'épidémiosurveillance de la **rage** ;
- l'épidémiosurveillance de la **maladie du nez blanc** ; causée par l'agent fongique *Pseudogymnoascus destructans* et responsable d'un véritable déclin parmi les populations de chauves-souris en Amérique du Nord (55).

II.E.2/ ORGANISATION DU RESEAU

Ce programme est piloté par le **référent du PRAC PACA** et par l'**ONCFS**. Au sein du PNE, Marc Corail (garde moniteur au secteur du Champsaur) est responsable du groupe opérationnel « chauves-souris ».

Les partenaires principaux et potentiels sont nombreux et cités dans la fiche n°2 du PRAC PACA 2018-2015. Nous citerons par exemple :

- les chiroptérologues bénévoles de la SFEPM (Société Française pour l'étude et la protection des Mammifères) en collaboration avec le Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de l'ANSES à Nancy qui assure les analyses pour le diagnostic de la rage,
- l'ONCFS qui a mis en place le réseau SMAC,
- les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires pour les prélèvements en cas de mortalité suspecte,
- VetAgro Sup Lyon pour la recherche de toxiques…

Concernant le réseau SMAC, des référents régionaux SMAC sont nommés. Ils sont en charge de la centralisation des retours de terrain et doivent donner l'alerte en cas de mortalité anormale.

II.E.3/ PROTOCOLE TECHNIQUE

Aucun protocole technique n'a été transmis.

Les agents du PNE habilités à la manipulation des Chiroptères sont au nombre de cinq dont quatre agents en cours d'habilitation. Ils doivent disposer d'une **dérogation** pour la capture des Chiroptères, délivrée par le Muséum National d'Histoire Naturelle, et être à jour dans leur **vaccination anti-rabique**.

Le réseau SMAC est un **réseau d'alerte** qui permet la mise en place d'une **procédure d'urgence en cas de mortalité anormale**. La mortalité ou morbidité est considérée comme anormale lorsqu'elle concerne plusieurs individus sur le même site (56). La procédure décrit les démarches à suivre de la récolte des cadavres jusqu'aux analyses menées par les laboratoires permettant l'identification de la cause de la mort (traumatisme, stress environnemental, agent pathogène…). Tous les cadavres doivent être collectés.

Une fiche de commémoratifs doit être remplie renseignant notamment l'espèce, le lieu, l'environnement (maison, bois, grotte…), le nombre d'individus morts sur une période donnée, la présence de chiroptères vivants présentant des signes cliniques…. La prise de clichés de l'environnement ou des animaux atteints encore vivants est conseillée.

A noter que pour la réalisation d'analyses toxicologiques, il faut au minimum 1 gramme de matrice ce qui n'est pas négligeable sur un chiroptère (56).

Concernant l'épidémio-surveillance de la rage, le PRAC prévoit deux volets de surveillance :

- une surveillance « passive » ou évènementielle réalisée sur les cadavres : ceux-ci sont transmis au laboratoire de l'ANSES de Nancy pour y réaliser une recherche du virus de la rage sur le cerveau (seul test pour un diagnostic positif
- une surveillance « active » ou programmée sur des chiroptères capturés puis relâchés après des micro-prélèvements de sang ou de salive : le diagnostic n'est pas officiel mais cette surveillance permet d'étudier la circulation du virus. Ce volet n'est pas mis en place actuellement dans le PNE.

II.E.4/ ANALYSE DESCRIPTIVE DES RESULTATS

A ce jour, un seul prélèvement aurait été envoyé au LDVHA.05 dans le cadre du réseau SMAC pour une recherche de cause de mortalité suite à une suspicion d'intoxication après un traitement de charpente. Le résultat n'a pas été obtenu.

Dans le cadre de la surveillance évènementielle, aucun cadavre n'a été à ce jour transmis au laboratoire de l'ANSES de Nancy par le groupe opérationnel « Chauve-souris » (communication personnelle de Marc CORAIL).

II.F/ PARTICIPATION AU SUIVI DE L'ECHINOCOCCOSE ALVEOLAIRE SUR *ARVICOLA TERRESTRIS*

Il n'existe pas de protocole concernant le suivi de l'échinococcose alvéolaire au sein du PNE, où l'existence de cette maladie n'était d'ailleurs pas « connue » jusqu'à récemment.

Néanmoins, un suivi de la dynamique des populations du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) est organisé depuis 1998 et implique une participation des agents de terrains aux campagnes de destruction visant à limiter sa pullulation.

Pour éviter l'emploi d'une lutte chimique néfaste pour l'environnement, la communauté de communes du Briançonnais a financé un plan de lutte par piégeage.

Les campagnols étant des hôtes intermédiaires courants d'*Echinococcus multilocularis*, les campagnols terrestres piégés en 2017 et 2018 sur le territoire du PNE ont été transmis à la faculté de Besançon afin de savoir si le parasite est présent sur le territoire du PNE (communications personnelles d'Eric VANNARD & Michel BOUCHE).

Au total, 482 campagnols terrestres ont été autopsiés. Ces autopsies ont abouti à réaliser onze prélèvements sur dix animaux différents qui présentaient des lésions macroscopiques évocatrices de la maladie.

Les onze prélèvements ont fait l'objet d'analyses moléculaires qui ont permis de mettre en évidence la présence d'***Echinococcus multilocularis*** sur cinq prélèvements provenant de **quatre animaux différents** (communication personnelle de Franck BOUE).

Ces résultats confirment que le parasite *E. multilocularis* est présent dans le PNE et montrent l'importance de la participation du PNE (et des parcs nationaux en général) aux opérations de surveillance sanitaire menées à plus grandes échelles sur la faune sauvage.

III/ RESULTATS SPECIFIQUES OBTENUS SUR LA SANTE DES BOUQUETINS

III.A/ LES SRLVS (SMALL RUMINANT LENTIVIRUSES)

III.A.1/ PRESENTATION DE L'AGENT PATHOGENE ET DE LA MALADIE

Les **SRLVs**, ou lentivirus des petits ruminants, regroupent deux rétrovirus étroitement apparentés : le **CAEV** (Caprine Encephalitis Arthritis Virus) et le **VMV** (Visna-Maedi Virus) (57). Le CAEV et le VMV furent longtemps considérés comme spécifiques de l'espèce caprine et de l'espèce ovine respectivement, mais la mise en évidence de la circulation de chacun de ces deux virus à la fois chez les caprins et chez les ovins a remis en question cette spécificité d'hôte. Le terme de « continuum viral » est ainsi désormais employé (58).

La circulation de SRLVs est fréquente dans les élevages de petits ruminants. Selon les sources de Justine Dervaux (59), 30 à 80% des élevages caprins du département des Hautes-Alpes étaient concernés en 2012. En revanche, ils sont rarement rencontrés chez les ongulés sauvages (44).

Les cellules cibles principales des SRLVs sont les monocytes, les macrophages et les cellules dendritiques, néanmoins d'autres types de cellules telles que les cellules épithéliales des glandes mammaires, les cellules microgliales ou encore les cellules endothéliales peuvent être infectées (57).

La contamination a principalement lieu de la mère au petit lors de l'ingestion de lait ou de colostrum riche en cellules infectées, mais la transmission horizontale par inhalation de sécrétions respiratoires est également possible (60) et la mise en évidence des SRLVs dans les organes génitaux laissent suspecter la possibilité d'une transmission vénérienne (61). Les macrophages et cellules dendritiques ainsi infectés au niveau des muqueuses, migrent jusqu'au nœud lymphatique drainant. Le virus est alors transmis aux macrophages qui vont

assurer sa dissémination aux différents organes cibles (58), à savoir le système nerveux central, les poumons, les articulations et les glandes mammaires (57) .

Les SRLV induisent des maladies **chroniques débilitantes et cachectisantes**, c'est-à-dire que l'infection conduit à un état de misère physiologique après un amaigrissement progressif évoluant sur plusieurs mois voire plusieurs années (44) (62). En fonction de l'individu, les symptômes et lésions associés à l'infection sont variables. Par exemple, les arthrites et mammites sont plus fréquentes chez les caprins tandis que chez les ovins, les mammites et pneumonies prédominent (58).

L'hypothèse d'une transmission des SRLVs de la faune domestique aux ongulés sauvages a déjà été soulevée dans plusieurs études.

En 2008, Erhouma et *al*. (61) (63) étudient cette hypothèse de transmission inter-spécifique sur une zone des Alpes françaises où des contacts étroits entre bouquetins et chèvres ont été auparavant démontrés par Richomme et *al.* (23). Cette étude révèle qu'il existe de grandes similitudes entre les génomes des virus isolés sur les bouquetins, les hybrides et les chèvres de cette même zone, confortant ainsi l'hypothèse de l'infection des bouquetins au contact des chèvres domestiques. Elle met également en évidence les mêmes modifications de séquences provirales chez les bouquetins et hybrides infectés ainsi qu'une très forte homologie génétique entre les SRVLs retrouvés chez deux bouquetins entre lesquels il n'existe pourtant aucun lien épidémiologique. Ces deux constats soulèvent l'hypothèse d'un phénomène de sélection des souches virales lors de la transmission inter-spécifique qui pourrait expliquer que le pouvoir pathogène des SRLV soit plus important chez les bouquetins que chez les chèvres.

En 2012, Patton et *al.* (64), rapportent quatre cas d'infection par le CAEV chez des chèvres des montagnes rocheuses (*Oreamnos americanus*) nourries avec du lait de chèvre domestique contaminé. Des tests sérologiques recherchant les anticorps dirigés contre le CAEV se sont avérés positifs. Cliniquement, l'infection se traduisait par de sévères atteintes systémiques létales (pneumonie, synovite, hémiparésie et myélo-encéphalite).

Les tests sérologiques (ELISA, immunodiffusion sur gel Agar Agar…) sont les plus opportuns pour un diagnostic de la maladie (57), mais les tests sont basés sur des antigènes dérivés d'un seul type viral alors qu'en France, la circulation dans la cheptels de plusieurs génotypes génétiquement très différents a été démontrée (60).

L'examen histopathologique post-mortem des organes cibles peut mettre en évidence des infiltrations chroniques inflammatoires avec de nombreuses cellules mononucléaires mais ces modifications histopathologiques ne sont pas spécifiques des SRLVs.

III.A.2/ PREVALENCE ET FACTEURS DE RISQUE DANS LE PNE

Comme présenté dans la partie II, des tests sérologiques cherchant la présence d'anticorps dirigés contre le CAEV et le VMV ont été pratiqués et ont donné des résultats exploitables sur 182 chamois, 30 chevreuils et 95 bouquetins différents.

Aucun test sérologique ne s'est avéré positif chez les chamois et les chevreuils chassés au sein du PNE, ce qui nous donne des prévalences apparentes nulles pour le CAEV chez ces

deux espèces avec des intervalles de confiance à 95% de [0% - 2,0%] et de [0% - 11,6%] respectivement.

En revanche lors des enquêtes sérologiques réalisées sur les 95 bouquetins capturés des anticorps dirigés contre le CAEV ont été détectés chez **trois bouquetins** donnant ainsi une prévalence apparente de 3,1% dans la population de bouquetins étudiés entre 2013 et 2017 et le résultat du test sérologique est également douteux pour un quatrième individu.

Les bouquetins pour lesquels un résultat positif au test sérologique a été obtenu sont :

❖ Rissole, un bouquetin mâle capturé en 2013à Combe Quyan : issu de la population du Valbonnais-Oisans, il a eu 5 ans révolus en 2013. En 2013, En dehors du statut sérologique positif pour le CAEV, Rissole avait également un statut sérologique douteux par rapport à la chlamydophilose et des anticorps (+) dirigés contre le RSV et l'Adénovirus. Il est retrouvé mort en février 2015. L'examen post-mortem a permis d'imputer sa mort à une lymphadénite caséeuse et à une septicémie à *Pasteurella sp.* Un examen histologique réalisé sur les poumons a mis en évidence une pneumonie interstitielle lymphocytaire et éosinophilique sévère ainsi qu'une multitude de larves et d'embryons de strongles pulmonaires présents dans les lésions et une hyperplasie des muscles lisses bronchiques et du BALT (Tissu Lymphoïde Associé aux Bronches). La recherche de virus n'a pas donné de résultat positif.

❖ Un éterlou, retrouvé mort dans une avalanche en février 2014 : issu de la population des Cerces (Briançonnais), Il présentait également des anticorps dirigés contre des virus respiratoires (Adénovirus (++) et RSV (+)) mais n'a pas fait l'objet d'une autopsie.

❖ Blue Moon, un bouquetin mâle capturé à deux reprises en 2015 au Vallon des Sources et en 2016 à Villard-Notre-Dame : issu de la population du Valbonnais-Oisans, il atteignait les 9 puis 10 ans révolus l'année de ses captures. En mai 2015, son statut sérologique était négatif pour toutes les maladies recherchées. En mai 2016, il présentait des anticorps dirigés contre le CAEV mais également contre le PI3 (+). Le cadavre de Blue Moon a été retrouvé en décembre 2016 dans le Vallon de Valsenestre suite à un dérochage. L'autopsie et les examens complémentaires mettent notamment en évidence un amaigrissement récent sur un animal initialement en bon état général ainsi que des abcès et lésions suppurées sur les reins et la rate à *Corynebacterium pseudotuberculosis* signes d'une lymphadénite caséeuse en processus aigu. Le rôle de l'effet immuno-dépresseur du CAEV est suspecté. Il est à noter que sa zone d'hivernage 2015-2016 coïncide avec une zone d'hivernage de chèvres férales.

Concernant l'individu avec un statut sérologique douteux, il s'agit de Lintt, un bouquetin mâle capturé en 2013 à Tourrond. Issu de la population du Vieux-Chaillol, il a atteint sa onzième année en 2013. Il présentait également des anticorps dirigés contre le RSV. La trace de Lintt a été perdue fin 2013.

Au vu du faible nombre de cas, il est difficile de mettre réellement en évidence des facteurs de risques : les bouquetins concernés sont néanmoins tous des mâles, mais d'âges différents et issus de populations différentes. Ils sont **morts dans l'année suivant la mise en évidence de leur séropositivité**. La mort de ces bouquetins a pu être imputée à une autre

cause que la maladie du CAEV et notamment à des lymphadénites caséeuses, néanmoins l'hypothèse d'un affaiblissement lié à l'infection par le CAEV et donc le pouvoir pathogène du CAEV chez les bouquetins doivent être évoqués.

Compte-tenu des études menées sur la transmission inter-spécifique du CAEV, **la sympatrie avec des chèvres férales ou chèvres domestiques peut être considérée comme un facteur de risque potentiel**.

