



SUIVI SANITAIRE de l'ISARD dans la RNCFS d'ORLU

Philippe GIBERT, Pierre MENAUT, Kévin FOULCHÉ



36^{ème} rencontres du GEEFSM
ORLU Septembre 2018



Les espaces protégés de montagne de l'ONCFS

- RNCFS des **BAUGES** (Savoie-Haute Savoie) : chamois, mouflon, chevreuil, cerf
- RNCFS de **BELLEDONNE SEPT LAUX** (Isère) : bouquetin
- RNCFS du **CAROUX** (Hérault) : mouflon
- RNCFS d'**ORLU** (Ariège) : isard
- Massif du Pic de **BAZES** (Hautes Pyrénées) : isard

de formidables laboratoires grandeur nature !





RNCFS D'ORLU

Pyrénées (Ariège)



- Superficie : 4250 ha
- Altitude : de 950 à 2765 m
- Espèce d'ongulé sauvage dominante : **ISARD** (N > 500 en 2017 après une chute de la population à la fin des années 1990 par disparition des classes jeunes)
- Autres espèces sauvages : cerf, chevreuil, sanglier... mais aussi grand tétras, lagopède alpin, gypaète barbu...
- Espèces domestiques en estive :
Bovins (N = 100), **ovins** (N = 1800), équins et asins (50)



MISE EN PLACE D'UN SUIVI SANITAIRE EN 1994

1. Examen à distance des **animaux libres**
2. Examen des **cadavres**
3. Examen des animaux tués à la **chasse**
4. Examen des **animaux capturés**
5. Connaissance des événements et du statut sanitaire des **cheptels domestiques**



MALADIES RECHERCHEES

- Maladies pouvant avoir un rôle direct sur la **reproduction des ongulés** (brucellose, chlamydophilose, FQ, SAO, FCO, toxoplasmose, pestivirus, épидидymite)
- Maladies Danger Sanitaire de **1ère catégorie** (brucellose, FCO)
- Maladies bénéficiant d'un **plan de lutte collectif** en cours ou à venir (IBR, mycoplasmosse, pestivirus BVD/MD/BD, paratuberculose)
- **Pathologies courantes** (chlamydophilose, FQ, SAO, lentivirus)
- **Zoonoses** (brucellose, FQ, toxoplasmose, ehrlichiose)
- **Maladies émergentes ou présentant un intérêt scientifique particulier** (FCO, néosporose Schmallenberg). Certaines de ces maladies sont étudiées dans le cadre de programmes de recherche et de surveillance globale de la faune sauvage.



RNCFS ORLU

Échantillonnage annuel

- **29** sérums d'isards capturés ou tués à la chasse (17 mâles et 11 femelles et 1 NI)
 - *2012* :
- **22** sérums d'isards capturés ou tués à la chasse (13 mâles et 9 femelles) ont été prélevés en 2013 et analysés et 2 cerfs (1 mâle et 1 femelle)
 - *2013* :
- **12** sérums d'isards capturés et **26** animaux tués à la chasse (dont 1 cerf)
 - *2014* :
- **9** sérums d'isards capturés (7 mâles et 2 femelles) et **21** isards tués à la chasse et 1 cerf
 - *2015* :
- **31** sérums d'isards capturés (20 mâles et 11 femelles) et **25** isards tués à la chasse (15 mâles et 10 femelles)
 - *2016* :
- **14** sérums d'isards capturés (6 mâles et 8 femelles) et **25** isards tués à la chasse (17 mâles et 8 femelles)
 - *2017* :

BILAN SEROTHEQUE ONCFS AU 13/08/2018

- 80°C

RESERVE	ESPECES	NBRE ANIMAUX	NBRE TUBES A	NBRE TUBES B	NBRE TUBES C	NBRE TUBES E	NBRE TUBES F	TOTAUX ALIQUOTS
BAUGES								
	CHAMOIS	951	939	712	377	168	124	2320
	MOUFLONS	157	154	110	48	30	15	357
	CHEVREUILS	57	56	17	2	27	13	115
	CERFS	3	2	1	0	1	1	5
CAROUX								
	MOUFLONS	1632	1619	1261	833	339	159	4211
BELLEDONNE								
	BOUQUETIENS	516	516	385	191	215	106	1413
BAZES								
	ISARDS	166	163	95	51	34	11	354
ORLU								
	ISARDS	542	535	300	163	48	15	1061
CORSE								
	MOUFLONS	41	41	25	25	0	0	91

