



HAL
open science

E Mufre di Corsica. Les Mouflons de Corse *Ovis gmelini musimon. var. corsicana*. 50 ans de travaux de recherches et d'actions de conservation

Pierre Benedetti, Frédéric Sanchis, Mathieu Garel, Elodie Portanier

► To cite this version:

Pierre Benedetti, Frédéric Sanchis, Mathieu Garel, Elodie Portanier. E Mufre di Corsica. Les Mouflons de Corse *Ovis gmelini musimon. var. corsicana*. 50 ans de travaux de recherches et d'actions de conservation. Office Français de la Biodiversité. 2024, pp.256. hal-04647794

HAL Id: hal-04647794

<https://hal.science/hal-04647794v1>

Submitted on 24 Jul 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



E Mufre di Corsica Les Mouflons de Corse

Ovis gmelini musimon var. corsicana

50 ans de travaux de recherches
et d'actions de conservation

Pierre Benedetti, Frédéric Sanchis,
Mathieu Garel et Élodie Portanier
Rédactrice : Marion Chalbos

Cet ouvrage poursuit la collection **Comprendre pour agir** qui accueille des ouvrages issus de travaux de recherche et d'expertise mis à la disposition des enseignants, formateurs, étudiants, scientifiques, ingénieurs et des gestionnaires concernés par la biodiversité. Il est présenté sur le portail technique de l'Office français de la biodiversité (<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1249>) et référencé dans le portail documentaire partenarial Eau & Biodiversité (www.documentation.eauetbiodiversite.fr).



E Mufre di Corsica Les Mouflons de Corse

Ovis gmelini musimon var. corsicana

50 ans de travaux de recherches
et d'actions de conservation



Cinto

Bavella

Pierre Benedetti, Frédéric Sanchis,
Mathieu Garel et Élodie Portanier
Rédactrice : Marion Chalbos



Préface



Gilles Simeoni
Presidente di u Consigliu esecutivu di Corsica
Président du Conseil exécutif de Corse
© Collectivité de Corse

« Sè tù vedi a muvra 'ne l'annu, serai priservatu d'ogni malannu »
(« si tu vois un mouflon pendant l'année, tu seras préservé de tout malheur »).

L'antique proverbe prouve combien le mouflon habite à la fois les montagnes insulaires et l'imaginaire des Corses ! "E Muvre di Corsica" est bien ce que l'on appelle une somme. Au sens littéral du terme, à partir d'une large bibliographie et d'un travail minutieux de recensement d'une "littérature grise" toujours menacée d'éparpillement et de disparition, les auteurs de cet ouvrage livrent la synthèse la plus dense de ce dernier demi-siècle, consacrée à un sujet, celui du mouflon en Corse, constitutif de notre patrimoine naturel. Ses origines, son évolution, ses territoires, ses singularités, sa génétique, ses écosystèmes y sont décrits avec rigueur et précision, à travers nombre de données scientifiquement étayées. Le chercheur y trouvera là évidemment matière essentielle et nourricière à son travail, mais plus largement tous ceux qui, curieux, ont à cœur de comprendre leur environnement, sa densité vitale, ses dynamiques, y puiseront une mine de connaissances et de renseignements. Dans cet ouvrage, édité par l'Office français de la biodiversité avec le concours de la Cullettività di Corsica, Petru Benedetti, Frédéric Sanchis, Mathieu Garel, Élodie Portanier accompagnés par la rédactrice Marion Chalbos, dressent le panorama exhaustif d'un animal emblématique de notre terre et désormais protégé.

Ce travail collectif a joué un rôle décisif dans le processus de reconnaissance de protection le plus élevé accordé à une espèce sauvage. Il a également permis la rédaction d'un plan national d'action indispensable à la sauvegarde de cette dernière.

La Collectivité de Corse, dans le cadre des compétences qui sont les siennes en matière de protection de la faune sauvage, est engagée avec détermination, en lien avec son Office de l'environnement et le Parc naturel régional de Corse, dans la mise en œuvre opérationnelle de ce plan, qui vise aussi à assurer la continuité historique de la présence d'un animal vivant dans l'île depuis des temps immémoriaux.

Les naturalistes contributeurs de ce livre nous invitent à remonter le fil du temps jusqu'au néolithique, 6 000 ans avant J.-C., une très lointaine histoire qui nous parle aussi de cette Corse d'avant l'Histoire.



Arpentant principalement la Vallée d'Ascu et les massifs de Bavella, les populations de mouflons d'aujourd'hui n'en demeurent pas moins fragiles, nonobstant le statut protecteur dont elles sont depuis récemment l'objet, confrontées au stress environnemental et à l'épreuve des tensions multiples qui pèsent sur la biodiversité dans son ensemble.

La démarche cartographique qui complète l'ouvrage offre aux responsables et aux gestionnaires d'espaces un éclairage indispensable à la prise de décisions.

Petru Benedetti, homme de terrain et de passion, naturaliste d'exception attaché tout autant à son pays qu'à la démarche scientifique, a pris une part décisive, au fil des décennies passées au contact de la montagne corse, dans ce patient labeur.

Nous invitent à suivre le mouflon, lui et ses co-auteurs nous invitent également à découvrir une île et son peuple dont il est sans doute, finalement, la figure allégorique et métaphorique :

*« Muvra corsa, cum'è ind'è fole
U to nome hè libertai
Muvra corsa, da l'altu sole,
Chi esempiu chè tù ci dai ! »*

« Mouflon de Corse, comme inscrit dans l'inconscient,
ton nom est liberté
Mouflon de Corse, d'au-delà des cieux,
quelle leçon tu nous donnes ! ».

(Ghjacomu Fusina ; Filippu Marfisi è Antone Ciosi)



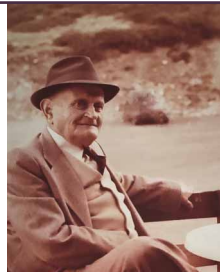
Avant-propos



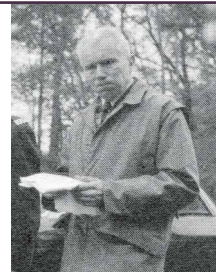
Joseph Vitti
Garde ONC
(1953-1986)



Pierre Pfeffer
Naturaliste
Directeur de recherche
au CNRS (en 1990)



Jean-Vitus Guerrini
Maire d'Asco
(1927-1977)



François Vidron
Conservateur des Eaux et Forêts
1899-1985

« Connaître pour mieux protéger »

Le Mouflon de Corse accompagne les hommes depuis que, de chasseurs-cueilleurs ils sont devenus éleveurs. Témoin de notre histoire, saurons-nous conserver ce trésor de biodiversité ?

Le Mouflon de Corse, animal emblématique de l'Île, tire ses origines des montagnes du Moyen-Orient. Importé par les éleveurs du néolithique, entre 6 500 et 8 000 ans BP*, son histoire évolutive et sa présence en Corse ont toujours été intimement liées à l'histoire des Hommes, jusqu'à l'effondrement des populations constaté à partir de 1920. La chasse intensive et la compétition interspécifique avec les troupeaux de petits ruminants domestiques, très nombreux à cette époque, ont bien failli faire disparaître l'espèce**.