III.B/ LES VIRUS RESPIRATOIRES

III.B.1/ PRESENTATION DES AGENTS PATHOGENES

Les **pathologies pulmonaires** sont considérées comme la deuxième cause de mortalité, après les traumatismes, chez les ongulés sauvages de montagnes (45).et représentent donc les pathologies infectieuses les plus courantes.

Les agents pathogènes incriminés dans les pneumopathies peuvent être des bactéries à tropismes respiratoires notamment des Pasteurellacées (*Pasteurella multocida Mannheinmia haemolytica*), des mycoplasmes, des parasites ou encore des virus à tropisme respiratoire.

Nous nous intéressons dans cette partie aux virus à tropisme respiratoire et plus particulièrement le **BRSV** (Bovine Respiratory Syncytial Virus), l'**Adénovirus** et le **virus *Parainfluenza 3***.

Dans les élevages bovins français et notamment chez les jeunes bovins en croissance, le BRSV est très fréquemment associé aux **bronchopneumonies**. Les bovins représentent le principal réservoir du BRSV, néanmoins la détection d'anticorps chez les ovins et les caprins montre que la circulation virale existe chez ces espèces.

La transmission du BRSV est horizontale. Le BRSV est peu résistant dans le milieu extérieur donc la transmission du virus a lieu majoritairement par contact direct même si la contamination par aérosol reste possible. Chez les bovins, la moitié des animaux sont primo-infectés dans leur première année de vie et les ré-infections sont fréquentes (65).

Le BRSV est souvent impliqué dans les **bronchopneumonies multifactorielles** imputées à plusieurs virus ou bactéries mais également à des causes prédisposantes chez l'animal et à un environnement favorisant. L'infection au BRSV peut être asymptomatique ou se traduire par de la toux avec un **jetage nasal et oculaire séromuqueux** voire une **anorexie**, une **hyperthermie**, une **polypnée/dyspnée** dans les cas plus sévères (66).

Concernant la faune sauvage, dans une étude de 2003, Citterio et *al*. (67), montre une séroprévalence significativement plus importante pour le BRSV chez des chamois chassés dans des zones alpines où un taux de mortalité anormal, imputé à des pneumonies, fut observé chez les populations de chamois entre 2000 et 2001.

Pour la faune domestique, le diagnostic direct est possible suite à un prélèvement par écouvillonnage nasal profond ou par aspiration trans-trachéale et une mise en évidence du virus par isolement viral, par mise en évidence de l'ARN viral par RT-PCR ou par recherche d'antigènes par immunofluorescence ou méthode ELISA (65).

Le virus parainfluenza type 3 et l'Adenovirus respiratoire ne sont pas des agents pathogènes majeurs. Ils interviennent essentiellement dans les bronchopneumonies multifactorielles en association avec un autre agent pathogène ou dans un environnement favorisant les infections respiratoires.

Dans certains laboratoires vétérinaires, la biologie moléculaire, et notamment une technique de **PCR multiplexe en temps réel**, est désormais utilisée en routine pour identifier les agents pathogènes potentiellement impliqués dans les épisodes de bronchopneumonies sévissant dans les troupeaux bovins (68). Cette technique présente les avantages d'être rapide, spécifique, sensible et de permettre la recherche de plusieurs agents pathogènes simultanément à partir d'un même prélèvement, à savoir le BRSV, le virus parainfluenza 3, le Coronavirus respiratoire mais aussi *Pasteurella multocida, Mannheimia haemolytica, Histophilus somni* et *Mycoplasma bovis.*

III.B.2/ PREVALENCE ET FACTEURS DE RISQUE DANS LE PNE

Pour ces analyses, comme expliqué dans la partie II :

❖ les recaptures ont été prises en compte et les bouquetins trouvés séropositifs à au moins une des captures sont pris en compte pour le calcul des prévalences même s'ils sont séronégatifs à la seconde capture et inversement ;

❖ Champsaur, bouquetin classé dans les « re-capturés » mais pour lequel aucun lien n'a pu être fait avec un bouquetin primo-capturé et également intégré aux premières captures.

Suite aux secondes captures il a en effet été observé des différences de résultats :

❖ Une séroconversion de Blue-Moon vis-à-vis du PI3 entre mai 2015 et mai 2016 ;

❖ Une séroconversion de Maël vis-à-vis du RSV entre avril 2015 et avril 2017 ;

❖ Une séroconversion de Léo vis-à-vis du RSV et de l'Adénovirus entre mai 2015 et mars 2017 ;

❖ Une séroconversion de Bouqui vis-à-vis de l'Adénovirus et du PI3 entre avril 2013 et avril 2015, seulement séropositif vis-à-vis du RSV à la première capture ;

❖ Une séronégativation de Hachka entre avril 2013 et avril 2016 qui était positive pour l'Adénovirus et le RSV à sa première capture.

Aucun changement qualitatif du statut sérologique n'est relevé chez Horizons entre octobre 2015 et avril 2016, toujours séropositif vis-à-vis du PI3 et du RSV.

Champsaur à sa « recapture » est séropositif vis-à-vis de l'Adénovirus et du RSV, mais nous ne connaissons finalement pas son statut sérologique antérieur.

Pour chacun des virus respiratoires, nous avons testé les hypothèses que la séroprévalence pour le virus varie selon le sexe, l'âge, l'année et le secteur de capture. Pour cela, un **modèle logistique** incluant toutes ces variables explicatives a été ajusté et comparé à tous les sous-modèles avec la même procédure que pour les observations visuelles. De plus,

une analyse des coinfections a été réalisée en ajustant et en comparant les modèles d'explication de chaque virus par la présence des deux autres, avec la même procédure.

⟹ Analyse des résultats concernant le RSV

78,9% (IC95 = [69,3 – 86,6]] des bouquetins sont séropositifs vis-à-vis du RSV, soit 75 bouquetins dont 28 femelles et 47 mâles.

28 femelles sur 36 sont séropositives soit une prévalence apparente de 77,8% [60,8-89,9] chez les femelles et 47 mâles sur 59 sont séropositifs soit une prévalence apparente de 79,6% [67,1-89,0] chez les mâles. **Le sexe n'est pas retenu dans le modèle d'analyse de la prévalence du RSV.**

L'âge moyen des individus positifs est de 6,1 ans révolus l'année de la capture et varie de 2 à 14 ans. Sur les 55 bouquetins de 6 ans révolus ou moins, 44 sont séropositifs, soit une prévalence apparente de 80% [67,0 – 89,6] dans la population jeune. Sur les 40 bouquetins de 7 ans révolus ou plus, 31 sont séropositifs, soit une prévalence apparente de 77,5% [61,5 – 0,89] dans la population mature. Les anticorps étant conservés plusieurs années, il est difficile de savoir si l'âge est un facteur de risque. Cependant, **l'âge n'est pas sélectionné parmi les facteurs associés à la séroprévalence du RSV (P = 0,4817), ce qui suggère que des séronégativations se produisent** (sinon la séroprévalence augmenterait au fil de l'âge).

Concernant, les prévalences apparentes par population d'origine, elles sont de 95,1% [83,5 – 99,4] pour la population des Cerces (n=39 sur 41), de 68,4% [51,3 – 82,5] pour celle du Vieux Chaillol (n=26 sur 38) et de 62,5% [35,4 – 84,8] pour celle du Valbonnais-Oisans (n=10 sur 16). **Le facteur secteur est le seul sélectionné** dans le modèle de régression logistique, avec une séroprévalence significativement moindre dans les secteurs Valbonnais/Oisans, et Vieux Chaillol, par rapport au secteur Briançonnais : OR = 0 ;085 [0,01 – 0,43] et OR = 0,11 [0,02 – 0,45], respectivement.

⟹ Analyse des résultats concernant le PI3

Dans l'ensemble de l'échantillon, **16,8%** (IC95 = [9,9 – 25,9]) des bouquetins sont séropositifs vis-à-vis du PI3, soit 16 bouquetins dont 5 femelles et 11 mâles.

Cinq femelles sur 36 sont séropositives soit une prévalence apparente de 13,9% [4,7-29,5] chez les femelles et 11 mâles sur 59 sont séropositifs soit une prévalence apparente de 18,6% [9,7- 30,9] chez les mâles. **Le sexe n'est pas retenu dans le modèle d'analyse de la prévalence du PI3**.

L'âge moyen des individus positifs est de 6,4 ans révolus l'année de la capture et varie de 3 à 14 ans. Sur les 55 bouquetins de 6 ans révolus ou moins, 10 sont séropositifs, soit une prévalence apparente de 18,2% [9,1 – 30,9] dans la population jeune. Sur les 40 bouquetins de 7 ans révolus ou plus, 6 sont séropositifs, soit une prévalence apparente de 15% [5,7 – 29,8] dans la population mature. Les prévalences entre les deux tranches d'âge étant proches, il est difficile de savoir si les bouquetins acquièrent leur immunité dans les premières années et la conserve ou si les individus jeunes et les individus matures sont atteints sans distinction de tranche d'âge. **L'âge n'est pas retenu dans le modèle sélectionné**.

Les prévalences apparentes par population d'origine sont de 21,9% [10,6 – 37,6] pour la population des Cerces (n=9 sur 41), de 10,5% [2,9 – 24,8] pour celle du Vieux Chaillol (n=4 sur 38) et de 18,8% [4,0 – 45,6] pour celle du Valbonnais-Oisans (n=3 sur 16). **Le secteur n'est pas retenu dans le modèle sélectionné.**

Le modèle sélectionné pour expliquer les variations de séroprévalence pour ce virus inclut seulement l'effet de **l'année** : l'année 2016 représente une année de plus forte prévalence (43,8% [19,8 – 70,1]), par exemple l'OR de **2016** par rapport à 2014 (année de référence car comportant le plus de captures avec une prévalence 6,7% [0,8 – 22,1]]) est de 10,8 [2,19 – 82,7].

⟹ Analyse des résultats concernant l'Adénovirus

56,8% (IC95 = [46,3 – 67,0]] des bouquetins sont séropositifs vis-à-vis de l'Adénovirus, soit 54 bouquetins dont 26 femelles et 28 mâles.

26 femelles sur 36 sont séropositives soit une prévalence apparente de 72,2% [54,8-85,8] chez les femelles et 28 mâles sur 59 sont séropositifs soit une prévalence apparente de 47,5% [34,3-60,8] chez les mâles. **Le modèle retenu pour expliquer la séroprévalence inclut uniquement l'effet du sexe** : OR pour les mâles par rapport aux femelles : 0,35 [0.14 - 0.83].

L'âge moyen des individus positifs est de 5,9 ans révolus l'année de la capture et varie de 2 à 10 ans. Sur les 55 bouquetins de 6 ans révolus ou moins, 35 sont séropositifs, soit une prévalence apparente de 63,6% [49,6 – 76,2] dans la population jeune. Sur les 40 bouquetins de 7 ans révolus ou plus, 19 sont séropositifs, soit une prévalence apparente de 47,5% [31,5 – 63,9] dans la population mature.

Concernant, les prévalences apparentes par population d'origine, elles sont de 68,3% [51,9 – 81,9] pour la population des Cerces (n=28 sur 41), de 47,4% [31,0 – 64,2] pour celle du Vieux Chaillol (n=18 sur 38) et de 50% [24,7 – 75,3] pour celle du Valbonnais-Oisans (n=8 sur 16). Les facteurs âge et population ne sont pas retenus dans le modèle.

⟹ Analyse des résultats concernant l'ensemble des virus respiratoires

85 bouquetins sur les 95 capturés présentaient des anticorps dirigés contre au moins un des trois types de virus respiratoires recherchés (PI3, RSV, Adénovirus) à au moins une des captures soit une prévalence apparente de 89,4% (IC95 = [81,5 – 94,8])

Sur ces 85 bouquetins présentant des anticorps :

- 38% (n=32) présentaient des anticorps dirigés contre un seul des trois virus respiratoires ;
- 54% (n=46) présentaient des anticorps dirigés contre deux virus respiratoires ;
- 8% (n=7) présentaient des anticorps dirigés contre les trois virus respiratoires simultanément.

L'analyse des co-infections montre **un lien significatif entre la présence d'anticorps contre le RSV et l'adénovirus** : chez les animaux ayant des anticorps RSV, la probabilité d'avoir des anticorps contre les adénovirus est supérieure : OR = 3,11 [1,14 – 9,18]. La présence d'anticorps contre le PI3 est indépendante de la présence d'anticorps contre les autres virus.

III.C/ LA LYMPHEDENITE CASEEUSE

III.C.1/ PRESENTATION DE L'AGENT PATHOGENE ET DE LA MALADIE

La **lymphadénite caséeuse**, ou **maladie des abcès**, et une affection cosmopolite fréquemment rencontrée chez les petits ruminants, notamment les adultes. Elle est due à un coccobacille pyogène aéro-anaérobie : *Corynebacterium pseudotuberculosis*. L'importance de cette maladie dans les élevages de petits ruminants est essentiellement liée à l'impact économique engendré par la réforme d'animaux atteints et la moindre valorisation des carcasses (69) (70) .

La lymphadénite caséeuse se présente sous deux formes : une forme externe et une forme interne. La forme externe se manifeste par des abcès au niveau des nœuds lymphatiques superficiels (mandibulaire, parotidien, pré-scapulaire, poplité, mammaire…) des tissus sous-cutanés. Dans la forme interne, les abcès sont localisés dans les organes internes tels que les poumons, le foie, les reins, l'utérus, la rate et les nœuds lymphatiques profonds (médiastinaux, lombaires…). Plus rarement, les abcès peuvent toucher le scrotum, le système nerveux central, les articulations ou la mamelle (71). Selon une étude menée au Québec (70), le nœud lymphatique pré-scapulaire serait le plus fréquemment atteint dans la forme externe, tandis que le thorax, la gorge et le pis seraient majoritairement atteints dans la forme interne.

Les symptômes sont étroitement liés à la localisation des abcès. La forme interne est souvent sub-clinique. Elle serait associée à un amaigrissement progressif et à une baisse des performances de production laitière et de reproduction (71), néanmoins l'association avec une baisse de l'état corporel reste controversée (70). La rupture d'un abcès interne peut causer la mort brutale de l'animal notamment suite à un phénomène septicémique (71).

La source de contamination étant le pus présent dans l'environnement lors de la rupture d'un abcès externe, la transmission de la bactérie a essentiellement lieu par contamination d'une plaie superficielle occasionnée lors des pratiques d'élevages dans les troupeaux domestiques (tonte, écornage, castration), lors de combats ou d'autres traumatismes. Néanmoins, la transmission par inhalation ou ingestion est également possible (71).