NOMBRE TOTAL ALIQUOTS POUR ONCFS

9927

RNCFS ORLU

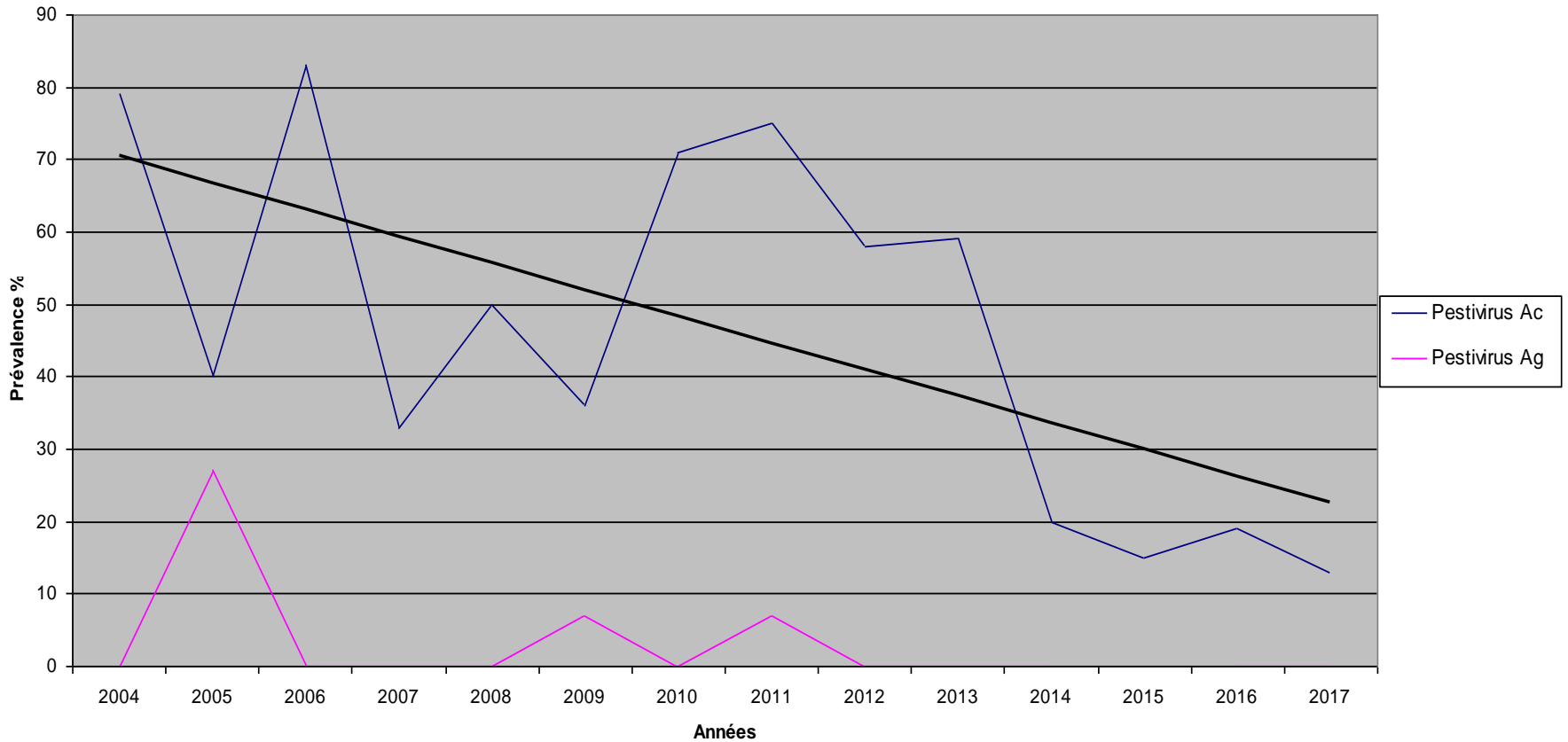
Prévalences %

ORLU isard	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Brucellose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FQ	0	0	0	0	14	14	36	13	3	0	0	7	0	13
Chlamydophilose	30	0	0	0	7	0	0	0	3	0	0	7	7	0
FCO						0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salmonellose	3	25	15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAEV	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pestivirus Ac	79	40	83	33	50	36	71	75	58	59	20	15	19	13
Pestivirus Ag	0	27	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0
Paratuberculose	0	33	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Toxoplasmose	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0
Ehrlichiose								25	22		6	0	27	26
Agalaxie								0		9	0		0	0
Neosporose												0	0	0

RNCFS ORLU

Résultats Pestivirus Ac et Ag de 2004 à 2017

Prévalence Pestivirus Orlu



Observations terrain

1990 : mortalité anormale par **strongylose pulmonaire** en août et septembre

1991 : **strongylose pulmonaire** en mai

1993 : **conjonctivite** en octobre

1995 : épizootie de **kérato-conjonctivite** d'octobre à décembre. Morbidité : 18%

2004 : 1^{er} cadavre **Pestivirus**

2010 : **kérato-conjonctivite**

2017 : **kérato-conjonctivite**



2004

AUTOPSIES et CONTRÔLE VENAISON



- Cadavres pour autopsie : trop rares
2 isards en 2016
2 isards en 2017 (accident capture)
- Animaux chassés : 25 rates récoltées/an.
Analyses PCR *Pestivirus* toutes négatives
depuis 2013.