Trois initiatives vont permettre d'éviter cette disparition. En 1950, à l'initiative de la Fédération départementale des chasseurs, que préside Antoine Cuttoli, avec le soutien de François Vidron, conservateur des Eaux et Forêts à Paris et secrétaire général du Conseil supérieur de la chasse, le projet de Réserve au cœur du massif de Bavella voit le jour. En 1953, le maire avant-gardiste d'Asco, Jean-Vitus Guerrini, propose avec succès à la fédération des chasseurs, de mettre en réserve 3 000 hectares de terrains communaux et d'en confier la surveillance à un jeune berger du village, Joseph Vitti, qui deviendra plus tard un agent de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS). La même année, l'état promulgue l'interdiction de la chasse du mouflon en Corse. Ces trois actions conjuguées, engagées à une époque où la prise de conscience écologique en est encore à ses balbutiements, vont permettre de sauver les Mouflons de Corse et jetteront les bases des actions de conservation et de développement, jusqu'à l'obtention, près de 70 ans plus tard, du statut d'espèce protégée.

Mais protéger sans connaître est une tâche souvent vaine. Aussi, à partir de 1962, le Dr Pierre Pfeffer du Muséum national d'histoire naturelle, soutenu par le président du Conseil général de Corse de l'époque, M. François Giacobbi, engage des travaux fondateurs de recherche sur l'écologie du Mouflon de Corse.

* BP : Before Present signifiant « avant le présent » est un terme utilisé pour désigner les âges exprimés en nombre d'années comptées vers le passé à partir de l'année 1950 du calendrier grégorien.

**Il est important de noter que, comme son nom scientifique l'indique, *Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*, le Mouflon de Corse est une variété de Mouflon asiatique (*Ovis gmelini*) et plus précisément de la sous-espèce qui regroupe les populations sardes et corses (*Ovis gmelini musimon*). Dans ce document, nous utiliserons néanmoins régulièrement le terme « espèce » pour le désigner afin de faciliter la lecture, bien que cela soit un raccourci « inexact » en termes de règles taxonomiques.



Par la suite et pendant plus de 50 ans, différentes études et programmes vont se succéder, portés par l'ONCFS puis l'Office français de la biodiversité (OFB), avec le soutien de l'ensemble des partenaires institutionnels.

Les résultats de tous ces travaux ont permis de faire évoluer le niveau de connaissance sur une espèce qui était considérée de façon péjorative comme « marronne ». Les travaux de recherche en génétique ont ainsi permis de préciser son histoire évolutive et son unicité en montrant que les populations naturelles de Mouflons de Corse constituent un patrimoine génétique unique, véritables reliques des premiers mouflons asiatiques introduits sur l'Île au néolithique.

Depuis près de 70 ans, scientifiques, institutionnels et gestionnaires ont œuvré à la préservation du Mouflon de Corse, au travers d'actions souvent méconnues du grand public et des professionnels.

L'objectif de cet ouvrage est de référencer et de présenter les différentes actions engagées sur le Mouflon de Corse, tant sur les aspects de techniques et recherches que sur les aspects de conservation. Dans la partie A, sont présentés les différentes études menées et protocoles mis en œuvre dans différentes thématiques de recherche, les résultats obtenus et les analyses associées. En partie B, sont détaillées les actions de conservation et de développement mises en place sur les deux populations naturelles de Corse.

L'harmonisation et la compilation des travaux réalisées par les auteurs permettront aux gestionnaires et aux partenaires institutionnels de disposer d'un outil précieux pour décider des futures actions à mener.





Ovis gmelini musimon
var. corsicana

Da Tony Casalonga, Di Fronte.
« *Allegoria di a salvezza.* »
L'omu fattu mufra. Di fronte à i periculi chi volenu
sunà a fine di l'ultimi testimonii.



Di Fronte, l'œuvre de Tony Casalonga.
« *Allégorie de la survie.* »
Représentation anthropomorphe qui exprime le passé et l'avenir de l'espèce
exposée à tous les dangers que pourrait engendrer sa disparition.

Résumé et mots-clés

A *mufra ùn porta tintenna.*

Le Mouflon est libre et sans attaches.

Le Mouflon, animal sauvage emblématique de la montagne corse, doit en partie sa survie au symbole de liberté qu'il véhicule dans l'imaginaire de ceux qui le chassaient (P. Benedetti, comm. pers.).

Cette position symbolique, acquise et renforcée au travers des études et des actions de conservation, lui a permis d'être reconnu à sa juste valeur en termes de biodiversité, en intégrant la liste des espèces protégées au niveau national le 1^{er} mars 2019.

Pourtant, les populations originelles de Corse sont restées pendant longtemps dans l'ombre, souffrant d'une réelle méconnaissance nationale et internationale.

Les travaux menés sur l'espèce depuis plus de 50 ans sont repris et synthétisés dans ce document unique, qui fait état de découvertes remarquables sur cet animal emblématique.

M ots-clés

Mouflon de Corse

Ovis gmelini musimon var. corsicana

études scientifiques

conservation

développement

populations relictuelles

Bavella

Cinto





Ovis gmelini musimon
var. corsicana

Sommaire

- 2 **P**réface
- 4 **A**vant-propos
- 7 **R**ésumé et mots clés
- 10 **I**ntroduction

Partie A

- 15 **ÉTUDES ET RECHERCHES**
- 16 **1** - Origines et génétique
- 32 **2** - Études démographiques
- 59 **3** - Aires de répartition
- 65 **4** - Sélection et utilisation de l'habitat
- 80 **5** - Régime alimentaire
- 88 **6** - Sanitaire
- 100 **7** - Biométrie

Partie B

- 111 **CONSERVATION ET DÉVELOPPEMENT**
- 112 **1** - Programmes de réintroduction
- 133 **2** - Espaces protégés et réseau Natura 2000
- 152 **3** - Évolution statutaire et menaces pour l'espèce
- 161 **4** - Actions de communication

- 173 **A**nnexes Partie A
- 209 **A**nnexes Partie B
- 226 **B**ibliographie



Introduction

Le Mouflon de Corse représente un symbole de liberté et de grands espaces parmi la faune sauvage insulaire.

Les toponymes y faisant référence, que l'on retrouve bien au-delà de la chaîne de montagnes centrale, laissent à penser qu'il était plus largement représenté sur l'île dans le passé (plus de 2 000 individus d'après Dunoyer de Noiremont, 1867-1868), sans que l'on connaisse avec précision sa distribution. Entre 1531 et 1960, les textes historiques, faisant référence à son histoire, relatent diverses interprétations quant à la répartition et au statut des populations insulaires (Dubray et Roux, 1985). Cependant dès 1820, l'espèce semble déjà cantonnée aux secteurs les plus montagneux de l'île (Dubray, 1984d, 1985c).

À partir de la fin du XIX^e siècle et début du XX^e siècle, il disparaît des massifs du Rotundu, du Monte d'Oru et du Renosu, suite à une chasse excessive. À cette époque, les Mouflons de Corse sont déjà scindés en deux populations, celle du massif du Cinto (nord) et celle du massif de Bavella (sud), deux aires de répartition encore disjointes de nos jours (Figure 1).