Concernant le diagnostic clinique, la présence d'abcès en regard des nœuds lymphatiques est très suggestive de la forme externe de la maladie. La mise en évidence de *Corynebacterium pseudotuberculosis* par culture suite à la ponction d'un abcès permet de confirmer le diagnostic.

Différents tests sérologiques de dépistage ont été testés, mais sont coûteux et ne permettent pas de distinguer un animal porteur d'un animal guéri. Une technique de détermination de la teneur sérique en anticorps dirigés contre une exotoxine (la phospholipase D) par épreuve synergique de l'inhibition de l'hémolyse (test SHI) a été initialement développée chez le chevaux (71). Des dépistages par méthode ELISA cherchant les anticorps contre cette même exotoxine ont été utilisés efficacement dans des programmes d'éradication de la maladie au Pays-Bas (72). Plus récemment des études sur la mesure de la production d'interféron gamma par les leucocytes en cas d'infection ont été menées (73).

Le diagnostic reste souvent **post-mortem** suite à l'abattage ou l'autopsie par mise en évidence d'abcès, parfois typiques en « rondelle d'oignon » notamment lorsqu'ils sont anciens, et isolement de *Corynebacterium pseudotuberculosis* suite à la mise en culture (71).

III.C.2/ PREVALENCE ET FACTEURS DE RISQUE DANS LE PNE

Au sein du PNE, la mise en évidence de la lymphadénite caséeuse fait uniquement suite aux autopsies et examens bactériologiques post-mortem.

Corynebacterium pseudotuberculosis a été isolé sur 13 des 44 **bouquetins** soumis à diagnostic post-mortem. Les rapports d'autopsie ne font pas mention de la présence de cette bactérie chez les chamois et chevreuils autopsiés.

Douze des bouquetins concernés sont des **mâles**, le sexe n'est pas renseigné pour le treizième donc la fréquence des mâles chez les individus infectés est de 0,92 [0,64 – 1,0]. En comparaison, sur les 34 cadavres chez lesquels *Corynebacterium pseudotuberculosis* n'a pas été retrouvé, il y a seulement 17 mâles soit une fréquence de mâles chez les non-atteints de 0,5 [0,32 – 0,68]. Le test exact de Fisher donne une p-value <0,05 donc d'après nos résultats, la présence de *Corynebacterium pseudotuberculosis* n'est pas indépendante du sexe mâle.

Six cadavres ont été retrouvés dans le Champsaur, 2 dans le Valgaudemar, 1 dans l'Oisans et 4 dans le Valbonnais. Ainsi en considérant que le secteur sur lequel le cadavre a été retrouvé correspond au secteur d'origine des bouquetins, nous relevons 5 bouquetins issus de la population du **Valbonnais-Oisans** et 8 bouquetins issus de la population du **Vieux-Chaillol**. Aucun bouquetin concerné par la lymphadénite caséeuse n'est issu de la population des Cerces.

L'âge varie de 4 à 9 ans donc la maladie semble concerner plutôt les **jeunes adultes** et l'espérance de vie des bouquetins étant estimée à 15-20 ans, la lymphadénite caséeuse semble associée à une **mort précoce** des bouquetins.

Lorsque l'état physiologique est renseigné, les bouquetins concernés par le diagnostic de lymphadénite caséeuse sont des animaux en bon état corporel initialement mais qui ont souffert d'un **amaigrissement récent**.

Le **processus pathologique principal** identifié à l'autopsie est renseigné pour 10 des cadavres : pour 9 des bouquetins il s'agit de la lymphadénite caséeuse, le dixième souffrant plus d'une broncho-pneumonie à *Pasteurella sp.*

Comme évoqué précédemment, chez deux des bouquetins concernés (Rissole et Blue-Moon) une **séroconversion vis-à-vis du CAEV** a été observée et pourrait avoir causé une immuno-dépression favorisant l'expression d'autres maladies telles que la lymphadénite caséeuse, mais l'hypothèse inverse est également envisageable.

IV.A/ AVANTAGES ET DEFAUTS DE LA METHODOLOGIE SUIVIE POUR CETTE THESE

IV.A.1/ RECUEIL DES DONNEES

Le recueil et la mise en forme des données représentent une part importante de ce travail de thèse. Les jeux de données sont en effet nombreux et riches en informations.

Le travail a été facilité par :

❖ l'existence d'un tableau synthétique disponible pour les autopsies depuis 2007 ;

❖ l'existence de tableurs Excel regroupant les observations réalisées au cours du suivi sanitaire visuel des populations de chamois ;

❖ l'existence de tableurs Excel pour les résultats des tests sérologiques réalisés sur les bouquetins et les espèces chassables.

Néanmoins, concernant les autopsies réalisées avant 2007, le recueil des rapports d'autopsie papiers disponibles dans les archives n'a pas toujours permis de remplir précisément le tableau de synthèse, par manque d'informations dans les rapports. De la même façon quelques demandes d'analyses apparaissent dans les registres du LVDHA.05 au compte du PNE mais les rapports papiers correspondants n'ont pas pu être obtenus.

Le tableur Excel concernant le suivi sanitaire visuel des populations de chamois en 2016 semble avoir été effacé suite à un problème informatique et celui de l'année 2018 n'a pas été récupéré par manque de temps. La mise en forme de ce tableau a nécessité du temps pour rendre cohérentes et homogènes les informations qu'il contenait. Par exemple, le nom de l'observateur pouvait être renseigné sous plusieurs formes selon que le prénom était avant ou après le nom, sous forme d'initiale…. Une amélioration possible de ce protocole consisterait à homogénéiser les possibilités d'entrée de certaines variables.

Ainsi le recueil des données bien que déjà important n'est pas optimal. Des bases de données comprenant des masques de saisie pourraient le faciliter.

IV.A.2/ ANALYSE DES DONNEES

Les données obtenues grâce aux différents protocoles ont fait l'objet d'**analyses statistiques descriptives** avec notamment des calculs de moyennes, de fréquences et de prévalences associées à leurs intervalles de confiance à 95%. Des tests exacts de Fisher ont été employés pour inclure ou exclure des facteurs de risques d'exposition à un agent pathogène par exemple.

Les données ont été analysées variable par variable, ou à l'aide d'analyse prenant en compte plusieurs variables explicatives lorsque le jeu de données le permettait. Ce n'était pas toujours le cas de l'ensemble du jeu de données, par exemple :

❖ Pour les rapports d'autopsie, une analyse des liens entre les différentes variables de conclusion (processus pathologique principal, évolution terminale, maladies associées et découvertes d'autopsie) pourrait être envisagée, il faudrait pour cela que toutes les variables soient renseignées pour chaque rapport d'autopsie. Dans de nombreux rapports, une ou

plusieurs variables sont manquantes, ce qui conduit à enlever l'ensemble de l'analyse du jeu de données.

❖ Pour le suivi visuel, des analyses plus **complètes** ont été réalisées pour tester des hypothèses, et ont permis de montrer plusieurs résultats (voir plus bas). Ce résultat s'est avéré possible du fait du grand nombre d'observations de terrain. Cependant, seules les données complètes ont pu être analysées : parmi 4185 observations de groupe, 3620 lignes seulement étaient dans ce cas. Une partie des données récoltées n'a donc pas pu être exploitée.

IV.B/ AVANTAGES ET LIMITES DES PRINCIPAUX PROTOCOLES

IV.B.1/ SUIVI SANITAIRE VISUEL DES CHAMOIS

Le suivi sanitaire visuel des chamois par observation détaillée à la longue-vue permet l'observation d'environ 2000 chamois chaque année au sein du PNE.

Si le temps dédié chaque année à ces observations est sensiblement le même, ce suivi peut permettre de mettre en évidence une **chute démographique majeure** et de donner l'**alerte d'un problème sanitaire**. Une amélioration possible de ce protocole consisterait à mesurer le temps consacré à ce protocole pour chaque sortie de terrain, de façon à mettre le nombre d'observations en lien avec ce temps. Les conditions météorologiques peuvent brouiller ce lien, cependant le fait que de nombreux jours d'observation soient réalisés chaque année permet de limiter ce problème.

L'observation visuelle des chamois permet également d'évaluer le **succès reproducteur des femelles** en s'intéressant au rapport du nombre de cabris rapporté au nombre de femelles adultes observés en juillet et d'avoir une idée des **survies estivale et hivernale** des cabris en comparant ce rapport à ceux observés en octobre et en mars de l'année suivante. Néanmoins, ceci suppose que les adultes femelles ne meurent pas et que les groupes de chamois observés sont représentatifs de l'ensemble de la population.

Enfin, ces observations permettent un **relevé des anomalies observables à distance**. Ainsi, une nette augmentation du nombre d'anomalies observées peut être le signe de maladies circulant dans les populations de chamois telles que la kératoconjonctivite infectieuse, les infections respiratoires, les infections digestives ou d'un mauvais état général de la population lié aux conditions environnementales ou à un fort taux d'infestation parasitaire. L'analyse des données a permis de montrer plusieurs tendances intéressantes (voir paragraphe II.A.5).

Du point de vue méthodologique, toutes les analyses montrent que la probabilité d'observer une anomalie diminue au fur et à mesure que la taille du groupe augmente, ce qui peut correspondre à une difficulté à réaliser une observation clinique complète sur de nombreux chamois. La taille du groupe doit donc être considérée dans les analyses.

Plusieurs types d'anomalies sont également plus fréquemment observées en automne (les traumatismes, les maladies respiratoires et oculaires). Cependant les syndromes digestifs sont observés plus souvent en été, et la mortalité en hiver.

Ces résultats montrent que le protocole, et le nombre d'observations déjà réalisées, permettent de dégager des tendances intéressantes.

Toutes les anomalies observables n'ont pas le même impact sur l'état sanitaire de la population, il faut donc distinguer les anomalies *a priori* non pathologiques, des anomalies pouvant par exemple être reliées à la circulation d'un agent pathogène.

En particulier, les traumatismes correspondent souvent à des cornes cassées, ce qui ne porte pas nécessairement préjudice à la survie des individus. Ce syndrome permet cependant de montrer par exemple le biais d'observation dans les grands groupes. En revanche, le risque de traumatismes n'évolue pas au fil des années, ce qui est attendu sous l'hypothèse d'une population globalement stable. Par comparaison, l'évolution temporelle observée pour d'autres syndromes peut d'autant plus être considérée comme fiable que le syndrome traumatismes n'a lui pas augmenté.

A contrario, il faut aussi garder à l'idée que de nombreuses maladies ne causent pas de symptômes visibles à distance. Ainsi, la circulation de maladies abortives dans la population de chamois, pourrait entraîner un déclin de la population mais ne pourrait pas être suspectée par simple observation de signes anormaux visibles à distance.

IV.B.2/ ENQUETES SEROLOGIQUES

Les enquêtes sérologiques ont pour but de mettre en évidence l'exposition de la faune sauvage à des agents pathogènes et de suivre leur propagation au sein de celle-ci, ce qui permet de lancer l'alerte en cas de détection d'un risque sanitaire important pouvant notamment être partagé avec la faune domestique ou avec l'homme.

Le recours aux tests sérologiques présente de nombreux intérêts dans le suivi sanitaire. Tout d'abord ils permettent de rechercher l'éventuelle présence d'anticorps dirigés contre de nombreux agents pathogènes **simultanément** à partir **d'un seul prélèvement**, tout en restant **abordables financièrement** et peuvent de surcroît être **conservés** pour des recherches ultérieures.

Ensuite, les tests sérologiques étant des examens non invasifs, les enquêtes sérologiques permettent d'étudier des **effectifs assez importants** pour que les résultats soient significatifs et sont potentiellement **répétables**.

Enfin, les prélèvements sont réalisés sur les bouquetins capturés ou les chamois chassés pour la plupart en apparente bonne santé, ce qui limite donc le **biais de sélection.** Il existe cependant très probablement des **biais de capture** difficile à objectiver : on capture davantage les animaux qui restent à faible distance des lieux accessibles par l'homme par exemple.

Néanmoins, la détection d'anticorps est seulement la preuve que l'animal est entré en contact avec l'agent pathogène mais ne permet pas de savoir si ce contact est capable de provoquer une maladie chez l'animal, ni si l'animal est toujours malade ou s'il a éliminé l'agent pathogène depuis sa séroconversion. Ainsi pour interpréter la présence d'anticorps, il est utile de comprendre leur **cinétique** (à l'aide de plusieurs prélèvements successifs) afin

d'observer une augmentation, une diminution ou une stagnation du taux d'anticorps, ce qui est difficilement envisageable lors de ses enquêtes puisque les prélèvements sur espèces chassables sont réalisés en post-mortem et que les prélèvements sur bouquetins nécessite des moyens importants et sont une cause de stress pour les individus capturés.

De plus, les tests sérologiques utilisés sont des kits commerciaux développés et validés par les laboratoires vétérinaires pour les espèces domestiques. Ainsi, tous les seuils de positivité utilisés pour l'interprétation des résultats sont seulement **extrapolés** à partir des études réalisées sur les espèces domestiques proches.

IV.B.3/ AUTOPSIES ET EXAMENS COMPLEMENTAIRES POST-MORTEM ASSOCIES

L'examen post-mortem à proprement parler des cadavres permet de dresser un **tableau lésionnel** à partir duquel un diagnostic de la mort peut directement être posé (*exemples : tirs de chasse)* ou qui aiguille tout du moins vers des hypothèses sur la mort de l'animal. L'élaboration d'hypothèses peut être facilitée par les signes cliniques et l'anamnèse, d'où l'importance de ces renseignements par les agents.

Les examens complémentaires tels que les analyses bactériologiques, toxicologiques, parasitologiques, histologiques… permettent de confirmer un diagnostic et d'en préciser l'**étiologie** en identifiant l'agent pathogène responsable.

Les examens post-mortem sont ainsi intéressants pour recenser les causes de mort et surveiller la circulation de maladies connues ou l'apparition de nouvelles maladies. En revanche, il est difficile d'utiliser les résultats des examens post-mortem pour évaluer les prévalences des maladies du fait du biais de sélection liés à une éventuelle sur-représentation de maladies fatales ou affaiblissantes, mais également au fait que la cause de la mort ne peut pas être déterminée sur de nombreux cadavres comme les cadavres non découverts, non accessibles ou trop altérés. En revanche, ces protocoles post-mortem sont indispensables pour évaluer la situation concernant des maladies telles que la lymphadénite caséeuse, pour lesquelles aucun test sérologique n'est utilisé.