Situation sanitaire animaux domestiques Orлу

enquête hiver 2000-2001 (J. REYNAL)



	Fièvre Q	Toxoplas mose	Chlamydo philose	SAO	Pestivirus
Ovins N =	2 % 514	14 % 1779	11 % 511	19 % 463	19 % 972
Bovins N =					51 % 118
Isards N =	6,7 % 266	0 %	17,7 % 266	10,4 % 268	59,0 % 276



**La RNCFS d'ORLU :
un territoire
exceptionnel pour les
études et la recherche !**

**ÉTUDE SÉROLOGIQUE DE MALADIES
ABORTIVES NON RÉGLEMENTÉES
CHEZ LES ISARDS ET LES OVINS
DE LA RÉSERVE DE CHASSE
ET DE FAUNE SAUVAGE D'ORLU (09)**

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2004
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Julie, Anna REYNAL
Née, le 25 octobre 1979 à BRIVE (Corrèze)

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Stéphane BERTAGNOLI

JURY

PRESIDENT :
M. Christophe PASQUIER

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
M. Stéphane BERTAGNOLI
M. Gilles MEYER

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Julie REYNAL, 2004
Maladies abortives

LE PESTIVIRUS DE L'ISARD, ETUDE EXPERIMENTALE DE L'INFECTION INTRA ET INTERSPECIFIQUE

Guillaume VAUTRAIN, 2007
Pestivirus

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2007
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Guillaume Jean Gérard André VAUTRAIN
Né le 05 juillet 1981 à CHERBOURG (Manche)

Directeur de thèse : M. le Professeur François SCHELCHER

JURY

PRESIDENT :
M. IZOPET

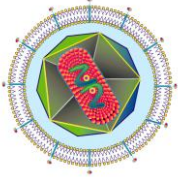
Professeur à l'hôpital Purpan de TOULOUSE

ASSESEUR :
M. François SCHELCHER
M. Gilles MEYER

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ETUDE EXPERIMENTALE DES *PESTIVIRUS* SUR L'ISARD

P. GIBERT (ONCFS), F. SCHELCHER (ENVT), G. VAUTRAIN (ENVT) 2005



Isard « COLLINE » née en 2003. Séro-négative

Saillie entre 30 nov. et 9 déc. 2004
(Durée gestation 160-170 j)

Inoculation intra-nasale + SC le 10 mars
2005 (J+97)

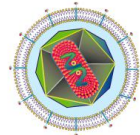
Séro-conversion

Naissance de « CHEWINGUM » le 18 mai
2005

**Mort du cabri le 10 août 2005
(fièvre+entérite) à 84j (IPI)**

INOCULATION EXPERIMENTALE D'UN *PESTIVIRUS ISARD A LA BREBIS DOMESTIQUE*

P. GIBERT (ONCFS), F. SCHELCHER (ENVT), G. VAUTRAIN (ENVT) **2006**



Inoculation de 4 brebis gestantes avec la souche isard-Ariège 2002 : **toute séroconversion après phase de leucopénie**

Présence de 2 brebis-contact : **aucune transmission**

N° d'ordre 124-2006

Année 2006

THESE
présentée

devant l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

pour l'obtention
du **DIPLÔME DE DOCTORAT**
(arrêté du 25 avril 2002)

Spécialité BIOMETRIE et EPIDEMIOLOGIE

présentée et soutenue publiquement le 11 juillet 2006

par

Mlle Maryline PIOZ

**CONSEQUENCES DU PARASITISME SUR LA DYNAMIQUE DES
POPULATIONS D'HOTES :**

**EXEMPLES D'AGENTS ABORTIFS DANS DES POPULATIONS DE
CHAMOIS (*Rupicapra rupicapra*) ET D'ISARDS (*Rupicapra pyrenaïca*)**

JURY : M. Marc ARTOIS, co-directeur de thèse
Mme Emmanuelle GILOT-FROMONT, directeur de thèse
Mme Anne LOISON
M. Daniel MAILLARD, rapporteur
M. Luca ROSSI, rapporteur
M. Pascal ROY, président

U.M.R. C.N.R.S. 5558, Biométrie-Génétique et Biologie des Populations
43, Bd du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex

Maryline PIOZ, 2006
Agents abortifs
et dynamique des populations



Transmission of a pestivirus infection in a population of Pyrenean chamois

Maryline Pioz^{a,f}, Anne Loison^a, Philippe Gibert^b, Dominique Dubray^c, Pierre Menaut^d, Bertrand Le Tallec^e, Marc Artois^f, Emmanuelle Gilot-Fromont^{a,*}