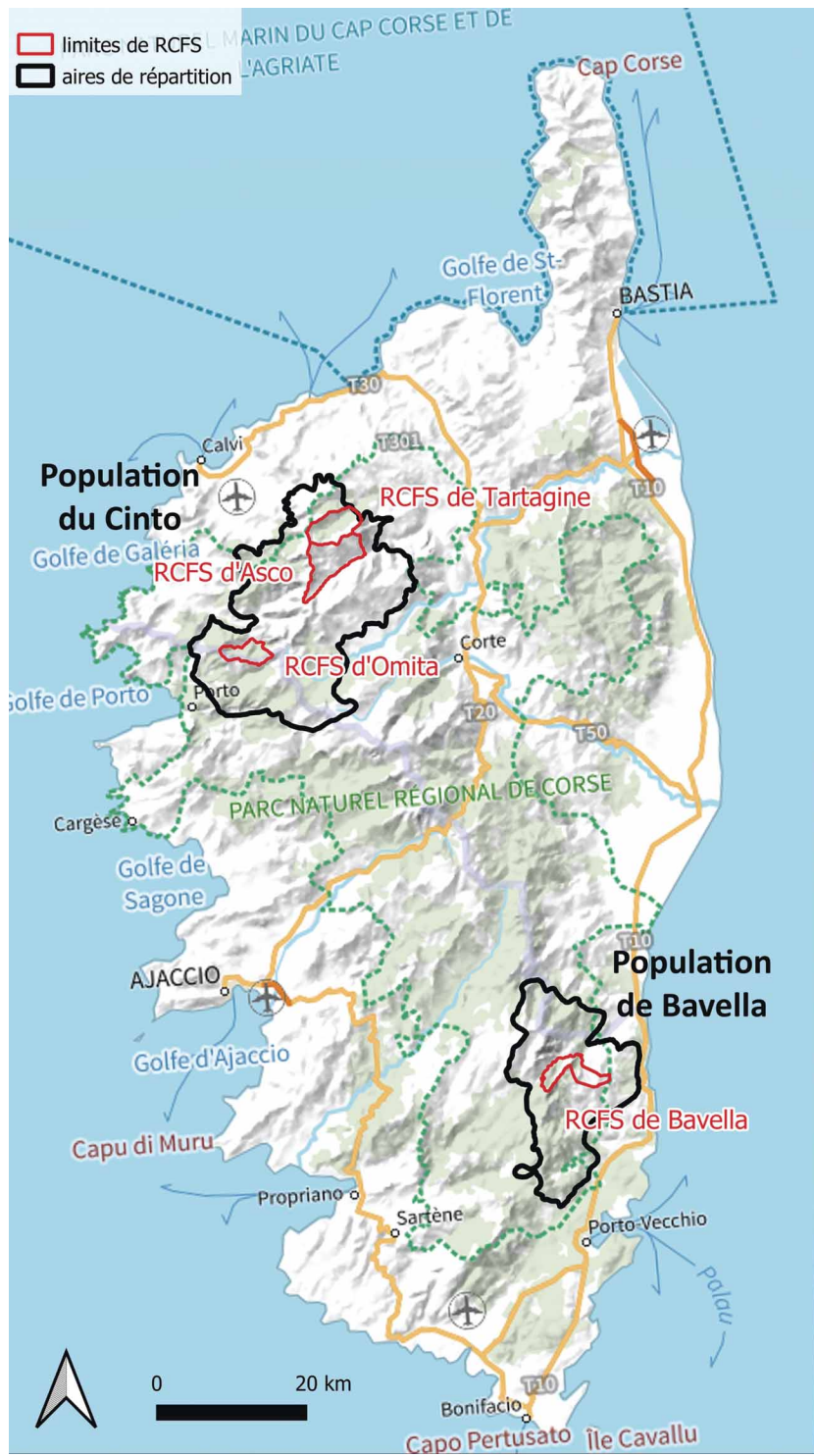
La création de Réserves de chasse et de faune sauvage (RCFS) au cœur de ces deux aires de répartition, dès les années 1950, empêche, à cette époque, l'extinction de l'espèce.

Malgré leurs singularités, les populations de Corse n'ont fait l'objet que tardivement d'une réelle politique de recherche. Suite aux travaux fondateurs du Dr. Pfeffer (1963 ; 1967), les premières études sur l'espèce n'ont été engagées qu'en 1977 par les services techniques de l'Office national de la chasse (Dubray, 1985d). Plusieurs programmes se sont succédé depuis, en partenariat avec les institutions de la Corse (Tableau 1), qui ont contribué à améliorer la connaissance sur l'espèce et œuvré à sa conservation. En 1994, un réseau d'acteurs se met en place avec la création du « Groupe grands ongulés » (GGO) rassemblant les institutions de la Corse et les services de l'État. Ce comité consultatif, constitué de l'Office français de la biodiversité (OFB), la Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement de Corse (DREAL), le Parc naturel régional de Corse (PNRC), l'Office national des forêts (ONF), les Fédérations départementales des chasseurs (FDC) de Haute-Corse et Corse-du-Sud et les laboratoires d'analyses vétérinaires (LDA 2B), est placé sous l'égide de l'Office de l'environnement de la Corse (OEC). Ce groupe, qui repose sur un partenariat à la fois financier et opérationnel, a permis de mettre en œuvre, dans une large concertation, les programmes de recherches et de développement sur l'espèce. Les résultats obtenus ont permis d'élever le niveau des connaissances sur l'origine, les caractéristiques génétiques de l'espèce et son écologie, faisant apparaître sa valeur unique en termes de biodiversité.

En dépit de ces avancées, le Mouflon de Corse avait disparu de la nomenclature en 2018, le nom même « Mouflon de Corse » n'apparaissait plus dans certaines taxonomies, traduisant une réelle méconnaissance de l'espèce de la part des instances nationales et internationales qui, il est vrai, ne disposaient pas de l'ensemble des études compilées dans cet ouvrage. Les résultats de ces études ont permis d'engager sa reconnaissance officielle et de faire évoluer son statut réglementaire à la hauteur de sa valeur patrimoniale, en l'inscrivant sur la liste nationale des espèces protégées en mars 2019 sous la dénomination d'*Ovis gmelini musimon var. corsicana*, telle que l'avait définie J.M. Cugnasse en 1994.

Près d'un siècle après son effondrement, et malgré les actions de conservation engagées, le Mouflon de Corse est toujours vulnérable aujourd'hui. La démographie observée au sein de la population de Bavella suscite même de nombreuses interrogations, notamment sur sa capacité à persister sur le long terme dans un contexte de changements globaux, de fragmentation des habitats et de développement d'activités humaines (élevage, activités de plein air...). Jusqu'à maintenant, les actions de recherches et de conservation étaient restées centrées sur l'espèce. Mais les effets du changement climatique et les pressions anthropiques que subissent les espaces naturels contraignent aujourd'hui les écologues à orienter leurs travaux vers une approche «écosystémique» qui impose la mise en place de nouveaux axes de recherches et de conservation. Ils seront désormais déployés à travers un Plan national d'action (PNA), à la demande du ministère de la Transition écologique (MTE), dont la rédaction a été engagée dès la fin 2021 par l'OFB, en collaboration avec les partenaires habituels (cités précédemment), sous l'égide de la DREAL Corse et de l'OEC.