Le déroulement de l'autopsie et des examens complémentaires est globalement **standardisé** grâce à l'existence du « Déroulé de l'examen nécropsique » dans le Vade-mecum des laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires sur le diagnostic des maladies de la faune sauvage libre (48) . Ainsi, c'est un examen **répétable**.

Néanmoins certains facteurs peuvent influer sur la qualité des résultats des examens post-mortem.

C'est notamment le cas de l'altération et de la putréfaction des cadavres qui peuvent engendrer des artéfacts, dissimuler des lésions ou encore fausser les examens complémentaires en favorisant par exemple les contaminations post-mortem des prélèvements ou au contraire en rendant l'isolement d'une bactérie ou d'un virus impossible.De la même façon, le mode de conservation du cadavre ou des organes influera sur les résultats en influant sur l'état du cadavre ainsi qu'en favorisant le développement de certaines bactéries ou au contraire entraînant l'inhibition de leur développement.

Enfin, l'expérience du vétérinaire ou du technicien réalisant l'autopsie peut entrer en jeu lors de la présence de lésions discrètes pouvant passer inaperçues pour un œil moins aguerri par exemple. L'interprétation du tableau lésionnel est ainsi dépendant des connaissances de l'opérateur tout comme l'interprétation faite suite à l'isolement d'agents pathogènes. En effet, il est nécessaire de pouvoir faire la différence entre des agents pathogènes stricts, des agents pathogènes opportunistes et des microbes appartement à la flore commensale ou environnementale.

IV.C/ BILAN SANITAIRE RETIRE DES RESULTATS

IV.C.1/ BILAN SUR LE SUIVI SANITAIRE VISUEL DES CHAMOIS

Le seuil de 2100 chamois à observer chaque année lors de ce suivi est globalement atteint. Les agents de terrain sont tenus de dénombrer les individus d'un groupe mais également d'observer le sexe et l'âge des chamois, ce qui est fait attentivement puisque le sexe et l'âge ne sont pas déterminés pour seulement un faible pourcentage de chamois. Ainsi, le protocole d'observation des chamois est **appliqué correctement** dans le PNE et ce dans chacun des sept secteurs.

La répartition des chamois observés par classe d'âge et de sexe est stable depuis 2003. Les adultes femelles sont plus représentées que les mâles adultes : en moyenne, entre 2003 et 2017, une sex-ratio de 2,1 femelles pour un mâle a été observée. La sex-ratio dans les populations de chamois étant équilibrée à la naissance, ces observations peuvent être expliquées d'une part par la mortalité différentielle entre sexes, et surtout par les comportements différents entre les mâles et les femelles. En effet, les mâles vivent essentiellement en solitaire de juin à octobre et se regroupent avec les femelles, début novembre, au début des périodes de rut, alors que les femelles restent en harde avec les chevreaux et éterlous tout au long de l'année. Ceci est d'ailleurs visible par l'évolution des sex-ratio au cours des mois d'observations : proche de 1 lors des observations d'hiver, la sex-ratio apparente s'élève en faveur des femelles en été.

Le taux de reproduction apparent (nombre de chevreaux/nombre de femelles adultes) observé en été et en hiver a diminué régulièrement et significativement depuis le début de l'application du protocole, et ce de façon homogène entre secteurs (en première analyse, c'est-à-dire dans l'analyse ne prenant pas en compte la date julienne).

Plusieurs explications peuvent être proposées :

❖ D'un point de vue méthodologique, il est probable que tous les observateurs puissent observer les animaux et que ce facteur joue peu.

❖ En revanche, un décalage des dates d'observation au fur et à mesure des années pourrait expliquer une telle évolution. L'analyse des dates d'observation (non montrée ici) suggère que ce n'est pas le cas : l'essentiel des observations estivales est réalisé en juillet, et les observations hivernales sont pour la plupart faites en mars, sans changement significatif

de date pour ces deux périodes. **On peut donc supposer une réelle baisse du succès reproducteur au cours de la période d'étude** (-26% entre 2003 et 2017 pour la période d'été, sans évolution différente pour l'hiver).

Les hypothèses biologiques plausibles incluent un vieillissement de la population (74), l'augmentation de la circulation d'agents de maladies abortives au sein des populations de chamois, ou des changements phénologiques liés à l'évolution du paysage ou du climat. En particulier, l'évolution des températures, de l'enneigement et de la pousse de la végétation, qui sont rapides en altitude, ou encore l'évolution des populations de bouquetins, peuvent être à l'origine d'une survie plus faible des chevreaux. Plusieurs études ont cherché les liens entre évolution climatique et succès reproducteur des chamois, sans trouver de relation évidente (75). Ici, il serait nécessaire d'étudier plus finement les variations des paramètres météorologiques des années 2003 à 2017 et leur lien avec les changements observés.

Au contraire, le ratio chevreaux/femelles adultes observé en automne n'a pas évolué au fil du temps, suggérant une survie des chevreaux entre l'été et l'automne en amélioration. Là aussi les biais possibles sont liés aux dates d'observation.

Contrairement aux dates d'observation estivales et hivernales, les dates d'observation en automne sont plus largement distribuées (octobre à décembre) et ont effectivement évolué dans le sens d'**une avancée, en moyenne de 4,3 jours entre 2003 et 2017**.

Un modèle préliminaire montre que, bien que des observations plus précoces se traduisent effectivement par un taux chevreau/femelle plus élevé, l'évolution des dates d'observations ne suffit pas à expliquer cette divergence avec l'évolution des taux estivaux et hivernaux.

Là aussi nous pouvoons proposer une évolution saison-dépendante des conditions environnementales. En particulier, si les conditions météorologiques en automne sont moins défavorables du fait de températures restant élevées, on peut faire l'hypothèse que la mortalité entre l'été et l'automne devienne très faible, et que la mortalité des chevreaux soit reportée à l'hiver.

Des analyses plus complètes qui prennent en compte les dates effectives d'observations mais pas les effets groupes pourraient être effectuées.

La probabilité d'observation de chamois présentant des anomalies observables à distance apparaît en augmentation, de même que celle d'observer une boiterie ou une faiblesse.

Cette évolution est d'autant plus remarquable que d'autres anomalies sont stables et d'autres en diminution. En particulier, la probabilité d'observer des traumatismes ne varie pas significativement au fil du temps. Cette absence d'évolution temporelle suggère que le protocole a bien été observé de façon homogène au fil du temps.

L'analyse de l'effet secteur laisse penser que **la probabilité d'observer des signes cliniques est plus importante dans les secteurs Nord** (Briançonnais, Oisans et Valbonnais) **que dans les secteurs Sud** (Valgaudemar, Vallouise, Champsaur et surtout Emrunais) **sauf pour les états de faiblesse ou de maigreur qui sont fréquemment observés dans le Valgaudemar**.

Il reste que plusieurs **biais** restent envisageables, en particulier l'effet observateur ou le niveau de formation des observateurs au fil du temps. L'effet observateur est attesté par le fait que les modèles avec ou sans effet observateur donnent des estimations de paramètres légèrement différentes. Cependant, les effets mesurés restent cohérents. Le changement de formation au cours des années est également possible, cependant il parait difficilement expliquer à la fois une augmentation pour certains syndromes et une diminution pour d'autres.

L'observation nouvelle de comportements anormaux, l'observation accrue d'animaux en mauvais état général (faiblesse, maigreur, problème de mue…) ainsi que l'apparente chute du taux de reproduction justifient **l'importance de poursuivre ce protocole**.

Les améliorations possibles consisteraient, outre une meilleure saisie des données comme indiqué plus haut, à définir de façon plus complète chaque syndrome, de façon à s'assurer au maximum de l'homogénéité dans les observations.

IV.C.2/ BILAN DES ENQUETES SEROLOGIQUES

⟹ Enquêtes sérologiques menées sur les bouquetins

Entre 2013 et 2017, les campagnes de capture de bouquetins ont permis de sonder le statut sérologique de 95 bouquetins différents et 6 bouquetins ont été recapturés.

La sex-ratio apparente est en faveur des mâles (0,61) mais peut s'expliquer par un biais d'échantillonnage. Nous notons un faible nombre d'individus de moins de 4 ans ou de plus de 10 ans dans cette étude. Ceci limite l'observation de l'impact de la maturité sur l'exposition aux agents pathogènes puisque mâles et femelles atteignent la maturité sexuelle vers un an et demi et que les femelles prennent part à la reproduction à partir de deux à quatre ans. Cela limite également la mesure de l'impact d'atteinte de l'âge de senescence. Il serait donc intéressant d'étoffer les résultats sur les très jeunes individus et sur les plus anciens.

La population des bouquetins du Valbonnais-Oisans est moins sondée que celle des Cerces et du Vieux-Chaillol. Les captures sont en effet moins aisées sur ces secteurs ce qui limite la valeur statistique des comparaisons de prévalences entre populations.

Concernant les résultats des tests sérologiques, des anticorps dirigés contre 8 agents pathogènes différents ont été mis en évidence chez au moins un bouquetin, impliquant un contact avec l'agent pathogène en question (ou un résulat faux-positif).

Les agents pathogènes concernés sont ceux de maladies affectant la reproduction, des virus à tropisme respiratoire et les Lentivirus des petits ruminants. A savoir :

- **La chlamydophilose :** la prévalence apparente dans le PNE est de 4,3% (IC95 {1,2 - 10,5], ce qui est plus faible que la prévalence apparente dans le PNV rapportée dans la thèse de Marion Vallet qui est de 15,5% [11,7 – 19,4] ;
- **La fièvre Q :** la prévalence apparente chez les bouquetins du PNE est de 11,7% [6,0 – 20,0]. Cette séroprévalence n'est pas négligeable et il pourrait être intéressant d'évaluer si la circulation de *Coxiella burnetii* pourrait engendrer la diminution du taux de reproduction.

❖ **La Salmonellose ovine :** bien que les bouquetins semblent entrer en contact avec *Salmonella abortus* ovis, la séro-prévalence apparente de 5,3% [1,7 -12,0] au sein du PNE est faible ;

❖ **Les pestiviroses :** la prévalence apparente dans le PNE est de 26,6% [18,0 – 36,7]. Cette prévalence est importante par rapport aux prévalences obtenues dans d'autres études citées par Marion Vallet dans son travail sur le PNE ;

❖ **Le parainfluenza 3, l'Adenovirus et le RSV :** les prévalences apparentes sont respectivement de 16,8% [9,9 – 25,9], de 56,8% [46,3 – 67,0] et de 78,9% (IC95 = [69,3 – 86,6]). Ces prévalences ne sont pas négligeables, notamment en comparaison des prévalences obtenues sur les bouquetins dans le PNV qui sont nulles. La présence des virus respiratoires peut varier entre secteurs (RSV) et entre sexes (Adenovirus). Pour le PI3, elle est plus élevée en 2016 suggérant une circulation plus active cette année-là.

❖ **Les Lentivirus des petits ruminants :** la prévalence apparente est de 3,1% [0,7 – 9,0]. La prévalence est faible, néanmoins au vu de l'importance du pouvoir pathogène suspectée sur les bouquetins, des investigations supplémentaires seraient intéressantes.

Les populations de bouquetins ne semblent ni affectées par, ni être entrées en contact avec les agents de l'IBR, de la brucellose, de la besnoitiose, de la FCO, de la toxoplasmose, de la néosporose, de l'épididymite contagieuse, de la paratuberculose ou de la maladie de Schmallenberg : ces résultats négatifs aux tests sérologiques sont rassurants pour les populations de bouquetins mais également pour les éleveurs s'inquiétant de la transmission inter-spécifiques entre faune sauvage et faune domestique de certaines maladies dont certaines avec un impact économique majeur et pour lesquelles des plans de lutte sont mis en place

⟹ Enquêtes sérologiques menées sur les espèces chassables

L'étude des résultats des enquêtes sérologiques menées sur les espèces chassables et notamment le chamois et le chevreuil, met en évidence un problème de prélèvements inexploitables pour 32% des prélèvements reçus par la LVDHA.05, ce qui interpelle sur l'importance d'une centrifugation des prélèvements et d'un prélèvement de qualité.

Les prélèvements concernent majoritairement les chamois (77%) et les chevreuils (16%).

Concernant les chevreuils, les séro-prévalences apparentes de la FCO, la brucellose, la besnoitiose, la paratuberculose, les lentiviroses, la chlamydophilose, la fièvre Q et la Salmonellose sont nulles. Des séroprévalences non nulles sont obtenues pour : la **pestivirose** (4,7%, IC95 = [0,6 – 15,8]), la **néosporose** (33,3%, IC95 = [4,3-77,8]) et **la maladie de Schmallenberg** (12,0%, IC95 = [2,5-31,2]).

Néanmoins au vu des faibles effectifs, il est difficile d'interpréter ces résultats. De plus, pour la pestivirose, sachant que la maladie n'a encore jamais été détectée chez les chevreuils, il s'agit possiblement de résultats faux-positifs.

Pour les chamois, les séro-prévalences apparentes sont nulles vis-à-vis de la FCO, de la brucellose, de la besnoitiose, de la néosporose, de la paratuberculose, des Lentivirus et de la maladie de Schmallenberg.

Les séro-prévalences pour la **chlamydophilose**, la **fièvre Q**, la **salmonellose ovine** et la **toxoplasmose** ne sont pas nulles mais très faibles avec une séro-prévalence maximale trouvée à 1,7% (IC95 = [0,5 – 4,4]) pour la toxoplasmose. Ces séro-prévalences sont négligeables et sont soit la preuve de contact entre les agents de maladies abortives et la faune sauvage soit dues à des résultats fau-positifs.

La seule séro-prévalence importante est celle des anticorps dirigés contre les **Pestivirus** (**22,4%** IC95 = [17,2 – 28,3]). Les conclusions de l'analyse par régression logistique sont que la prévalence est plus importante chez les femelles et dans les cohortes les plus anciennes.

IV.C.3/ AUTOPSIES ET EXAMENS COMPLEMENTAIRES POST-MORTEM ASSOCIES

L'analyse des résultats d'autopsie et des examens complémentaires post-mortem associés reste **descriptive** : en effet les résultats analysés concernent essentiellement la distribution par espèce, par sexe et classe d'âge, par année de découverte/prélèvement et certaines des variables de conclusions.

Chaque rapport est très utile pris individuellement, néanmoins les résultats sont difficiles à synthétiser compte tenu d'un nombre de variables important qui peuvent prendre de nombreuses modalités notamment les variables de conclusions, à savoir le processus pathologique principal identifié et l'évolution terminale de l'animal. De plus, dans nos résultats, certaines modalités sont retrouvées à la fois comme processus pathologique principal et comme évolution terminale, ce qui même parfois à confusion.