^a *Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive (UMR 5558), CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, 43 Boulevard 11 Nov 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France*

^b *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Unité Sanitaire de la Faune, 73250 St Pierre d'Albigny, France*

^c *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, CNERA Faune de Montagne, 95, Rue Pierre Flourens BP 4267, 34098 Montpellier Cedex 05, France*

^d *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Délégation Régionale Sud Ouest, Cellule Technique, 10 bis, Route d'Ax 31120 Portes sur Garonne, France*

^e *Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de la Savoie, 321, Chemin des Moulins, 73000 Chambéry, France*

^f *Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Unité Environnement et Prévision de la Santé des Populations, UMR CNRS 5525, 1 Avenue Bourgelat, 69280 Marcy l'Etoile, France*

Received 9 February 2006; received in revised form 4 September 2006; accepted 5 September 2006

Maryline PIOZ, 2007 Transmission *Pestivirus*

Abstract

Outbreaks of a previously unrecorded disease have recently affected Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*) populations across the mountain range. A pestivirus was hypothesized to be the cause of this emerging disease and this type of virus can cross the species barrier and be transmitted to or from wildlife. Using an epidemiological survey conducted from 1995 to 2004 at Orliu, France, we characterized the virus and analyzed its transmission. A phylogenetic analysis of viral sequences and virus neutralization tests showed that the virus belonged to the newly described border disease virus-4 group. The increase of seroprevalence with age indicated that infection can occur at any age and resulted in lifelong immunity. Overall, 70.3% of 323 samples were positive for anti-p80 antibodies and 10.2% of 167 samples showed viremia, as demonstrated by either positive ELISA antigen test or RT-PCR. Infection has thus been widespread in this population since 1995, whereas no mass mortality or clinical signs have been observed. Incidence and seroprevalence varied seasonally and according to number of individuals aged less than 2 years old in the population, so viral transmission was dependent on host population age structure. We propose that the virus is now endemic in this

* Corresponding author at: Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, UMR 5558, Bâtiment Mendel, Université Claude Bernard Lyon 1, 43 Boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France. Tel.: +33 4 72 44 80 18; fax: +33 4 72 43 13 88.
E-mail address: fromont@biomserv.univ-lyon1.fr (E. Gilot-Fromont).

Caractérisation du danger représenté par la souche ORLU de *Pestivirus* d'isard pour les brebis gestantes

Eric DUBOIS (ANSES), Emmanuelle GILOT FROMONT (VétAgro Sup) **2008**

Etude comparée, chez la brebis gestante, de la pathologie des souches de *Pestivirus* AV et Orлу

Avec souche Orлу, **6/6 avortements**

Avec souche AV, **2/5 avortements + naissance 4 IPI**

Les 4 témoins : **RAS**

Inoculation croisée : **protection contre la virémie**



Conclusions des expérimentations sur la pestivirus de l'isard

- Le *Pestivirus* « isard » peut infecter les isards et les ovins
- Le *Pestivirus* “ isard ” peut provoquer :
 - chez les isards: virémie, mortalité, avortement, naissance IPI
 - chez les brebis: avortement, mortalité
 - difficile de quantifier la durée de l'infection transitoire, la mortalité des infectés et des IPI, la transmission, le risque d'avortement
- Pas de transmission horizontale observée expérimentalement
- Protection croisée entre les souches AV et Orлу



Research article

Epidemiology of Pestivirus infection in wild ungulates of the French South Alps

Claire Martin^{a,1}, Carine Letellier^b, Brigitte Caij^b, Dominique Gauthier^c, Nicolas Jean^d, Anabita Shaffii^e, Claude Saegerman^{a,*}

^a Department of Infectious and Parasitic Diseases, Epidemiology and Risk Analysis Applied to Veterinary Sciences (UREAR), Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège, Boulevard de Colonster, 20, B42, B-4000 Liège, Belgium

^b Department of Virology, Veterinary and Agrochemical Research Centre (VAR-CODA-CERVA), Croeseleberg 93, B-1130 Brussels, Belgium

^c Laboratoire Départemental Vétérinaire et d'Hygiène Alimentaire des Hautes Alpes, rue des Silos 5, BP 63, F-05002 Gap Cedex, France

^d Fédération Départementale des Chasseurs des Hautes Alpes, route Sainte Marguerite 62, F-05000 Gap, France

^e Cyclotron Research Center, Sart Tilman, B30, B-4000 Liège, Belgium

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5 May 2009

Received in revised form 5 July 2010

Accepted 16 July 2010

Keywords:

Wild ruminants

Pestivirus

Epidemiology

Alps (France)