Figure 1



Aires de répartition des populations de Mouflons de Corse et réserves de chasse et de faune sauvage de Corse incluses dans ces aires.



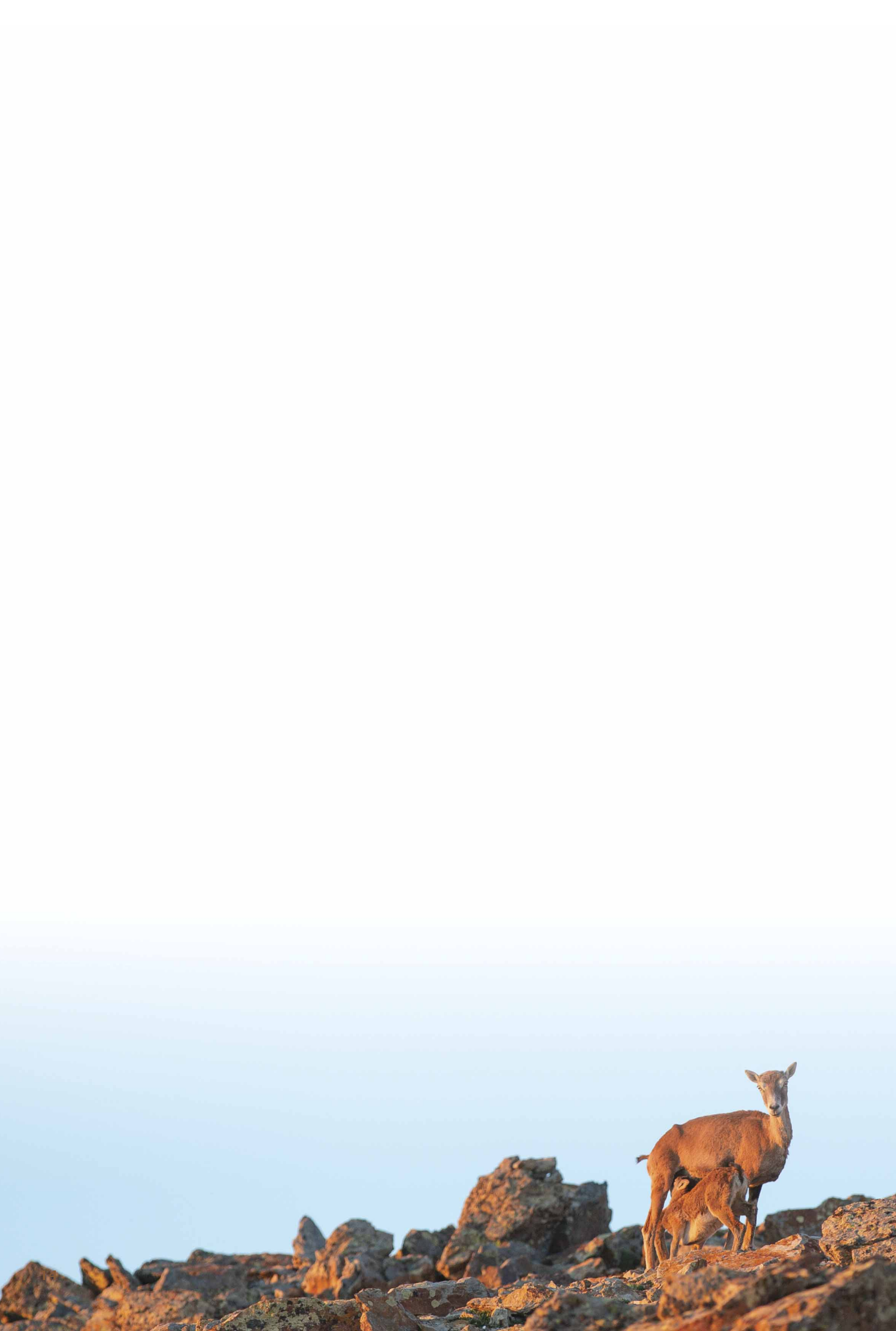
Présentation des programmes d'études et de leurs objectifs sur le Mouflon de Corse

Tableau 1

Intitulé	Année	Objectifs	Interlocuteurs	Source
Programme d'actions	1977	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration du statut juridique - Création d'un réseau de réserves approuvées - Renforcement de la garderie - Protection des populations d'origine - Campagne d'information 	responsables cynégétiques et les administrations concernées (ONCFS)*	Dubray, 1985d, 1995
Programme de captures en réserve de chasse d'Asco (population du Cinto)	1981	<ul style="list-style-type: none"> - Expérimentation de la capture par cages-pièges dans le cadre du projet de réintroduction sur 1 ou 2 sites-témoins de l'île - Analyses biométriques - Marquage des animaux par collier pour suivi des déplacements, de paramètres démographiques (longévité) et des relations interindividuelles - Initiations des gardes ONC insulaires à ces techniques 	ONCFS	Dubray, 1986a
Programme Life Nature « Conservation et extension des populations de mouflons corses en Corse » Projet LIFE03N AT/F/000099	2003 à 2007	<ul style="list-style-type: none"> - Conservation des populations - Captures - Projet de relâcher (création d'un nouveau noyau) - Sensibilisation du public 	PNRC (responsable du programme), INRAE, ONF, ONCFS, DDAF, DDSV, Conseils Généraux, Fédérations départementales des chasseurs, associations, communes	Rieu, 2007a et b
Programme de Recherche et de développement	2010 à 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Démographie (CMR) - Génétique et Origine - Sanitaire - Régime alimentaire - Sélection et utilisation de l'habitat 	ONCFS et OEC ; DREAL, PNRC, ONF, LDA 2B	Benedetti <i>et al.</i> , 2011, 2012, 2013, 2016a, 2019 ; Sanchis, 2018 ; Portanier <i>et al.</i> , 2022 ; Gareil <i>et al.</i> , 2022

* Depuis le 1^{er} janvier 2020, l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) est devenu l'Office français de la biodiversité.

Il faut préciser que tous les travaux scientifiquement validés avec un protocole et des résultats exploitables, y compris ceux des partenaires, sont présentés dans ce document de synthèse. Les travaux non agréés par la communauté scientifique, incomplets ou partiels, ne sont pas présentés, quel que soit l'opérateur.



A

ÉTUDES ET RECHERCHES



- 16 ■ 1 - Origines et génétique
- 32 ■ 2 - Études démographiques
- 59 ■ 3 - Aires de répartition
- 65 ■ 4 - Sélection et utilisation de l'habitat
- 80 ■ 5 - Régime alimentaire
- 88 ■ 6 - Sanitaire
- 100 ■ 7 - Biométrie



1 – Origines et génétique

Le bassin méditerranéen est un des plus importants réservoirs de biodiversité mais aussi un des plus menacés par le changement climatique et les activités anthropiques (Myers *et al.*, 2000 ; Giorgi, 2006 ; Ducrocq, 2016). Les mouflons (*Ovis gmelini* spp.) présents sur les îles méditerranéennes sont particulièrement sensibles à ces changements (Hadjisterkotis, 2001). Dans ce contexte, et pour orienter au mieux les politiques de conservation de ces populations, un effort particulier a été consacré à l'étude de leurs caractéristiques génétiques, que ce soit en termes de diversité, de différenciation ou encore en tentant de reconstituer leur histoire évolutive.