Les deux autres variables de conclusions, à savoir les maladies associées et les découvertes d'autopsies n'ont pas été étudiées.

IV.C.4/ RESULTATS TIRES DES ETUDES SPECIFIQUES SUR LA MALADIE DU CAEV, LES VIRUS RESPIRATOIRES ET LA LYMPHADENITE CASEEUSE CHEZ LE BOUQUETIN

⟹ Etude spécifique sur la maladie du CAEV

Les anticorps dirigés contre le Visna-Maedi virus ont été recherchés chez 95 bouquetins. Pour trois individus le test sérologique s'est avéré positif donnant une **séroprévalence apparente de 3,1%** avec un intervalle de confiance à 95% de [0,7-9,0]. Pour un individu le résultat du test sérologique était douteux.

Les trois bouquetins positifs sont morts peu de temps après leur séroconversion, laissant supposer que les SRLVs ont un pouvoir pathogène plus important chez les bouquetins que dans la faune domestique. Cette hypothèse est en accord avec la note de 1,83/3 attribuée au niveau de gravité de l'impact des SRLVs sur la santé des populations sauvages par un groupe d'experts constitué par Justine Dervaux au cours de sa thèse vétérinaire en 2012.

Au vu du faible effectif, le seul facteur de risque potentiel identifié, en accord avec les études de Erhouma et *al.* (63), est la sympatrie avec des chèvres férales ou domestiques.

La prévalence des SRLVs au sein de la population de bouquetins est donc basse, mais le lien avec les morts prématurées chez les individus séropositifs est préoccupant et mériterait des investigations supplémentaires.

⟹ Etude spécifique sur les virus à tropismes respiratoire

L'étude spécifique sur les virus à tropismes respiratoire, révèle que les bouquetins du PNE sont très fortement exposés au RSV et à l'Adénovirus. La séroprévalence du *Parainfluenza* virus 3 est plus faible mais reste importante. Ces séroprévalences sont d'autant plus remarquables que les séroprévalences obtenues pour le RSV et le PI3 dans la population des bouquetins du PNV sont nulles d'après la thèse d'exercice de médecine vétérinaire de Marion VALLET.

Une étude approfondie par recherche directe des virus à tropisme respiratoire pourrait permettre d'évaluer l'impact réel de leur circulation au sein des populations de bouquetins.

Concernant les facteurs de risque dans le PNE, les trois virus montrent des variations, en fonction du secteur, de l'année ou du sexe. Il existe également un lien entre l'infection à l'Adénovirus et l'infection au RSV.

⟹ Etude spécifique sur la lymphadénite caséeuse

L'étude spécifique sur les diagnostics post-mortem de lymphadénite caséeuse révèle que les individus concernés sont tous des bouquetins mâles (en dehors d'un individu pour lequel le sexe n'est pas renseigné) morts dans leur jeune âge et issus de la population du Valbonnais-Oisans ou du Vieux-Chaillol. Cette étude descriptive suggère que cette maladie pourrait avoir un impact sur la survie des bouquetins. Néanmoins, les effectifs ne permettent pas d'identifier ces paramètres comme des facteurs de risques statistiquement valables.

IV.C.5/ BILAN

Au final, chez les bouquetins, de nombreux agents pathogènes peuvent être détectés dont **plusieurs pourraient avoir un impact sur la** survie (CAEV, lymphadénite caséeuse). La surveillance des bouquetins semble **indispensable à poursuivre**, la dynamique de la population pourrait en effet être affectée par ces maladies si leur transmission augmente ou si les animaux deviennent plus réceptifs.

Chez les chamois au contraire, la seule maladie qui pourrait affecter la dynamique des populations serait la pestivirose. Cependant, le succès reproducteur des chamois diminue significativement, ce qui demande une **poursuite du suivi**.

Enfin, en-dehors de ces deux espèces très étudiées, les informations recueillies sont plus limitées. Les espèces étudiées dans le cadre de réseaux nationaux (chauve-souris et

amphibiens) n'ont pas vocation à produire des quantités d'informations importantes dans un site donné, et peuvent être valorisées dans un cadre de collaboration. De nombreuses autres espèces, comme les mammifères carnivores ou les oiseaux, sont plus rarement suivies. Une **démarche de priorisation des enjeux** pourra aider à identifier les espèces ou les thématiques prioritaires pour les futurs protocoles.

De manière similaire à Sabrine HADIBI dans son évaluation du volet « surveillance » de la contribution des parcs nationaux français à la stratégie sanitaire, nous pouvons émettre quelques constats en s'inspirant de la méthode OASIS :

- Section « **Laboratoire** » : la présence d'un laboratoire d'analyse départemental compétent dans de nombreuses analyses à proximité du PNE est un avantage mais la coordination entre les activités du PNE et celle du LDVHA.05 n'est pas toujours aisée ;

- Section « **Communication** » : la communication interne est mise en place grâce à la programmation de réunions et à la rédaction de comptes rendus annuels (sur le suivi sanitaire des chamois par exemple). Des résultats sont également partagés lors de congrès tels que les congrès GEEFSM (Groupe d'Etude sur le l'Ecopathologie de la Faune Sauvage de Montagne), mais il semble qu'une amélioration au niveau de la communication externe puissent être encore faits ;

- Section « **Outils de surveillance** » : des protocoles existent, mais nous notons un manque de standardisation dans le recueil des données et potentiellement un défaut de centralisation des données ;

- Section « **Objectifs et champs de surveillance »** : il est important de bien définir les objectifs de chaque protocole afin de pouvoir analyser si ces objectifs sont atteints et donc si les protocoles sont pertinents ;

- Section « **Organisation institutionnelle centrale** » : l'existence d'un comité de pilotage est nécessaire à la bonne application des protocoles ;

- Section « **Modalités de surveillance** » : les deux types de surveillances sont mises en place dans le PNE :
  - une surveillance programmée avec le suivi sanitaire visuel des chamois (menant parfois à la collecte de cadavres) et les enquêtes sérologiques réalisées sur les bouquetins capturés et les animaux chassables ;
  - une surveillance évènementielle avec la collecte de cadavres découverts aléatoirement ;

- Section « **Gestion des données** » : les données sont en grandes partie centralisées sur des fichiers Excel numériques mais ces fichiers sont nombreux alors que certains pourraient être regroupés pour obtenir une base de données unique, avec les protocoles de sauvegarde pertinents associés ;

❖ Point critique « **Echantillonnage** » : le bouquetin et le chamois sont des espèces très suivies dans le PNE, le niveau d'information est donc le plus élevé pour ces deux espèces, en revanche les autres espèces font trop peu l'objet de suivis et d'analyses. L'autopsie d'individus trouvés morts apporte des informations qualitatives et permet de mieux connaitre ces espèces, elle doit donc être poursuivie, cependant elle ne permet pas de mesurer l'importance relative de chaque problème ;

❖ Attribut « **Spécificité** » : au sein du PNE, les observations visuelles réalisées lors du suivi sanitaire visuel des chamois sont peu spécifiques. Par exemple, il n'est pas possible de différencier des maladies se traduisant par le même syndrome. Néanmoins le protocole permet de décrire l'apparition, ou les variations spatiales et temporelles, de chaque syndrome, ce qui correspond à un des enjeux de la surveillance de la faune sauvage ;

❖ Attribut « **Représentativité** » : même chez les bouquetins et les chamois, la représentativité des échantillons peut être discutée. En effet, lors des captures de bouquetins, la population du Valbonnais-Oisans est moins sondée que les deux autres, les plus jeunes et les plus vieux sont très peu représentés et les mâles sont plus représentés que les femelles. Pour les chamois, les sex-ratio apparentes données par le suivi sanitaire visuel et par l'âge des animaux chassés sont également très différents (une majorité de femelles observées, mais une majorité de mâles chassés). Ces biais étant identifiés, il est cependant possible de les corriger par exemple lors de l'estimation d'une prévalence.

IV.D/ PERSPECTIVES

⟹ Propositions concernant la collecte des données

Des **fiches types** pour le recueil des données sont déjà utilisées. Il est nécessaire d'insister sur l'importance de renseigner le plus précisément possible tous les champs demandés afin de faciliter une analyse ultérieure des données.

Par exemple, dans les tableurs regroupant les observations de chamois, les champs « date », « observateur », « secteur », « commune », « lieu-dit » ne sont pas forcément renseignés et notamment lorsque plusieurs observations ont eu lieu le même jour et/ou dans la même commune, ce qui complique l'analyse ultérieure des données et peut induire une perte de données. Certaines informations sont renseignées de façon non homogène (par exemple, le nom de l'observateur), il serait nécessaire d'harmoniser les informations au moment de la saisie.

Une **saisie directement sur le terrain** pourrait être envisagée en utilisant un support type tablette ce qui permettrait d'éviter une étape papier et d'harmoniser le recueil des données. Néanmoins, prévoir une solution papier en cas de problème technique sur le terrain resterait indispensable.

La création et l'utilisation de **fiche types communes** à tous les Parcs nationaux français permettrait une harmonisation des données recueillies et rendrait la mutualisation des données plus simple.

⟹ Propositions concernant le stockage des données

La centralisation systématique de toutes les données, de tous les résultats et comptes rendus d'analyses dans une **base de données interne** bien organisée et accessible à tout membre du personnel ou de la direction du Parc des Ecrins, permettrait un meilleur retour à tous les acteurs intéressés, même si la rédaction de comptes rendus annuels permet déjà une bonne communication des résultats.

Comme cela est suggéré dans le rapport d'évaluation du volet « surveillance » de la stratégie de surveillance sanitaire des Parcs Nationaux, la participation à une **base de données commune** à tous les parcs nationaux de France permettrait de mutualiser les données et donc d'obtenir une meilleure représentativité.

⟹ Propositions concernant les protocoles internes au PNE

Concernant l'observation des groupes de chamois à distance, la **poursuite du protocole** est intéressante pour voir comment évoluent le taux de reproduction et le pourcentage de chamois présentant des anomalies observables à distance.

Une attention particulière pourrait être portée à une bonne définition de chaque type de syndrome observable et à la précision dans la description des anomalies relevées par les observateurs.

Concernant les enquêtes sérologiques réalisées sur les bouquetins, il serait intéressant de capturer des individus jeunes et des individus âgés qui faisaient défaut dans le panel de bouquetins étudiés entre 2013 et 2017. Augmenter le nombre de recaptures, permettrait dans un but scientifique, d'analyser la cinétique des anticorps et de vérifier si les cinétiques des anticorps chez les ongulés sauvages sont comparables à celles attendues, mais les recaptures ne sont pas faciles à mettre en œuvre et il ne faudrait pas que cela soit fait au détriment de nouvelles captures.

⟹ Propositions concernant des analyses et études envisageables

Les hauts niveaux de séroprévalences obtenus pour les virus respiratoires mettent en évidence la circulation de ces virus dans les populations de bouquetins des Ecrins, néanmoins la présence d'anticorps n'est que le reflet d'un contact entre les bouquetins et ces virus. Il serait intéressant d'étudier le potentiel impact de ces virus pneumotropes sur la santé des bouquetins.

Dans cette optique, le LDVHA.05 dispose d'un **kit PCR** permettant de rechercher la présence dans l'appareil respiratoire de quatre virus (RSV, PI3, Coronavirus bovin, Inflienza D)

et quatre bactéries (*Mannheimia haemolytica, Pasteurella multocida, Mycoplasma bovis* et *Histophilus somni*).

Cette recherche pourrait être mise en œuvre sur l'appareil respiratoire de chaque bouquetin faisant l'objet d'une autopsie. En particulier, nous nous attendons, sous l'hypothèse que ces virus sont pathogènes, à les trouver plus fréquemment chez les animaux morts que chez les animaux cliniquement sains et à trouver un lien entre leur présence et la présence de lésions pulmonaires.

Au vu de la forte prévalence du CAEV dans les cheptels caprins des Hautes-Alpes et des hypothèses émises sur l'existence de liens entre la sympatrie avec des chèvres et la séroconversion de bouquetins vis-à-vis du CAEV et de liens une séroconversion vis-à-vis du CAEV et une mort précoce, deux suggestions d'analyses sont faites.

- Une étude pourrait être mise en place afin de mieux comprendre l'expression du pouvoir pathogène du CAEV, l'hypothèse principale étant que le CAEV aurait un effet immunodépresseur favorisant l'expression d'autres maladies. Un tel travail pourrait par exemple être mené avec le laboratoire de l'ANSES de Niort, anciennement Laboratoire National de Référence pour le CAEV.
- Une étude épidémiologique sur la possibilité de contact entre des cheptels caprins positifs au CAEV et les bouquetins séropositifs en comparant les déclarations d'estive et les trajets des bouquetins disposant d'un collier GPS.

CONCLUSION

En reconnaissant la faune sauvage comme un réservoir potentiel d'agents pathogènes, le concept « One-Health » de l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale), a été accompagné d'une prise de conscience sur les enjeux économiques et sanitaires de l'épidémio-surveillance de la faune sauvage.

En France, les parcs nationaux de montagne ont émis la volonté de se doter d'un protocole interne de suivi sanitaire depuis plusieurs décennies.

L'objectif de ce travail était de faire un bilan des données récoltées dans le cadre des opérations de suivi sanitaire mises en place dans le Parc National des Ecrins (PNE), et des indications qu'elles peuvent fournir pour une future stratégie sanitaire.

Le PNE a réalisé des suivis dans le cadre de plusieurs protocoles : sur les grands mammifères, il s'agit d'autopsies recensées depuis l'année 2000, d'enquêtes sérologiques réalisées sur les espèces chassables en zone d'adhésion depuis 2009 et sur les bouquetins sur la période 2013-2017, ainsi que les données récoltées lors d'un protocole typique de ce parc consistant au suivi sanitaire visuel des populations de chamois à la longue-vue. Le PNE participe également à des programmes de suivi nationaux concernant les amphibiens et les chiroptères.

L'analyse des résultats montre que certains aspects pourraient être approfondis, comme la séroprévalence importante des virus à tropisme respiratoire dans la population de bouquetins ou l'apparente diminution du taux de reproduction des chamois.

. Du point de vue de la méthode de surveillance, l'étude permet de montrer les intérêts et les limites des protocoles déjà en place, et de proposer des améliorations. Ce travail vient compléter les bilans réalisés dans d'autres parcs et l'analyse globale de la surveillance de la faune sauvage dans les parcs nationaux français réalisée en juin 2019. L'ensemble doit permettre à l'avenir d'optimiser les moyens humains et financiers mis à disposition pour le suivi sanitaire.