Inter-species transmission

Risk factors

ABSTRACT

Inter-species transmission is often incriminated in the epidemiology of Pestivirus diseases. The purpose of this study was to investigate the prevalence of Pestivirus in some mountain wild ungulates and to determine their role in Pestivirus transmission, as mountain pastures are a place where cohabitations between wild and domestic ungulates are particularly high. Between 2003 and 2007, a longitudinal epidemiological study was carried out on hunted ungulates in the French Hautes-Alpes department. Pestivirus-specific antibodies against p80 protein (also named NS3) common to all Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV) and Border Disease Virus (BDV) were found in 45.9% (95% confidence interval (CI95%): 40.5–51.3%) of the 343 tested chamois (*Rupicapra rupicapra*). In addition, mouflons (*Ovis gmelinii musimon*) were shown for the first time to be strongly infected (61.1%; CI95%: 38.6–83.6) by a Pestivirus. These serological ELISA results were confirmed by comparative virus neutralization tests, performed on seven Pestivirus strains by using 15 seropositive samples. The highest antibody titers were directed against 2 BDV strains (Av and 33s strains), rather than BDV-4, a strain responsible for Pyrenean-chamois epizooties. Virus neutralization tests confirm a BDV circulation in wild ungulates in the French South Alps. However, no Pestivirus RNA was detected by reverse-transcriptase polymerase chain reaction in serum and spleen samples from seronegative animals and no virus was isolated from those samples either. Efforts should be made to improve the protocol in order to be able to isolate and characterize the local strain. Finally, the oldness (age) and femaleness (gender) increase the risk of seroconversion in chamois.

© 2010 Elsevier B.V. All rights reserved.

Claire MARTIN
2011
Pestivirus



Experimental infection of pregnant Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica*) with Border Disease Virus subtype 4

Claire Martin^a, Véronique Duquesne^a, Jean-Michel Guibert^b, Coralie Pulido^a, Emmanuelle Gilot-Fromont^{a,c}, Philippe Gibert^a, Roser Velarde^d, Richard Thiéry^a, Ignasi Marco^e, Eric Dubois^a

^aUnité Pathologie des Ruminants, Anses, Laboratoire de Sophia-Antipolis, France
^bUniversité de Lyon : VetAgro Sup Campus Vétérinaire France
^cUniversité de Lyon : UMR 5555 Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, France
^dOffice National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Unité Sanitaire de la Faune, St Pierre d'Albigny, France
^eGenet d'Ecopathologie de Faune Sauvage, Facultat de Veterinaria, Barcelona, Spain

Background

> Border Disease Virus (BDV) has been shown to cause high mortality in Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica*) in the Pyrenean mountains.

> **Aim of the study:** To investigate the pathology induced by BDV in pregnant chamois through an experimental infection.

Material and Methods

> **Material** • Animals : - Inoculated group : 3 pregnant Pyrenean chamois
 - Control group: 1 pregnant Pyrenean chamois and 1 ewe
 • Strain: BDV type 4, CADI-6 strain (previously isolated from wild Pyrenean chamois)

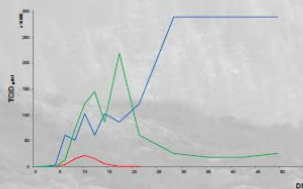
> **Methods** • Viremia : - Virus titration ⁽¹⁾
 - Quantitative real-time RT-PCR
 • Serology: Virus Neutralisation Test

Results

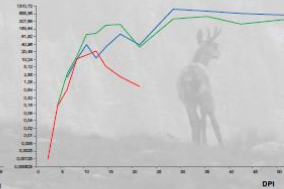
❖ Clinical signs and post-mortem results

	Inoculated group (n=3)			Control group (n=2)	
	A (Pyrenean chamois)	B (Pyrenean chamois)	C (Pyrenean chamois)	D (Pyrenean chamois)	E (sheep)
Main clinical signs	• Sudden death	• Profuse Diarrhoea (from 14 DPI to death) • Weight loss	• Abortion at 46 DPI • Weak	• No clinical sign	• No clinical sign
Date of death	24 Days Post Inoculation (DPI)	51 DPI	51 DPI (euthanasia)	63 DPI (euthanasia)	63 DPI (euthanasia)
Necropsy	• Good physiological status • Profuse diarrhea • Generalized lymphadenomegalia • Numerous petechial hemorrhages in the digestive tract • Pulmonary hemorrhages • Fetal mummification	• Good physiological status • Profuse diarrhea • Enteritis • Verminous pneumonia	• Cachectic • Moderate Verminous pneumonia • Pulmonary abscesses (cicatricial)	• Good physiological status • No lesion	• Good physiological status • No lesion
Histo-pathology	• Encephalon : moderate spongiosis • Lungs : Bacterial necrotizing pneumonia and fibrinous pleuritis	• Encephalon : moderate spongiosis, presence of few perivascular histiocytes	• Encephalon : moderate spongiosis, few perivascular histiocytes • Placenta : diffuse necrosis	• n.d.	• n.d.