Les études génétiques ont par ailleurs une valeur inestimable pour apprécier le degré de divergence entre espèces ou populations et permettent d'établir des comparaisons à différentes échelles.

Dans ce premier chapitre, nous abordons ces thématiques à travers quatre grands points importants :

- l'origine du genre *Ovis* et des Mouflons de Corse ;
- la taxonomie du genre *Ovis* ;
- la structuration génétique au sein et entre les deux populations de Mouflons de Corse ;
- le bilan des études génétiques et les mesures de gestion.

Origine du genre *Ovis* : approche paléontologique et phylogéographique

Le genre *Ovis* regroupe l'ensemble des ovins sauvages (mouflons) et domestiques (moutons). Les mouflons sont des ongulés sauvages appartenant à l'ordre des cétartiodactyles (nombre pair de doigts porteurs). Ils sont caractérisés par la présence d'un pré-estomac compartimenté qui leur confère une aptitude à mastiquer les aliments régurgités et l'absence d'incisives à la mâchoire supérieure, ce qui les range dans le sous-ordre des ruminants. La présence de cornes persistantes chevillées sur un os frontal permet de les rattacher à la famille des bovidés.

Le plus vieux fossile qui puisse être rattaché au genre a été retrouvé en Chine (*Ovis shantungensis*) et serait daté d'un million d'années (Teilhard de Chardin et Piveteau, 1930). Au cours du Pléistocène, le genre *Ovis* a évolué à partir de cette région ancestrale, au travers d'événements de spéciation successifs (Figure 2), en s'étendant le long de deux grandes routes de migration : la première en direction de l'Asie du Nord-Est jusqu'à l'Amérique du Nord en passant par le détroit de Behring, la seconde en direction de l'Eurasie et jusqu'à l'Europe de l'Ouest (Rezaei *et al.*, 2010).

La plupart des classifications du genre *Ovis* distinguent aujourd'hui six espèces et trois grands types morphologiques (Rezaei *et al.*, 2010 ; Wilson et Mittermeier, 2009) :

- les Pachycériformes, regroupant les *Ovis* du continent Américain (*Ovis dalli* en Alaska, *Ovis canadensis* en Amérique du Nord) et d'Asie du Nord-Est (*Ovis nivicola*) ;
- les Argaliformes, avec les Argalis d'Asie centrale (*Ovis ammon*) ;
- les Moufloniformes, regroupant les Urials d'Asie du Sud-Ouest (*Ovis vignei*) et les mouflons d'Asie occidentale et d'Europe (*Ovis gmelinii* (dénomination originelle : deux i) ou *Ovis orientalis* selon les auteurs) qui sont les plus petits des *Ovis* sauvages.

Le Mouflon asiatique (*Ovis gmelini*) regroupe 6 sous-espèces :

- le Mouflon arménien (*Ovis gmelini gmelini*) ;
- le Mouflon anatolien (*Ovis gmelini anatolica*) ;
- le Mouflon

d'Ispahan (*Ovis gmelini isphahanica*) ; ■ le Mouflon laristan (*Ovis gmelini laristanica*) ; ■ le Mouflon de Chypre (*Ovis gmelini ophion*) ; ■ le Mouflon de Corse et de Sardaigne (*Ovis gmelini musimon*).

Les Mouflons d'Arménie et d'Anatolie sont considérés comme les ancêtres les plus probables de toutes les races de moutons domestiques (Nadler *et al.*, 1973 ; Bunch *et al.*, 1978 ; Hiendleder *et al.*, 2002 ; Bruford et Townsend, 2006 ; Demirci *et al.*, 2013 ; Garel *et al.*, 2022).

Les Mouflons de Corse sont rattachés au groupe des Moufloniformes (*Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*).

■ Les mouflons des îles méditerranéennes

Les mouflons présents actuellement en Europe continentale ne seraient pas les descendants directs des individus arrivés lors des premières vagues de migrations évoquées précédemment puisque le mouflon en Europe continentale semble s'être éteint au cours du Néolithique. En revanche, les populations de mouflons des îles de Chypre, de Corse et de Sardaigne (Chessa *et al.*, 2009 ; Rezaei *et al.*, 2010 ; Guerrini *et al.*, 2015 ; Sanna *et al.*, 2015 ; Mereu *et al.*, 2019) représentent les descendants de ces toutes premières migrations et figurent parmi les populations de mouflons historiquement préservées sur le plan génétique et morphologique. Ce sont en effet les premières sociétés agricoles qui ont permis sa recolonisation par le bassin méditerranéen (10 500 BP¹ pour Chypre et entre 6 500 BP et 8 000 BP pour Sardaigne et Corse ; Poplin, 1979 ; Vigne, 1992 ; Groves, 1989 ; Sanna *et al.*, 2015 ; Vigne *et al.*, 2012, 2014 ; Portanier *et al.*, 2022), arrivées progressivement avec leurs « moutons primitifs » sur ces îles. Le processus de domestication est en effet resté primitif chez ces individus (essentiellement gardiennage et protection contre les prédateurs naturels), sans sélection artificielle et modification volontaire des caractères originels. En retournant à l'état féral ou semi-féral sur des îles exemptes de prédateurs et/ou en occupant des habitats isolés, montagneux, ces animaux primitifs auraient échappé à des processus de domestication plus avancés pour reformer des populations sauvages (Garel *et al.*, 2022).