(1) ANONYME, 2016. « Règlement (UE) 2016/429 du Parlement Européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux maladies animales transmissibles et modifiant et abrogeant certains actes dans le domaine de la santé animale (« législation sur la santé animale »). *Journal Officiel de l'Union Européenne L-84 du 31 mars 2016I,* pp. 1-208

(2) PARCS NATIONAUX, 2017. « Contribution des Parcs nationaux français à une stratégie sanitaire pour la faune sauvage de métropole 2017-2027 », Ministère de la transition écologique et solidaire, 75 pp.

(3) SABATIER M., MERVEILLEUX DU VIGNAUX P. et JAFFEUX H., 2010. *Pionniers, aux origines des parcs nationaux,* Paris, Parcs nationaux de France, 44 pp.

(4) PARCS NATIONAUX DE FRANCE - *L'histoire des parcs nationaux de France*. En ligne, consulté le 26 novembre 2019. Disponible sur: http://www.parcsnationaux.fr/fr/des-decouvertes/les-parcs-nationaux-de-france/lhistoire-des-parcs-nationaux-de-france

(5) ANONYME, 1960. « Loi n°60-708 du 22 juillet 1960 relative à la création de parcs nationaux ». *Journal Officiel de la République Française du 23 juillet 1960*, p. 6751

(6) PARC NATIONAUX DE FRANCE, 2013. *Les chartes des parcs nationaux français – Juin 2013*, 7 pp.

(7) ANONYME, 2006. « Loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux ». *Journal Officiel de la République Française n°90 du 15 avril 2006*, p. 5682

(8) JAFFEUX H., 2010. *La longue et passionnante histoire des parcs nationaux français,* Pour Mémoire volume 9, pp. 138-163

(9) PARC NATIONAL DE FORETS, 2019. *GIP du futur parc National des forêts de Champagne et Bourgogn*e. En ligne, consulté le 27 novembre 2019. Disponible sur: http://www.forets-champagne-bourgogne.fr

(10) PARCS NATIONAUX DE FRANCE. *Atlas des parcs nationaux de France*. En ligne, consulté le cité 27 novembre 2019. Disponible à l'adresse : http://extranet.parcnational.fr/atlas2015/

(11) PARC NATIONAL DES ECRINS, 2019. *Contrat d'objectifs et de performances entre l'État et le Parc national des Écrins 2019-2023*. Gap, 10 janvier 2019, 24 pp.

(12) PARC NATIONAL DES ECRINS, 2013. *Charte du Parc National des Ecrins 2013.* 202 pp.

(13) PARC NATIONAL DES ECRINS, 2014. *Découvrir le Parc national des Ecrins*. En ligne, consulté le 27 novembre 2019. Disponible sur: http://www.ecrins-parcnational.fr/decouvrir-le-parc-national-des-ecrins

(14) PARC NATIONAL DES ECRINS (établissement public), 2018. *Rapport d'activités 2018,* document interne, 85 pp.

(15) TOMA B., DUFOUR B., BENET J.J., RIVIERE J., SHAW A. et MOUTOU F., 2018. *Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures.* 4ème édition. AEEMA, 2018, Maisons-Alfort, 613 pp.

(16) DUFOUR B. et HENDRIKX P., 2011. *Surveillance épidémiologique en santé animale.* 3ème édition. Editions Quae, 2011, Versailles, 341 pp.

(17) ANSES, 2010. *Rapport du groupe épidémio-surveillance de l'ANSES sur l'Outil d'Analyse de Systèmes d'Information en Santé (OASIS) – Juillet 2010*, 52 pp.

(18) ANSES, 2019. *Evaluation initiale du volet surveillance de la faune sauvage de la stratégie sanitaire pour la faune sauvage de métropole des Parcs nationaux de France – Juin 2019*, 63 pp.

(19) HENDRIKX P., GAY E., CHAZEL M., MOUTOU F., DANAN C., RICHOMME C., BOUE F., SOUILLARD R., GAUCHARD F. et DUFOUR B., 2011. *OASIS : an assesssment tool of epidemiological surveillance systems in animal health and food safety*. Epidemiology and Infection, 2011, 139 (10), pp. 1486-1496

(20) WARNS-PETIT E., ARTOIS M. et CALAVAS D., 2009. *Biosurveillance de la faune sauvage*. Bulletin de l'Académie vétérinaire de France, 2009, 162 (3), pp. 205-213

(21) RIVIERE J.L., 1993. *Les animaux sentinelles. Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, Paris : Institut national de la recherche agronomique, 1993, 20, pp. 59-68

(22) ARTOIS M., FROMONT E. et HARS J., 2003. *La faune sauvage, indicateur possible du risque de maladie émergente ?*. Epidémiologie et Santé Animale, 2003, 44, pp. 21-31

(23) RICHOMME C., GAUTHIER D. et FROMONT E., 2006. *Contact rates and exposure to inter-species disease transmission in mountain ungulates.* Epidemiology & Infection, 2006, 134 (1), pp. 21-30

(24) HARS J., GIBERT P., ROSSI S., TERRIER M.E. et GUIBE A., 2007. *Etudes vétérinaires et surveillance sanitaire dans les espaces protégés gérés par l'ONCFS*. Faune Sauvage, 2007, 278, pp. 61-65

(25) RAUTUREAU S., DUFOUR B., JAŸ M. et GARIN-BASTUJI B., 2012. *Deux cas de brucellose bovine en 2012 appellent à la vigilance.* Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation, 2012, 59 (spécial MRE), pp. 11-14

(26) OIE, 2010. *Manuel de formation sur les maladies de la faune sauvage et leur surveillance.* Atelier de formation des Points Focaux Nationaux de l'OIE pour la faune sauvage, 2010, 56 pp.

(27) PASTORET P.P., THIRY E., BROCHIER B., SCHWERS A., THOMAS I. et DUBUISSON J., 1988. *Maladies de la faune sauvage transmissibles aux animaux domestiques*. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 1988, 7 (4), pp. 661-704

(28) GARIN-BASTUJI B., HARS J., DRAPEAU A., CHERFA M.A., GAME Y., LE HORGNE J.M., RAUTUREAU S., MAUCCI E., PASQUIER J.J., JAY M. et MICK V., 2014. *Reemergence of Brucella*

melitensis Infection in wildlife, France. Emerging Infectious Disease, 2014, 20 (9), pp. 1570-1571

(29) DEEM S.L., KARESH W.B. et WEISMAN W., 2001. *Putting Theory into Practice: Wildlife Health in Conservation*. Conservation Biology, 2001, 15 (5), pp. 1224-1233

(30) MOUTOU, F., 2000. *Epidémiologie et faune sauvage en Europe : introduction aux Journées de l'AEEMA*, 18-19 mai 2000. Epidémiologie et santé animale. 37, pp. 1-8

(31) ONCFS, 2011. *Le guide SAGIR pour les interlocuteurs techniques départementaux (ITD)*, 54 p.

(32) MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 2014. "Loi n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt". *Journal Officiel de la République Française du 13 octobre 2014*, n° 238, p. 16601.

(33) ANSES, 2019. *Rapport sur la gestion de la tuberculose bovine et des blaireaux*, août 2019, 198 pp.

(34) GIBERT P., 2018. *Surveillance sanitaire de la faune sauvage. L'œil d'un vétérinaire pas comme les autres.* Editions du Point Vétérinaire, 2018, Puteaux, 201 pp.

(35) GARDNER I.A., HIETALA S. et BOYCE W.M., 1996. *Validity of using serological tests for diagnosis of diseases in wild animals*. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 1996, 15 (1), pp. 323-335

(36) LEJEUNE L., 2017. *Contamination du sanglier par Trichinella spp. et risque de contamination humaine*. Sciences pharmaceutiques, hal-01932160.

(37) WARNS-PETIT E., 2011. *Modélisation de données de surveillance épidémiologique de la faune sauvage en vue de la détection de problèmes sanitaires inhabituels.* Thèse de Doctorat spécialité Modèles, Méthodes et Algorithmes en Biologie, Santé et Environnement, Université de Grenoble, 310 pp.

(38) PERRIN J.B., DUCROT C, CALAVAS D et HENDRIKX P., 2011. *La surveillance syndromique : une nouvelle approche pour la surveillance épidémiologique.* Le Nouveau Praticien Vétérinaire, élevages et santé, 2011, 4, pp. 9-13

(39) PERRIN J.B., 2012. *Modélisation de la mortalité bovine dans un objectif de surveillance épidémiologique*. Médecine humaine et pathologie. Université Claude Bernard - Lyon I, 2012. Français. NNT : 2012LYO10275. tel-00830542

(40) BRONNER A., PERRIN J.C., DUPUY C. et SALA C., 2015. *La surveillance syndromique peut-elle renforcer la détection précoce des maladies exotiques ou émergentes*. Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation, 2015, 66 (Spécial vigilance vis-à-vis des maladies exotiques), pp. 55-59

(41) LE MOAL N., 2007. *Surveillance sanitaire de la faune sauvage dans le Parc national des Pyrénées : état des lieux et proposition d'un protocole*. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 162 pp.

(42) SIMON C., 2011. *Mise en place d'un programme de suivi sanitaire dans le Parc national du Mercantour*. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 188 pp.

(43) VALLET M., 2017. *Le suivi sanitaire de la faune sauvage : 40 ans d'analyses dans le Parc national de la Vanoise.* Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude-Bernard, Lyon, 154 pp.

(44) GAUTHIER D. et BOUCHE M., 2017. *Surveillance sanitaire des populations de bouquetins des Ecrins à partir de prélèvements non invasifs sur individus vivants capturés. Bilan 2013-2016.* S.l. Parc National des Ecrins.

(45) MASSA S, 2014. *Utilisation de l'espace et suivi sanitaire du Bouquetin des Alpes dans le Parc National des Ecrins.* Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude-Bernard, Lyon, 159 pp.

(46) PIOZ M., LOISON A., GIBERT P., DUBRAY D., MENAUT P., LE TALLEC B., ARTOIS M. et GILOT-FROMONT E., 2007. *Transmission of a pestivirus infection in a population of Pyrenean chamois*. Veterinary Microbiology, 2007, 119 (1), pp. 19-30

(47) GILOT-FROMONT E., GAREL M., GIBERT P., LAMBERT S., MENAUT P., BONETTI B., GAME Y., REYNAUD G. et FOULCHE K., 2018. *Self-clearance of Pestivirus in a Pyrenean Chamois (Rupicapra pyrenaica) Population*. Journal of Wildlife Diseases, 2018, 54 (2), pp. 335-341

(48) GAUTHIER D., LEMBERGER K. et DECORS A., 2016. *Vade-mecum des laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires - Edition 2016 - Le diagnostic des maladies de la faune sauvage libre*. ONCFS/ADILVA, 2016, 80 pp.

(49) MIAUD C., 2014 - *Dossier de demande de dérogation pour la capture d'espèces protégées d'Amphibiens adressée au DREAL de Franche Comté.* 11 pp.

(50) MIAUD C. (CEFE-EPHE), 2014 - *Message d'alerte/surveillance : Surveillance des populations de Salamandres et Tritons en France en relation avec l'existence d'un champignon aquatique très pathogène (Batrachochytrium salamandrivorans) en Belgique et aux Pays-Bas.* En ligne, consulté le 26 novembre 2019. Disponible à l'adresse : http://www.amphibiens-champagne-ardenne.com/2014/11/message-alerte-surveillance claude-miaud-cefe-ephe-surveillance-des-populations-de-salamandres-et-tritons-en-france-en-relation-avec

(51) ONF-MEDDE, 2016. *Synthèse de la méthode de suivi de population par C.M.R. appliquée au Sonneur à ventre jaune*, 23 pp.

(52) SANE R. et FAURE C., 2011 – *Plan Régional d'Actions pour les Chiroptères.*DREAL-Groupe Chiroptères de Provence, 140 pp.

(53) DENTZ C., BUONO L. et COSSON E.. 2018. *Plan Régional d'Actions en faveur des Chiroptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur – 2018-2025*. Groupe Chiroptères de Provence, Région PACA, DREAL PACA. 88 pp.

(54) FEDERATION DES CONSERVATOIRES D'ESPACES NATURELS (TAPIERO AUDREY), 2015. *Plan National d'Actions Chiroptères 2009-2013 - Bilan technique Final*. Besançon, 95 pp.

(55) COMESSE L., 2017. *Le syndrome du nez blanc ("White-nose syndrome") des chauves-souris: synthèse bibliographique*. Thèse de doctorat véténaire, Faculté de médecine de Créteil, 112 pp.

(56) STRUBEL V., 2017. *Plan National d'Actions Chiroptères (2016-2025)* - Bilan 2017 / Fédération des Conservatoires d'espaces naturels. MTES/DREAL Bourgogne-Franche-Comté, 111 pp.

(57) DE ANDRES D., KLEIN D., WATT N.J., BERRIATUA E., TORSTEINSDOTTIR S., BLACKLAWS B.A. et HARKISS G.D., 2005, *Diagnostic tests for small ruminant lentiviruses.* Veterinary microbiology, 2005, 107 (1-2), pp. 49-62

(58) VALAS S., 2014 - *Les virus CAEV et Visna-Maëdi : une spécificité d'hôte remise en question.* Bulletin des GTV, 2014, 75, pp 105-110

(59) DERVAUX J., 2012. *Cheptel domestique et grande faune sauvage de montagne : risques liés à la transmission d'agents pathogènes et proposition de mesures de prévention dans le Parc national des Ecrins.* Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude-Bernard , Lyon, 144 pp.

(60) VALAS S., 2013. *Les virus CAEV et visna-maëdi : association de malfaiteurs chez les Petits ruminants, ovins, caprins.* Recueil des Journées Nationales 2013, pp. 289-296

(61) ERHOUMA E., GAUTHIER D., GUIGUEN F., CHEBLOUNE Y. et ALOGNINOUWA T., date inconnue. *Etude de l'infection naturelle de bouquetins par SRLV entre les zones géographiques différentes*. (présentation transmise par Dominique Gauthier)

(62) DE MARTIN E., GOLOMINGI A., ZAHNO M., CACHIM J., DI LABIO E., PERLER L., ABRIL C., ZANONI R. et BERTONI G., 2019. *Diagnostic response to a cross-border challenge for the Swiss caprine arthritis encephalitis virus eradication program.* Schweiz Archiv für Tierheilkunde, 2019, 161 (2) pp. 93-104

(63) ERHOUMA E., GUIGUEN F., CHEBLOUNE Y., GAUTHIER D., LAKHAL L.M., GREENLAND T., MORNEX J.F., LEROUX C. et ALOGNINOUWA T., 2008. S*mall ruminant lentivirus proviral sequences from wild ibexes in contact with domestic goats.* The Journal of General Virology, 2008, 89 (6), pp. 1478-1484

(64) PATTON K.M., BILDFELL R.J., ANDERSON M.L., CEBRA C.K. et VALENTINE B.A., 2012. *Fatal Caprine arthritis encephalitis virus–like infection in 4 Rocky Mountain goats (Oreamnos americanus)*. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 2012, 24 (2), pp. 392- 396

(65) ASSIE S., TIMSIT E. et BAREILLE N., 2008. *Virus respiratoire syncitial bovin : données épidémiologiques, application au diagnostic et à la vaccination.* Bulletin des GTV, 2008, Hors-série, pp. 93-98

(66) BESOZZI P., 2016. *Respiratory viruses in Alpine chamois.* Thèse de doctorat vétérinaire, Université de Milan, Faculté de Médecine Vétérinaire, 68 pp.