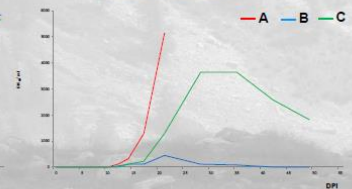
❖ Viremia: Virus titration



❖ Viremia: real-time RT-PCR



❖ Serology evolution



❖ Other important results

> Presence of viral RNA in all tested organs of adults (n=27) and fetus (n=14)
 > Presence of viral RNA in cotyledons of the aborted female

> Important excretion for rectal, vaginal and oral routes

Discussion and Perspectives

> Results in adequacy with a previous study carried out in non pregnant chamois, with the same experimental protocol⁽²⁾

> Long viremia associated with important excretions
 > Multi-systemic distribution of the virus

> Death caused by secondary infections
 > Abortion directly linked to the pestivirus infection

> Foetus infected => Viability of PI (Persistently Infected) animal ?
 => Role in natural transmissions ?

> BDV-4 infection in Pyrenean chamois led to abortion, fetus mummification and secondarily to animal death, which may explain the decrease of fertility and the decline of populations reported in natural areas. Long-lasting viremia and shedding of infectious virus by non-PI animal would be a factor of pestivirus persistence in chamois populations.

Acknowledgments:
 - Mr. Serge Mounard from the Parc Animalier des Pyrénées, Argelès-Gazost for providing the pregnant Pyrenean chamois
 - ONCFS French Wildlife and Hunting Agency officers Jean-Marc Cognasse and Joel Appolinaire for their help in handling chamois

References:
 (1) Martin C., et al. Experimental infection of pregnant Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica*) with Border Disease virus subtype 4. Accepted with minor modifications in J. Wildl. Dis.
 (2) Cabonnet C., et al. Experimental infection with chamois Border Disease Virus causes long-lasting viraemia and disease in Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica*). J. Gen. Virol., 2011, 92: 2484-2501.

Claire MARTIN, 2012
 EWDA
 Pestivirus

Etude expérimentale de la souche « Cadi 6 » sur 4 isards captifs

Claire MARTIN et al. 2013

- 3 femelles isard gestantes inoculées souche espagnole CADI-6 + 1 témoin isard + 1 témoin brebis :
- 3 infections, suivi de la virémie, de l'excrétion et du score clinique
- 1 mort subite à J24, 1 diarrhée puis mort à J51, 1 avortement à J46



UNIVERSITAT DE BARCELONA



anses
alimentation, environnement, travail



Modeling the seasonal spread of a pestivirus in a structured pyrenean chamois population



Beaunée G.^{1,*}, Gilot-Frontont E.², Garai M.³ and Ezanno P.¹

¹INRA, UR1213NIM, UR1213NIM-UMRI1213, 44307 Nantes, France; ²INRA, UR1213, 63122 St-Genès, France; ³ONIRIS, 42626, Gileze, France

1. Introduction

Recently, a pestivirus emerged in populations of Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*). The infection rapidly expanded across the Pyrenees, leading either to large epidemics with numerous deaths or to the persistence of infection over several years with a declining population dynamics. Our objective was to better understand the virus transmission and its impact on the population dynamics of Pyrenean chamois.

2. Material and methods

In the population of Orli (Ariège, France), monitored by the Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage since 1984, a decline in population size and the presence of the virus have been recorded since the start of the epidemiological survey in 1994.

The virus is transmitted horizontally and vertically (figure 1). Vertical transmission leads to abortion or to the birth of persistently infected (P) animals with a short life expectancy. Horizontal transmission involves a complex dynamics because of a seasonal contact pattern.



Figure 1: (a) Horizontal and (b) vertical transmission. In green: susceptible, yellow: transiently infected, blue: recovered and immune, purple: persistently infected, and red: sperm virus.

We developed an age-sex structured compartmental model accounting for seasonal population dynamics and contact pattern (figure 2).

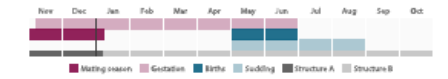


Figure 2: Seasonal pattern. Structure A: all animals together; Structure B: three distinct groups (young and breeding and old males and females).

In the model, for each age group (figure 3) and sex, the health states (figure 4) are repeated with some variations:

- only newborns and young can be protected by maternal immunity
- loss of immunity is possible only for the adult stage
- only the sub-adults and adults females can reproduce and carry a P foetus (R_p)



Figure 3: Age group and sex transitions.

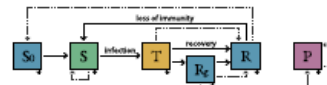


Figure 4: Conceptual model of pathogen spread. Orange: healthy and susceptible animals; blue: infected animals; purple: production of antibodies; black: serum; yellow: infection; red: provided by maternal immunity; green: susceptible; red: transiently infected; blue: related with a possibility of pregnancy; red: vertical transmission possible; red: related with a possibility of pregnancy; red: vertical transmission possible; red: related with a possibility of pregnancy.