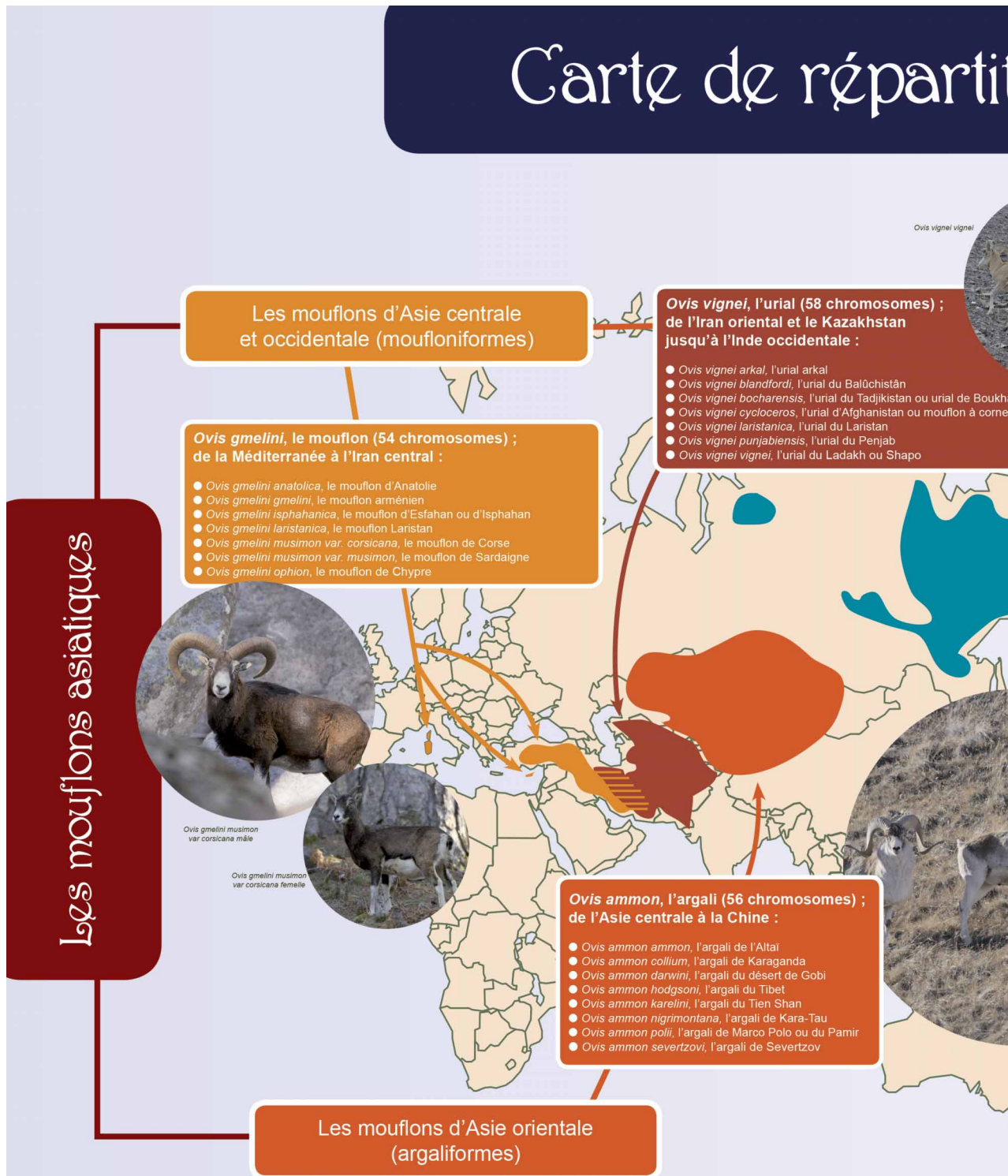
Les preuves archéologiques (Poplin, 1979 ; Vigne, 1992 ; Groves, 1989) et génétiques (Chessa *et al.*, 2009 ; Rezaei *et al.*, 2010 ; Demirci *et al.*, 2013 ; Guerrini *et al.*, 2015 ; Mereu *et al.*, 2019) aujourd'hui disponibles confirment d'ailleurs que ces populations de mouflons sont de véritables reliques des tous premiers mouflons asiatiques "pré-domestiqués" et réadaptées à la vie sauvage (Hiendleder *et al.*, 2002). Le séquençage d'un gène du génome mitochondrial des populations de mouflons en Corse (Portanier *et al.*, 2022) a montré que les haplotypes corses étaient phylogénétiquement très proches d'haplotypes kazakhs, iraniens et turcs. Ils présentent à ce titre une très forte proximité génétique et phénotypique avec les populations asiatiques originelles (Hiendleder *et al.*, 2002 ; Maudet et Dubray, 2002 ; Rezaei, 2007 ; Rezaei *et al.*, 2010 ; Groves et Grubb, 2011 ; Portanier *et al.*, 2022) et un pool de gènes à part qui justifient des mesures de conservation appropriées (Chessa *et al.*, 2009 ; Hadjisterkotis et Lovari, 2016 ; Mereu *et al.*, 2019 ; Portanier *et al.*, 2022 ; Garel *et al.*, 2022). Aussi, il a été mis en évidence que le Mouflon de Corse semble avoir été particulièrement préservé de l'introgession par les lignées domestiques (Barbato *et al.*, 2017) et pourrait donc constituer un patrimoine génétique unique, devenant l'une des reliques les mieux conservées des premiers mouflons asiatiques introduits dans le bassin méditerranéen.

■ Origine des mouflons continentaux

Les mouflons qui ont fait souche sur les grandes îles méditerranéennes sont quant à eux à l'origine de l'ensemble des populations présentes en Europe continentale (Uloth, 1972). En effet, à partir du 18^e siècle, des spécimens sont capturés en Corse et en Sardaigne pour être introduits sur le continent européen et dans d'autres régions du monde (Uloth, 1972 ; Bon *et al.*, 1991). Dans un premier temps, ces introductions ont eu des vocations cynégétiques, d'enrichissement de parcs zoologiques ou encore d'agrément. Par la suite elles serviront à la création de populations sauvages. Quel que soit l'objectif recherché, il est admis que ces mouflons introduits ont, à un moment ou à un autre, été en contact avec d'autres formes sauvages ou domestiques du genre *Ovis* et hybridés de façon volontaire (p. ex. sélection de trophées...) ou involontaire. À notre connaissance, il n'existe pas sur le continent de populations *in natura* ou en enclos, issues de ces réintroductions, pour lesquelles il puisse être établi avec certitude qu'il n'y ait pas eu d'hybridation.

1- BP : Before Present signifiant « avant le présent » est un terme utilisé pour désigner les âges exprimés en nombre d'années comptées vers le passé à partir de l'année 1950 du calendrier grégorien.

Carte de répartition



Classification adoptée en mai 2000 par l'IUCN/SSC-Caprinae Specialist Group pour le genre *Ovis* (espèces s et corroborée par les récentes avancées génétiques (Rezai, et al. 2010). Cette classification, notamment en s chromosomiques et génétiques. Mais aujourd'hui encore, il existe de nombreuses discussions entre scientifique

Cugnasse, J.-M. Révision taxinomique des mouflons des îles méditerranéennes *Mammalia*, 1994, 58, 507-512
 Rezai et al. Evolution and taxonomy of the wild species of the genus *Ovis* (*Mammalia, Artiodactyla, Bovidae*), *Molecular phylogen*

Conception : P. Benedetti - F. Sanchis - F. Cervetti • Expertise : Dr. Mathieu Gareil • Copyright 2022

Carte de répartition du genre *Ovis*. (M7creation - Bernard Martin).

Evolution du genre OVIS



Sauvages), complétée sur la base de Cugnasse (Cugnasse, 1994) sous-groupes, s'effectue à la fois sur des critères morphologiques, et sur les statuts taxonomiques des espèces et des sous-espèces.

Genetics and evolution, 2010, 54, 315-326

Taxonomie du genre *Ovis*

Cette partie est fortement inspirée du chapitre "Mouflon" du *Handbook of the Mammals of Europe* (Garel et al., 2022), qui traite du mouflon en général (*Ovis gmelini*, Blyth 1841). Le genre *Ovis* constitue l'un des genres de mammifères les plus complexes en raison de son évolution et de sa systématique. La taxonomie de ce groupe a fait l'objet de nombreuses révisions, reprises sur la base de différents critères (morphologiques, génétiques, biogéographiques ; Valdez, 1982 ; Festa-Bianchet, 2000 ; Hiendleder et al., 2002 ; Rezaei et al., 2010) notamment en raison des hybridations possibles entre formes sauvages et domestiques, favorisées par des processus anthropiques (domestication, migration, introduction).