(67) CITTERIO C.V., LUZZAGO C., SALA M., SIRONI G., GATTI P., GAFFURI A., et LANFRANCHI P., 2003. *Serological study of a population of alpine chamois (Rupicapra r rupicapra) affected by an outbreak of respiratory disease*. The Veterinary Record, 2003, 153 (19), pp. 592-596

(68) PELLETIER C., LEMARCHAND F., LOISY V., BERNHEIM S. et LEDOUX D., 2015. *Recherche de pathogènes respiratoires bovins par PCR temps réel multiplexe.* Bulletin des GTV, 2015, 79, pp. 79-84

(69) CHARTIER C., 2009. *Pathologie caprine: du diagnostic à la prévention*. Éditions du Point Vétérinaire, 2009, Rueil-Malmaison, 379 pp.

(70) BUCZINSKI S., BELANGER D., LEBOEUF A., DEBIEN É., HELIE P. et DROLET R., 2011. *Évaluation de la prévalence de la maladie des abcès à la ferme et de l'impact de la maladie sur les animaux réformés au sein des troupeaux caprins du Québec*. Recueil des Journées Nationales GTV Nantes 2011, pp. 301-306

(71) WILLIAMSON L.H., 2001. *Caseous Lymphadenitis in Small Ruminants.* Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 2001, 17 (2), pp. 359-371

(72) BAIRD G.J. et MALONE F.E., 2010. *Control of caseous lymphadenitis in six sheep flocks using clinical examination and regular ELISA testing.* The Veterinary Record, 2010, 166 (12), pp. 358-362

(73) REBOUÇAS M.F., PORTELA R.W., LIMA D.D., LOUREIRO D., BASTOS B.L., MOURA-COSTA L.F., VALE V.L., MIYOSHI A., AZEVEDO V. et MEYER R., 2011. *Corynebacterium pseudotuberculosis secreted antigen-induced specific gamma-interferon production by peripheral blood leukocytes: potential diagnostic marker for caseous lymphadenitis in sheep and goats.* Journal of veterinary diagnostic investigation, 2011, 23 (2), pp. 213-220

(74) MORIN A., RUGHETTI M, RIOUX-PAQUETTE S. et FESTA-BIANCHET M., 2016. *Older conservatives: reproduction in female Alpine chamois (Rupicapra rupicapra) is increasingly risk-averse with age*. Canadian Journal of Zoology, 2016, 94 (5), pp. 311-321

(75) WILLISCH C.S., BIERI K., STRUCH M., FRANCESCHINA R., SCHNIDRIG-PETRIG R. et INGOLD P., 2013. *Climate effects on demographic parameters in an unhunted population of Alpine chamois (Rupicapra rupicapra).* Journal of Mammalogy, 2013, 94 (1), pp. 173-182

ANNEXE 1 : Procédures à suivre dans le cas d'apparition d'une épizootie en milieu naturel, rédigées par Dominique GAUTHIER (LDVHA.05)

PROCEDURES A SUIVRE DANS LE CAS D'APPARITION D'UNE EPIZOOTIE EN MILIEU NATUREL

Il faut adopter 4 étapes consécutives :

ETAPE 1 : **DEFINIR LES MOYENS DE DIAGNOSTIC**	1-1 pour l'observateur de terrain ***lésions et symptômes visibles à distance***
	1-2 pour le clinicien ***lésions et symptômes détectables sur animal pris en main***
	1-3 au laboratoire ***protocole de prélèvement*** *(qu'est-ce qu'il faut, quelle quantité, quand, comment l'envoyer)* ***protocole d'analyses***
ETAPE 2 : **PROSPECTION GLOBALE DU TERRITOIRE**	Buts : établir la progression géographique de la maladie (+ avoir des prélèvements) * rechercher tous les nouveaux cas de maladie * recenser les cas de mortalité Moyen : * couverture du territoire par les agents de terrain dans le cadre de leurs tournées (foyer + zones en marge) *NB : ce protocole n'est pas fiable pour recenser les cas de maladies car il vise l'extensif et les itinéraires ne sont pas standardisés ; par contre il est indispensable pour surveiller l'évolution dans le temps et dans l'espace* Fiches : relever les cas de façon homogène avec : **- une fiche animaux vivants** (Rubriques = auteur, date, lieu (localisé très précisément), description du cas) **- une fiche mortalité**

Doc D.GAUTHIER LDVHA05 sauvage — page 1/2 — Procédure épizootie faune

ETAPE 3 : **ECHANTILLONNAGE SUR ZONES-TEST**	Buts : étude de la maladie au niveau population * établir le taux de morbidité et son évolution * établir les proportions des différents stades de gravité et leur évolution * établir l'incidence selon les classes de sexe et âge et leur évolution Moyen : Prospection périodique (tous les 15 jours ; à défaut tous les mois) faite à plusieurs agents sur un site occupé de manière relativement stable par une population (ou sous-population). L'objectif n'est pas de faire un comptage, mais de recueillir un nombre suffisant d'examens à chaque sortie. Les relevés portent sur les groupes rencontrés et leur composition, puis sur les différents signes pathologiques observés sur les animaux examinés précisément. Fiche : - **fiche "suivi de population-échantillon"** : cf exemples en annexe
ETAPE 4 : **SUIVI D'ANIMAUX MARQUES**	Buts : étude de la maladie au niveau de l'individu * processus d'apparition, d'aggravation, de guérison * cinétique clinique * comportement * pronostic Moyen : * capture - marquage permettant un diagnostic initial approfondi * recherche périodique des individus marqués et observations cliniques Fiche : idem celle du suivi population *NB : cette dernière étape a une valeur pédagogique essentielle pour impliquer les partenaires de terrain et leur démontrer les acquis scientifiques à partir d'exemples concrets.*

ANNEXE 2 : Protocole du suivi sanitaire des populations de chamois en vigueur au Parc National des Ecrins (document interne)

B – Suivi sanitaire des populations de chamois

1 - PROBLÉMATIQUE ET ENJEUX

En raison de la très forte augmentation des populations d'ongulés, les outils à mettre en place ne sont plus destinés à mesurer la restauration, maintenant assurée, de ces populations mais à gérer son abondance. Espèce emblématique du parc national des Écrins, le chamois est également l'espèce sentinelle dans les interactions avec la faune domestique.

Ce programme vient en complément de toutes les autres actions entreprises et il n'est pas dénué d'intérêt dans les relations avec le monde agricole. Au regard du terrain, il recherche un nouvel intéressement à l'espèce en terme de transmission de connaissances et de recherches de possibles pathologies.

Par hypothèse, les naissances et les taux de survie des chevreaux sont un élément «clé» du bon comportement sanitaire d'une population, visible dans le paysage.

2 - OBJECTIFS

Le suivi sanitaire du chamois, s'articule autour des axes suivants :

- Quantifier les naissances des chevreaux, leur survie annuelle et le ratio chèvre-chevreau
- Maintenir une vigilance vis à vis de toute mort suspecte ou de comportement étrange
- Rechercher les causes de la mortalité à travers la collecte de cadavres
- Mettre en place des mesures de suivi spécifique aux éventuelles épizooties constatées
- Transmettre la connaissance de terrain acquise.

3 - PROTOCOLE

3.1 Zone concernée

L'espace exclusif du cœur du parc national, exceptionnellement la zone contiguë au coeur pour les observations pratiquées en période hivernale.

III- 3.2 Périodicité - durée

Ce protocole, prévu sur le long terme, a été mis en œuvre à titre expérimental au printemps 2003. Une première réunion bilan a mis en évidence la pertinence des objectifs avec une recrudescence de l'intérêt pour cette espèce, associé à une action forte de recherche de phénomènes épidémiologiques. Les données récoltées doivent être analysées dans le cadre d'une convention contractée avec le CNERA faune de montagne, et la poursuite du protocole sera décidée en fonction des conclusions de l'analyse conduite.

III- 3.3 Méthodologie

3.3.1 - Suivi chamois : suivre l'état sanitaire par observation visuelle minutieuse à la longue-vue des populations de **chamois** dans chaque secteur sur un territoire du cœur du parc national des Écrins.

La détermination du sexe et de l'âge des animaux sera réalisée avec la plus grande précision possible afin de pouvoir apprécier les éléments suivants de la dynamique de la population :

- indice de reproduction (nombre de chevreaux / nombre de femelles adultes),
- indice de survie estivale et survie hivernale des chevreaux.

Six catégories d'animaux sont distinguées :

- les chevreaux (de la naissance au 1er mai de l'année suivante)
- les éterles et éterlous sans distinction de sexe (un an)
- les adultes mâles (2 ans et plus)
- les adultes femelles (2 ans et plus)

- les adultes indéterminés
- les individus d'âge et de sexe indéterminés.

Les observations de chamois seront effectuées sur des territoires définis, 3 fois par an, sur un pas de temps trimestriel (**mars, juillet et novembre**). Les cheminements réalisés pour l'échantillonnage doivent être identiques entre les mêmes trimestres des différentes années. Entre les différents trimestres d'une même année, les cheminements dans un secteur peuvent différer (différence de praticabilité selon l'enneigement et variation d'occupation saisonnière de l'espace par les chamois), mais doivent s'attacher à échantillonner les mêmes populations Le nombre d'individus observés durant le mois est au minimum de 100 par secteur pour assurer une couverture statistique valable sur l'ensemble du parc (100 individus, 3 fois par an sur les 7 secteurs), soit environ 2100 chamois observés annuellement sur l'ensemble du parc.
Lors du relevé, un groupe de chamois donné fera l'objet d'une seule ligne sur la fiche. Un groupe est ainsi défini : animaux distants de moins de 50 mètres ou se dirigeant dans la même direction.
Toutes lésions et/ou symptômes visibles seront relevés. Le résultat de ces observations sera reporté sur une ou plusieurs fiches « suivi sanitaire » (voir paragraphe 3.6). En cas de constatation de morbidité évidente (kérato-conjonctivite, broncho-pneumonie, gale sarcoptique, ecthyma contagieux) ou d'altération évidente dans les indicateurs de dynamique de population (mortalité postnatale des chevreaux notamment), refaire des observations les jours suivants et alerter le pilote et le service scientifique.

3.3.2 - Recherche des causes de la mortalité :
Des analyses peuvent être réalisées selon protocole établi en lien avec les laboratoires départementaux (animaux malades, pouvant être capturés facilement et dont la guérison semble improbable, ainsi que tous les cadavres frais et intacts) après accord préalable du service scientifique (zone coeur) ou des fédérations départementales des chasseurs (aire d'adhésion dans le cadre du réseau SAGIR).
Les organes pourront être prélevés directement sur le terrain. En cas de prélèvement d'organes ou de transport de cadavres, les agents respecteront les consignes de sécurité liées aux risques de transmission de zoonoses (port de gants notamment).

3.4 Observateurs et partenaires éventuels
L'ensemble des opérations sera conduit par les agents des secteurs du Parc national des Écrins à l'occasion de toutes tournées sur le terrain.
Les différents partenaires sont : les Laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires des Hautes-Alpes et de l'Isère, les Directions des Services Vétérinaires, l'Université Lyon 1 (« Biométrie génétique et biologie de populations » UMR 5558), les Fédérations départementales des chasseurs, l'Office national de la chasse et de la faune sauvage, le Réseau Sagir, l'Office national des forêts et tous les parcs nationaux. De plus, ces actions s'inscrivent dans le contexte plus large de la participation du PNE à l'Observatoire de la grande faune et de ses habitats (OGFH).

3.5 Coordination et suivi du protocole
Ludovic Imberdis, chargé de mission faune au service scientifique du Parc national des Écrins coordonne la mise en œuvre de ce protocole, en lien avec Michel Bouche, technicien patrimoines et Dominique Gauthier, membre du conseil scientifique.

3.6 Fiches de relevé :
La fiche de terrain suivi sanitaire du chamois comporte également une option « observation occasionnelle » destinée à noter un ou plusieurs chamois observés en dehors des périodes protocolaires (mars, juillet et novembre).
Dans ce cas, son utilisation est exceptionnelle et ne peut traduire qu'un phénomène

remarquable.
L'articulation entre les différentes phases d'observations et de suivi est primordiale pour une bonne compréhension du programme et le rôle entre le service scientifique, le pilote et les partenaires extérieurs.

Premier cas : les observations de chamois se déroulent sans remarques particulières sur l'état pathologique ou les critères démographiques (manque important de chevreaux…). La fiche suivi-sanitaire est renseignée puis expédiée aux pilotes (Ludovic Imberdis et Michel Bouche) pour le rapport de synthèse annuel. Le tableau de saisie est rempli **dès la fin du mois d'observation et transmis immédiatement par mail** aux 2 pilotes, copie au Laboratoire départemental vétérinaire (e.mail : ldvha05@wanadoo.fr) et au service scientifique.

Deuxième cas : lors de la prospection, des cas manifestes de maladie ou d'absence forte de chevreaux sont remarqués. Ils sont notés sur la fiche suivi sanitaire qui est envoyée aux pilotes (Ludovic Imberdis et Michel Bouche), **alertés parallèlement oralement par le secteur concerné**. Le service scientifique, après consultation du Laboratoire départemental vétérinaire et d'hygiène alimentaire, décidera de la mise en œuvre de la « Procédure à suivre dans le cas d'apparition d'une épizootie en milieu naturel ».

Troisième cas : tout animal moribond ou fraîchement mort peut être acheminé au laboratoire d'analyses vétérinaires (appel préalable à la FDC 05 si c'est en zone chassée et au service scientifique pour le cœur du parc). Toute observation de mortalité doit être saisie directement sur le terrain grâce à l'outil nomade ou sur l'interface web sur l'intranet, en précisant si l'animal est transporté au Laboratoire vétérinaire pour recherche des causes de mortalité..