Parameters were calibrated by integrating knowledge available. A sensitivity analysis identified the most uncertain parameters: rates of horizontal transmission from T and P animals, and disease-related mortality rate of T animals. These parameters were estimated based on available data on seroprevalence and demography using Approximate Bayesian Computation (ABC). The algorithm used was the ABC rejection sampler.



As the year of virus introduction was unknown, several options were tested from 1990 to 1998.

3. Results

Parameter values estimated were consistent with existing knowledge on the pestivirus in the pyrenean chamois. Year 1991 gave predictions the closest to observations (figure 5).

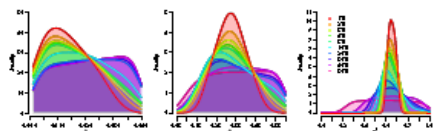


Figure 5: Distribution of probability density for different reproductive rates (R_0) and infection rates (β) for the disease-related mortality rate of T animals.

Simulations with the estimated parameter values produced predictions quantitatively and qualitatively more in accordance with observed data than preliminary simulations (figures 6-7). The variations in the seroprevalence had the same pattern of alternating seasons, between simulations and observations, with high values in spring and low in autumn.

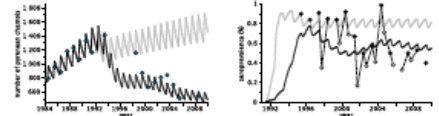


Figure 6: Population size over time. Blue: observed data, green: model prediction with parameter values before calibration, black: model prediction with calibrated parameter values.

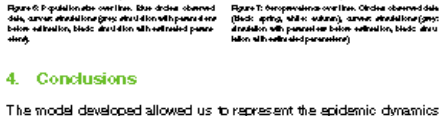


Figure 7: Seroprevalence over time. Orange: observed data, green: model prediction with parameter values before calibration, black: model prediction with calibrated parameter values.

4. Conclusions

The model developed allowed us to represent the epidemic dynamics correctly and to highlight the effect of seasonal demography on the prevalence. Our results confirm that the virus has a significant impact on the population dynamics, and that persistently infected animals play a major role. Wild species are known to be potential reservoir of diseases transmissible to human or domestic animals. Therefore, it is important to take better account of the mechanisms that influence transmission to implement effective control strategies.

References

- Vial, A., A. H. H. H., R. H., A. H. H. H., 116, 1-16 (2005). - J. M., M., A., J. J., H., H., H., 116, 1-16 (2005). - J. M., M., A., J. J., H., H., H., 116, 1-16 (2005). - J. M., M., A., J. J., H., H., H., 116, 1-16 (2005). - J. M., M., A., J. J., H., H., H., 116, 1-16 (2005).



Le pestivirus et les isards, une interaction durable

EMMANUELLE GILOT-FROMONT¹, KEVIN FOULCHÉ², YVETTE GAME³,
PAULINE EZANNO⁴, IGNASI MARCO⁵, PHILIPPE GIBERT⁶

¹ VetAgro-sup - Marcy l'Etoile ; UMR 5558 BE, Université Lyon 1 - Villeurbanne

² ONCFS, Délégation interrégionale Sud-Ouest - Toulouse

³ Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires de la Savoie - Chambéry

⁴ Inra, Ovis, UR1203 Université, UMR1300 Biologie, épérimétrie et

et analyses de risque en santé animale (BIA) - Nîmes

⁵ Servei d'Ecologia de Fauna Salvatge (SEFaS),

Departament de Medicina i Cirurgia Animals, Facultat

de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona -

08193 Bellaterra, Espagne

⁶ ONCFS, ONERA Faune de montagne - Lagnac

Contact : emmanuelle.gilotfromont@vetagro-sup.fr



© ONCFS/ONERA

▲ Troupe d'isards dans la RNCS d'Orlu.

Dans les années 1990, alors que les populations d'isards montraient un **forte croissance démographique**, étaient découverts les premiers individus porteurs d'anticorps contre le pestivirus. Au début des années 2000, la mise en évidence du virus lui-même coïncidait avec l'observation du **déclin de plusieurs populations**. Depuis, le pestivirus de l'isard a atteint de nombreux secteurs, où il peut causer des mortalités importantes comme passer inaperçu. Des recherches ont été menées de part et d'autre des Pyrénées pour comprendre ses modalités de transmission et évaluer son impact ; mais en dépit d'importantes avancées, aucune solution évidente ne s'impose en core pour l'éradiquer.

Une découverte progressive

Les premiers signes de la présence de pestivirus ont été détectés dès 1994, dans le cadre du suivi sanitaire des isards de la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage (RNCS) d'Orlu (Ariège). Il a ensuite été montré, par des études rétrospectives, que des isards en Catalogne portaient des anticorps depuis au moins 1990 (Marco et al., 2011).