La classification des mouflons actuellement présents dans les îles méditerranéennes (Chypre, Corse et Sardaigne) et introduits ensuite en Europe continentale, est probablement parmi les plus controversée (Pfeffer, 1967 ; Geist, 1971 ; Uloth, 1972 ; Nadler et al., 1973 ; Cugnasse, 1994 ; Hiendleder et al., 2002 ; Pascal et al., 2003 ; Gentry et al., 2004 ; Wilson et Reeder, 2005 ; Commission internationale de nomenclature zoologique ; Rezaei et al., 2010 ; Guerrini et al., 2015). Alors que certains auteurs ont considéré ces animaux comme appartenant à l'espèce *O. musimon* (Nadler et al., 1973), d'autres les ont considérés comme une sous-espèce, soit du mouton domestique *O. aries musimon/ophion* (Wilson et Reeder, 2005) en raison de la phase de « pré-domestication » qu'ils ont subie, soit du mouflon asiatique *O. gmelini musimon/ophion* (Cugnasse, 1994 ; Shackleton et IUCN/SSC Caprinae Specialist Group, 1997). C'est bien aujourd'hui cette dernière classification qui fait l'unanimité chez les spécialistes de l'espèce au regard des nombreuses preuves archéologiques et génétiques accumulées (voir Les mouflons des îles méditerranéennes). Dans cet ouvrage nous utiliserons donc la dénomination *Ovis gmelini musimon* pour les Mouflons de Corse et de Sardaigne (Hadjisterkotis et al., 2016 ; *gmelini* est écrit avec 2 i dans la monographie publiée par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) : Savouré-Soubelet et al., 2020 ; et dans le référentiel taxonomique national TAXREF). Le Mouflon de Chypre est quant à lui considéré comme une sous-espèce différente (*Ovis gmelini ophion* ; Hadjisterkotis et Lovari, 2016). Comme suggéré par Cugnasse (1994), nous ferons une différenciation variétale entre le Mouflon de Corse (var. *corsicana*) et de Sardaigne (var. *musimon*) pour rendre compte de la déconnexion démographique/géographique existante entre les populations des deux îles.

Les populations de mouflons corses doivent être distinguées des mouflons d'Europe continentale dénommés « mouflons méditerranéens » en raison des cas d'hybridation avec des *Ovis* sauvages ou domestiques déjà évoqués précédemment (Uloth, 1972 ; Cugnasse et al., 1998 ; voir Origine des mouflons continentaux). Ils seront désignés sous l'appellation *Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp. (Cugnasse, 1994).

Structuration génétique des populations de Mouflons de Corse

La structure génétique d'une population est déterminée par son histoire (Biebach et Keller, 2012 ; Kekkonen et Brommer, 2015) et les flux de gènes (Segelbacher et al., 2010 ; Říčanová et al., 2011), eux même impactés par différents facteurs tels que le paysage et les capacités de dispersion (Slatkin, 1987 ; Wilson et al., 2015). La compréhension de la structure génétique des populations et de leur histoire est cruciale lors de l'élaboration de mesures de conservation et de la planification de réintroductions (renforcement génétique), car elle permet d'éviter la perte d'adaptation locale (dépression hybride, Edmands, 2007), de favoriser une diversité génétique avantageuse (introduction d'allèles adaptatifs, Aitken et Whitlock, 2013 ; Portanier et al., 2019 ; hétérosis, Keller et al., 2014), et peut aider à réévaluer la systématique de l'espèce pour identifier des unités évolutives et/ou de gestions pertinentes à conserver.

Les connaissances en génétique des populations sur le Mouflon de Corse étaient limitées avant 2011. Les études engagées dans le cadre du programme régional de recherche et de développement sur l'espèce ont permis d'avancer sur de nombreux points :

- la diversité génétique des populations ;
- la différenciation génétique au sein et entre les deux populations de Mouflons de Corse ;
- la phylogéographie et l'histoire évolutive.

Afin de faciliter la compréhension des résultats qui suivent, quelques définitions des concepts abordés sont présentées ci-après.

■ Quelques définitions

Diversité génétique

Une population est constituée d'un ensemble d'individus et comporte donc une certaine diversité génétique. Elle peut être mesurée via le calcul du taux d'hétérozygotie (H_o) ainsi que la richesse allélique (A_r). Plus H_o et A_r sont importants, plus la diversité génétique est importante. Une plus grande diversité génétique confère un potentiel adaptatif des populations plus important (Frankham *et al.* 2004) et donc une meilleure capacité des espèces à faire face aux changements ou menaces (prédation, pathogènes, changements environnementaux Lande, 1998 ; Hedrick, 2011). Une grande diversité génétique est donc considéré comme une caractéristique avantageuse. Les populations de faible taille et de faible diversité génétique peuvent souffrir de dépression de consanguinité (c'est-à-dire de perte d'aptitude individuelle due à la consanguinité, Coltman *et al.*, 1999, Keller et Waller, 2002, Taylor *et al.*, 2017), avec des conséquences possibles sur la dynamique et la persistance des populations (Bozzuto *et al.*, 2019).

Plusieurs facteurs peuvent agir sur les fréquences alléliques et la diversité génétique dans une population, notamment les 4 grandes forces évolutives (voir Portanier, 2018 pour plus de détails) mais ce sont les flux de gènes et la mutation qui représentent les 2 forces susceptibles d'augmenter la diversité génétique dans une population.

Différenciation génétique au sein (intra-) et entre (inter-) les deux populations

La différenciation génétique représente l'hétérogénéité des fréquences alléliques entre groupes d'individus. Les fréquences alléliques vont être plus ou moins homogènes en fonction de différents processus qui peuvent impacter les populations. L'un de ces processus peut-être la sélection naturelle. Lorsque deux populations vivent dans des environnements contrastés, des allèles différents pourront être sélectionnés dans les deux populations (par exemple, certains allèles peuvent être avantageux dans certaines conditions environnementales mais désavantageux dans d'autres, on parle alors d'adaptations locales ; Williams, 1966). Cela causera une divergence des fréquences alléliques, même si le matériel génétique initial était commun : c'est ce que l'on appelle la différenciation génétique qui peut être estimée à l'aide d'un indice (F_{st}).

La divergence des fréquences alléliques peut également résulter d'une diminution des flux de gènes existants entre les groupes d'individus. Cette diminution des flux de gènes peut, par exemple, être causée par un isolement géographique. En effet, les individus ne se répartissent pas aléatoirement dans l'espace, du fait par exemple de contraintes géographiques, environnementales ou comportementales, et les populations peuvent se scinder en groupes distincts (Slatkin, 1987). Les individus d'un même groupe ont alors plus de chances de se reproduire entre eux qu'avec d'autres individus, ce qui conduit à la création de sous-populations et à l'apparition d'une structuration génétique spatiale.

La différenciation génétique peut être étudiée à l'échelle interpopulationnelle, ici par exemple, entre la population du Cinto et celle de Bavella pour lesquelles la distance géographique a entraîné une absence de flux de gènes au vu des capacités de déplacement de l'espèce (Marchand *et al.*, 2017). Mais elle peut également être étudiée à l'échelle intrapopulationnelle ; même si d'apparence on semble être en présence d'une seule population, des mécanismes peuvent favoriser des appariements entre certains individus et défavoriser des appariements avec d'autres. Il peut exister alors différents groupes d'individus entre lesquels les flux de gènes pourraient être réduits (p. ex. faible capacité de dispersion, ou barrière géographique). Ainsi, ils se reproduiront essentiellement avec d'autres individus vivant à proximité entraînant une différenciation génétique à l'échelle intrapopulationnelle. Celle-ci peut être étudiée grâce à diverses approches, telles que les analyses multivariées ou les méthodes de *clustering* (créations de groupes), appliquées aux fréquences alléliques. Cela permet de détecter si la diversité génétique est distribuée spatialement de manière homogène ou non (et donc, s'il y a une structure génétique spatiale).