3.7 Matériel nécessaire
Jumelles, longue-vue et cartes IGN pour le suivi chamois.
Matériel pour les prélèvements sur le terrain : couteau, gants chirurgicaux et gants de délivrance vétérinaire, masques.

ANNEXE 3 : Protocole simplifié d'autopsie à réaliser sur le terrain en vue des prélèvements d'organes et règles d'acheminements des cadavres et prélèvements au laboratoire (Dominique GAUTHIER, LDVHA.05, 2004)

Protocole simplifié d'autopsie sur le terrain / prélèvements d'organes

1°) - mettre l'animal sur le dos.

2°) - Examiner tous les orifices

- Dépouiller soigneusement la peau afin de visualiser traumatismes et blessures sur son envers (l'incision primitive est réalisée de la pointe du menton jusqu'au pubis, sauf pour le cas spécifique des expertises de prédation : voir leur protocole spécifique)

3°) - ouvrir la cavité abdominale en coupant les muscles, de la pointe du sternum jusqu'au bassin (attention à ne pas percer la panse).

4°) - prélever le tube digestif par 2 ligatures espacées de 5 à 6 centimètres sur le rectum (extrémité au niveau du bassin), puis 2 ligatures entre la panse et la caillette (dernière poche des estomacs). Couper entre chaque paire de ligatures. Retirer doucement le tube digestif et le placer dans un gant. Nouer le gant.

5°) - retirer le foie (section au niveau de son adhésion au diaphragme).

- retirer la rate (à gauche de l'animal, sous la panse) en tirant doucement.

- retirer les reins (section du « pédicule » qui les retient à la voute dorsale de l'animal)

- placer ces organes dans un autre gant, en faisant un nœud entre chaque organe.

6°) - découper le diaphragme sur son pourtour (le long des dernières côtes). Si possible couper les côtes de chaque côté afin de soulever le sternum. Sectionner la trachée le plus en avant possible (visible si le sternum a été soulevé, à tâtons dans le cas contraire). Tirer sur la trachée vers l'arrière : l'ensemble cœur-poumon doit venir d'une pièce. Le placer dans un troisième gant, (si nécessaire en séparant le poumon gauche, le poumon droit et le cœur, sinon en bloc).

Nota : Entre chaque section, essuyer le couteau.
Respect des consignes de sécurité (port de gants notamment) lors de toute manipulation en raison des risques de transmission de diverses affections (zoonoses)

REGLES D'ACHEMINEMENT AU LABORATOIRE :

1°) Cas idéal : cadavre trouvé frais et transportable jusqu'à un véhicule :
Si acheminement possible sous 24 heures en été, sous 72 heures en hiver : l'apporter directement et tel quel au laboratoire

2°) Si acheminement au laboratoire non possible dans ces délais :

- Apporter le cadavre au vétérinaire mandaté par le Parc pour autopsie immédiate en frais. Les prélèvements réalisés lors de cette autopsie sont à congeler sur le champ pour transmission au laboratoire (par transporteur ou par la poste sous couvert du froid)

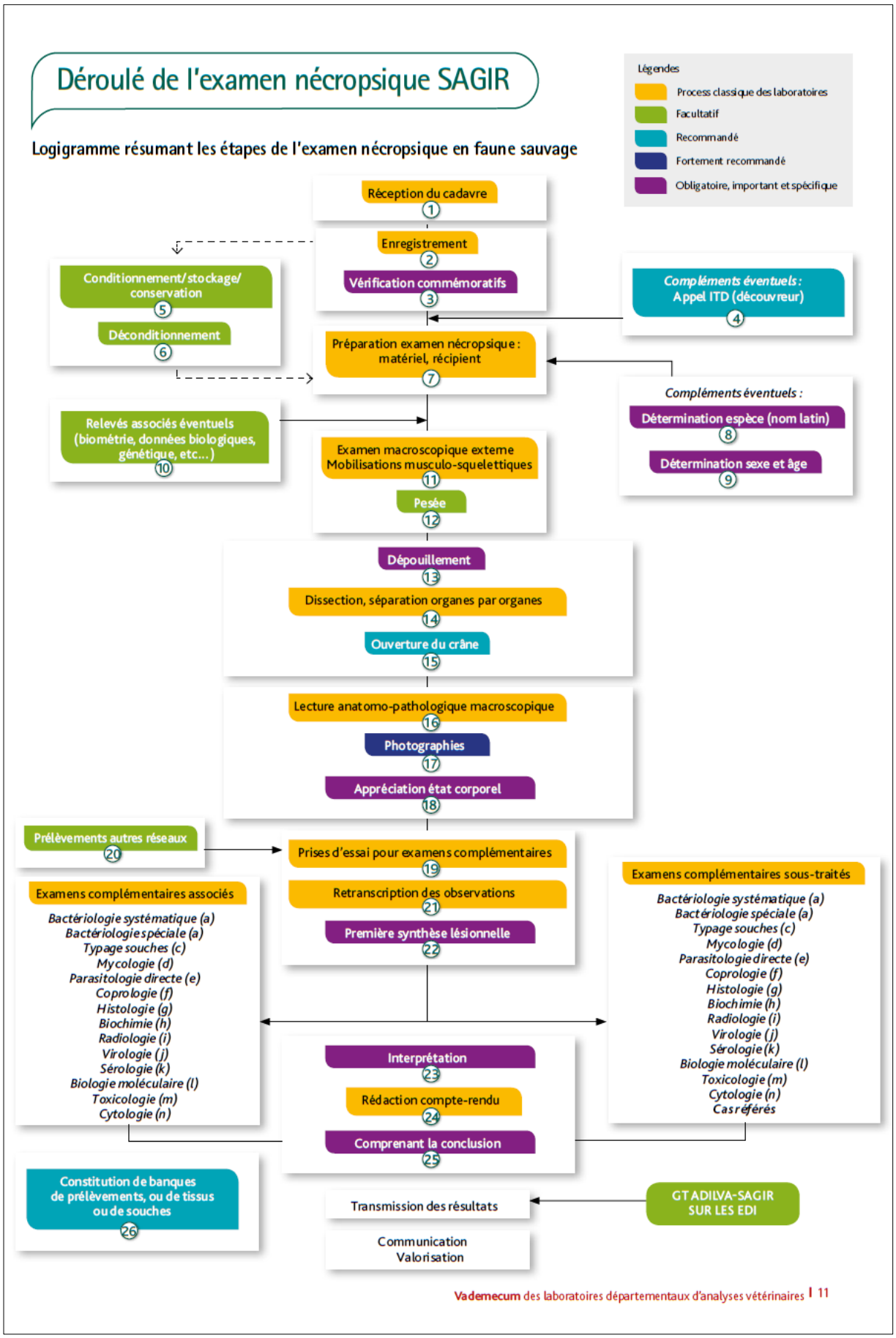
ou

- Congeler le cadavre en entier pour acheminement ultérieur au laboratoire

3°) Si cadavre non transportable jusqu'à un véhicule (poids ; éloignement)
pratiquer l'autopsie simplifiée sur le terrain ; redescendre les organes et les congeler dès retour à la civilisation ; les prélèvements seront acheminés ultérieurement au Laboratoire, si possible dans une boîte isotherme avec une plaque congelée.

doc D.GAUTHIER, LDVHA05 Version 1.0 février 2004 2 / 2

ANNEXE 4 : Logigramme résumant les étapes de l'examen nécropsique en faune sauvage (« Déroulé de l'examen nécropsique SAGIR », (48))



ANNEXE 5 : Fiche de demande d'analyse faune sauvage en vigueur au LDVHA.05 (Dominique GAUTHIER, LDVHA.05, 2004)

LDVHA 05 LDAV 73 LVD 38 Parc national des Cévennes Parc national des Écrins Parc national de la Vanoise	**FICHE DE DEMANDE d'ANALYSE FAUNE SAUVAGE**

RECEPTION (cadre réservé au laboratoire)

- **Date et heure d'arrivée :**.....
- **Mode d'acheminement au Laboratoire :**
.....
- **Réceptionné par :** (Nom ou initiales) :.....
- **Etat de l'échantillon à réception** (anomalies constatées)
.....
.....
- **Mode de conservation au labo :**.....

Numéro de dossier :

Visa du réceptionnaire :

COMMÉMORATIFS N° unique terrain :.....

DECOUVREUR :
Nom et prénom : .....

- **Organisme - Secteur :** .....

- **Espèce :** .....
- **Sexe :** mâle ☐ femelle ☐ **indéterminé** ☐
- **Age présumé (1) :** .....
Critères :.cornes dents autres :

- **Date de découverte :** . . / . . / 20 . .à .....h ☐**Vivant ;** état : capture☐ malade☐ blessé☐.
☐**Mort :** date présumée de la mort : . . / . . / 20 .
- **Lieu de découverte de l'échantillon :** ...(commune – lieu-dit – altitude – coordonnées)
.....
- **Mode de sacrifice (le cas échéant) :** **date :**
- **Symptômes constatés sur l'animal avant sa mort, signes relevés sur le cadavre,**:
.....
.....
.....

est-ce le seul cadavre trouvé sur le site : oui ☐ **non** ☐
- **observations sur les autres animaux du même site** :

- **Causes présumées de la mort** : .....

PRELEVEMENT

(si acheminement direct au labo)

- **Cadavre entier** ☐
- **et/ou prélèvements :**☐ *cochez :*
  - ○ sang tube sec ○ sang tube anticoag
  - ○ écouvillons ○ crottes
  - ○ autres :

ORGANES
(si autopsie réalisée avant envoi labo) :
Auteur : .....
Date : .....
Organes prélevés : *.....
* ..... *.....
* ..... *.....
* ..... *.....

Mode de conservation : ☐ **T ambiante** ☐ **mise au frais** ☐ **Mise en congélation :**
date : **heure :**

Date et heure d'envoi au laboratoire :.....

- **Analyses demandées** : .....
.....
- **Examens complémentaires à l'initiative du laboratoire** : Oui π Non π

doc D.GAUTHIER, LDVHA05 Version 1.0 février 2004 1 / 2

ANNEXE 6 : Démarches à mettre en œuvre dans le cadre du suivi des mortalités des Amphibiens dans les zones humides de montagne pour le PNE (document interne)

Démarche à mettre en œuvre dans le cadre du suivi des mortalités des amphibiens dans les zones humides de montagne pour le PNE.

Déclaration d'observations

Si, lors de la veille écologique, vous êtes amenés à observer des amphibiens morts ou malades, merci de **rentrer vos observations sur le site :** www.alerte-amphibien.fr.
NB : Des photos peuvent en particulier être mises en ligne.

Cette déclaration **est à faire en plus de la saisie « normale » pour les bases de données internes au Parc** afin que le chargé de mission faune puisse faire, au responsable de l'étude, Claude MIAUD par mail (claude.miaud@cefe.cnrs.fr), un bilan des données de mortalité des amphibiens relevées dans le cadre du protocole "mortalité faune" pendant l'année

En cas de mortalité massive, c'est à dire **plus de 10 individus**, parallèlement à la déclaration en ligne sur le site www.alerte-amphibien.fr **envoyer un mail au chargé mission faune** (ludovic.imberdis@ecrins-parcnational.fr) qui se chargera alors de prévenir le responsable de l'étude, Claude MIAUD par mail (claude.miaud@cefe.cnrs.fr).

Réalisation de prélèvements

Si, sur un site, vous observer des animaux de **TOUS** les stades (adulte ET juvéniles ET têtard) **morts ET moribonds ET vivants** il serait souhaitable de réaliser des prélèvements selon le « Protocole d'échantillonnage Ranavirus Zones humides alpines 2014 » fourni.

Conservation des prélèvements

Les individus « frais » sont à conserver au congélateur, les individus desséchés peuvent être conservé à l'air libre.
Chaque animal devra être placé dans un sac à congélation, puis tous les animaux d'un même site dans un sac plus grand (il est éventuellement possible de placer tous les animaux d'un même site dans un même sac).
Penser à bien noter l'identité des sites et la dates sur chaque sachet type congélation.

Envoi des prélèvements

Le chargé mission faune se chargera de récupérer auprès du responsable de l'étude Claude MIAUD, des **colis Colissimo** pré-payés qu'il vous fera suivre.

Placer dans le colis les éventuels prélèvements réalisés et stockés au cours de l'année, mettre un ou deux (en fonction du nombre d'animaux congelés) blocs congélation, entourer le tout de papier froissé et envoyer le colis à l'adresse suivante :

Claude Miaud

UMR 5175 CEFE

1919 route de Mende

34293 Montpellier

ORIHEL Camille

LE SUIVI SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE DANS LE PARC NATIONAL DES ECRINS

Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Lyon, le 19 décembre 2019

RESUME :

La surveillance sanitaire de la faune sauvage est un enjeu important à la fois pour la santé publique, la santé animale et la conservation de la biodiversité. Dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie sanitaire dans les parcs nationaux, des bilans des actions déjà menées doivent être entrepris. Ce travail résume les actions de veille sanitaire menées dans le Parc National des Ecrins durant les deux dernières décennies.

Les protocoles de suivi sanitaire appliqués dans le Parc National des Ecrins sont recensés. Après une présentation de leurs objectifs, du fonctionnement du réseau et du protocole technique, les données obtenues sont analysées. Les informations sanitaires sont principalement obtenues par l'observation visuelle de chamois, la capture de bouquetins, la sérologie chez les animaux chassés et l'autopsie d'animaux trouvés morts. Les principaux résultats sont les variations du succès reproducteur et des signes observés chez les chamois, et la présence de plusieurs agents pathogènes qui semblent pouvoir affecter la dynamique des populations de bouquetins.

Les résultats concernant trois types d'agents pathogènes (Lentivirus, virus à tropisme respiratoire et *Corynebacterium pseudotuberculosis*) sont ensuite détaillés.

Enfin, un bilan est dressé sur l'état sanitaire des populations d'ongulés sauvages dans les Ecrins ainsi que sur les avantages et les limites de chacun des protocoles ce qui aboutit à d'éventuelles perspectives d'amélioration du suivi sanitaire dans le Parc National des Ecrins.

MOTS CLES :

- veille sanitaire
- Ecrins
- animaux sauvages
- bouquetin des Alpes
- épidémiologie

JURY :

Président : Monsieur le Professeur François MION

1er Assesseur : Madame la Professeure Emmanuelle GILOT-FROMONT
2ème Assesseur : Madame la Docteure Marie-Pierre CALLAIT-CARDINAL

DATE DE SOUTENANCE : 19 décembre 2019