En 1994, période de croissance démographique des populations d'isards, aucun signe clinique n'avait été observé. À partir de 2001, la situation a changé radicalement, avec

Emmanuelle GILOT-FROMONT, 2015
Bilan de la pestivirose à Orlu

Emmanuelle GILOT-FROMONT, 2018 Extinction du *Pestivirus* à Orlu

Self-clearance of Pestivirus in a Pyrenean Chamois (*Rupicapra pyrenaica*) Population

Emmanuelle Gilot-Fromont,^{1,2,7} Mathieu Garel,³ Philippe Gilbert,³ Sébastien Lambert,² Pierre Menaut,⁴ Brigitte Bonetti,⁵ Yvette Game,⁶ Gaël Reynaud,⁵ and Kévin Fouché⁶ ¹Université Lyon 1, Unité Mixte de Recherche du Centre National de la Recherche Scientifique 5558-Laboratoire de Biométrie et Biologie Évolutive, VetAgro Sup Université de Lyon, 1 Avenue Bourlès, 69280 Marcy L'Étoile, France; ²Université Lyon, Unité Mixte de Recherche du Centre National de la Recherche Scientifique 5558-Laboratoire de Biométrie et Biologie Évolutive, Bâtiment Mendel, Université Lyon 1, 43 Bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France; ³Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Unité Ongulés Sauvages, 5 allée de Bethléem, Z.I. Mayendin, 38810 Gières, France; ⁴Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Délégation Régionale Occitanie, Cellule Technique, 1 Route du Pugat, 09120 Crampagna, France; ⁵Laboratoire Départemental d'Analyses Vétérinaires de la Savoie, 321 Chemin des Moulins, 73000 Chambéry, France; ⁶Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Délégation Régionale Occitanie, Cellule Technique, Impasse de la Chapelle, 31800 Villeneuve de Rivière, France; ⁷Corresponding author (email: emmanuelle.gilotfromont@vetagro-sup.fr)

ABSTRACT: Understanding the dynamics of host-pathogen interaction is key to the management of epidemics. A pestivirus belonging to the border disease virus group 4 emerged around 2001 in Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica*) in Spain and France. The virus had significant demographic impact in some populations, but it was less harmful and more endemic in other places. The determinants of these local variations are still unclear. Here, we documented empirical evidence of self-clearance of the virus in a chamois population in France. This population has regularly been counted, and chamois were trapped and harvested each year, providing unique demographic and epidemiologic surveys of the population since 1954 and 1994, respectively. The virus was detected using direct (PCR) and indirect (antibody) testing. We showed that virus transmission declined in 2011–12 and likely ceased in 2013, leading to a decline in antibody prevalence since 2014. Self-clearance may be due to limited exchanges with other populations, decrease in population size after an epizootic, and herd immunity. The age structure of captured animals shifted to younger age classes after virus self-clearance, suggesting a return to a colonizing population structure. The possible consequences of virus re-entry are discussed. This observation suggests that pestivirus dynamics occurs at the scale of the metapopulation of Pyrenean chamois. Local self-clearance and re-emergence may help explain the variation of virus dynamics at the local scale.

Key words: Age structure, border disease virus, metapopulation, Orlu, *Rupicapra pyrenaica*.

Pestivirus emerged as a health issue in Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica*) in 2001, when massive mortality was observed in

Spain and France (Marco et al. 2009). However, retrospective studies using serology (Marco et al. 2011), phylogenetic reconstruction (Luzzago et al. 2017), or mathematical modeling (Beaunée et al. 2015) suggested that the virus entered the chamois populations between 1989 and 1991. Since then, the pestivirus, a unique clade originating from the ovine border disease virus group 4 (Luzzago et al. 2017), has been among the most damaging infectious diseases in Pyrenean chamois populations (Serrano et al. 2015).

Chamois form metapopulations consisting of sets of local populations bounded by the strong landscape structure of mountain areas and connected by dispersal of individuals (Loison et al. 1999). The virus emerged in the east central part of Pyrenees and spread westward (Luzzago et al. 2017). However, its transmission and impact were not homogeneous: although major outbreaks associated with strong population declines were observed in some areas, other populations were chronically infected, with little or no clinical expression or impact on population dynamics (Fernández-Sinera et al. 2012). Several explanations have been proposed, including virus properties, host genetic or immune status, or environmental determinants (Marco et al. 2015); however, their respective importance and the mechanisms explaining virus persistence have not yet been identified. Here, we provide the first empirical evidence of self-

Une bibliographie abondante ...

Voir les actes des rencontres du GEEFSM

... et des partenaires de qualité !





Merci de votre attention !

philippe.gibert@oncfs.gouv.fr