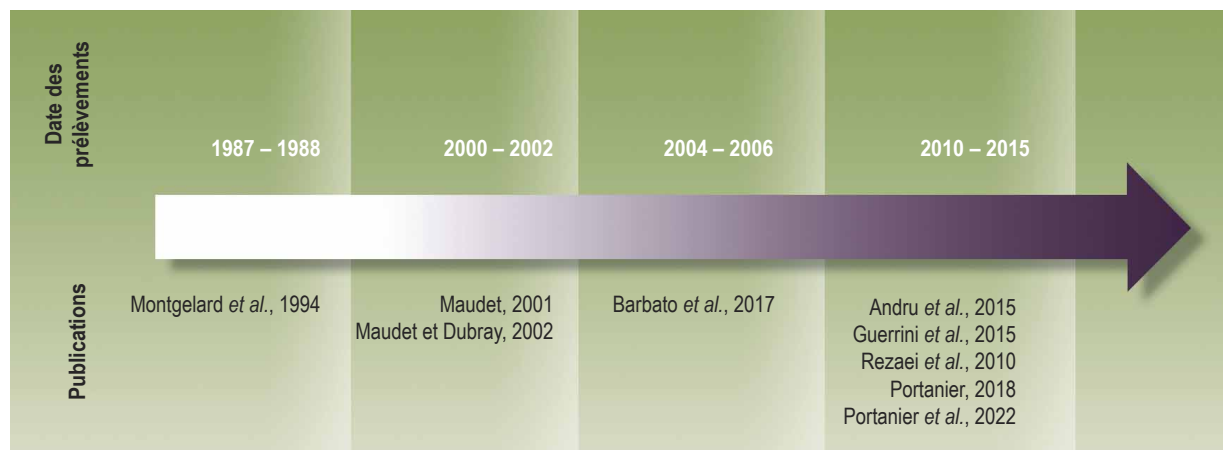
Une approche que l'on peut également utiliser à l'échelle intrapopulationnelle est la génétique du paysage. C'est une discipline à l'interface de l'écologie du paysage, de la génétique des populations et des statistiques spatiales (Manel *et al.*, 2003) qui repose sur le fait que la traversée de certains éléments paysagers induit des coûts en

termes d'énergie, mortalité ou encore de vigilance, pour les individus, favorisant ainsi l'existence de sous-populations. La génétique du paysage tient alors compte de la perméabilité des éléments du paysage et permet de déterminer si le paysage impacte les flux de gènes.

■ Matériels et méthodes

La frise ci-après (Figure 3) présente les différentes campagnes de prélèvement menées sur les populations de Mouflons de Corse par ordre chronologique et les différentes publications qui font références à ces prélèvements (pour plus de détails, annexe 1).

Figure 3



Présentation chronologique des campagnes de prélèvements et de leurs publications dans le cadre d'analyses génétiques des populations de Mouflons de Corse.

Certaines études génétiques menées à partir d'échantillons prélevés sur les Mouflons de Corse ont été réalisées dans un contexte géographique large (Montgelard *et al.*, 1994 ; Rezaei *et al.*, 2010 ; Guerrini *et al.*, 2015) et d'autres davantage ciblées sur la Corse (Maudet, 2001 ; Maudet et Dubray, 2002 ; Portanier, 2018 ; Portanier *et al.*, 2022). Parmi les différentes études génétiques n'intégrant que des échantillons de Corse, l'étude de Portanier *et al.* (2022) est la première à se concentrer sur l'histoire des deux populations corses. L'objectif de cette étude était de déterminer si les deux populations résultaient d'un ou de plusieurs événements d'introduction et si elles ont eu une origine commune ou non par le passé. L'étude visait également à évaluer si des flux de gènes récents ont eu lieu entre les deux populations.

■ Résultats et discussion

Dans cette partie, nous discuterons des résultats obtenus dans chacune des thématiques définies précédemment ; la diversité génétique des populations ; la différenciation génétique entre les deux populations (interpopulationnelle) ; la différenciation génétique au sein de chaque population (intrapopulationnelle) ; les études phylogéographiques.

Diversité génétique des deux populations

La diversité génétique observée dans les deux populations de Mouflons de Corse ($H_o = 0,42$ et $0,48$; $A_r = 3,00$ et $3,15$ pour Cinto et Bavella respectivement) est plus faible que celle observée dans les populations sardes et italiennes (continent) mais reste plus forte que celle de Chypre (Sardaigne et Italie, Guerrini *et al.*, 2015, Tableau 2).



Guerrini et al., 2015					
Populations	n	Na	Ar	Ho	He
Corse	19	8,50	8,18	0,59	0,79
Sardaigne	20	6,25	5,95	0,74	0,75
Italie	23	7,00	6,43	0,59	0,74
Chypre	63	3,00	2,35	0,31	0,32
Portanier et al., 2022					
Cinto	117	3	3,00	0,42	0,46
Bavella	59	3,25	3,15	0,48	0,49

Ces indices de diversité ont été calculés sur les 4 loci microsatellites communs entre Guerrini et al. (2015) et Portanier et al. (2022). n : taille de l'échantillon ; Na : nombre d'allèles ; Ar : richesse allélique ; Ho : hétérozygotie observée ; He : hétérozygotie attendue.

NB

Il est important de préciser que dans leur échantillon de Corse, Guerrini et al. (2015) ont groupé des individus du Cinto et de Bavella. Or la très forte différenciation génétique entre ces deux populations et la présence d'allèles privés rendent inadéquat ce groupement de « diversités génétiques différentes ». Ainsi les fortes valeurs obtenues par ces auteurs ne sont pas représentatives de la diversité génétique intra-populationnelle sur ce territoire.

Cette comparaison (Tableau 2) doit être considérée avec précaution car elle a nécessité de restreindre le calcul des indices de diversité sur les 4 seuls loci microsatellites communs entre l'étude de Guerrini et al. (2015) et celle de Portanier et al. (2022). Or, ces loci peuvent ne pas être représentatifs de la diversité génétique à l'échelle du génome entier.

Les populations ancestrales de mouflons semblent donc présenter des niveaux réduits de richesse allélique et d'hétérozygotie (les populations corses, Portanier, 2018 ; anatoliennes, Ozüt, 2001 et particulièrement chypriotes, Guerrini et al., 2015 ; Barbato et al., 2017). Dans certaines de ces populations, notamment pour la Corse, de forts goulets d'étranglement démographique ont été signalés (Pfeffer, 1967 ; Ozüt, 2001 ; Kaya et al., 2004). Ces réductions drastiques de l'effectif des populations pourraient expliquer la faible diversité génétique observée en lien notamment avec un processus de dérive génétique, d'autant plus important que l'effectif de la population est réduit. Ce phénomène peut avoir des conséquences dramatiques dans les petites populations qui voient alors leur probabilité d'extinction augmenter (Lande, 1994, 1998 ; Saccheri et al., 1998). Une des explications réside dans le fait que la dérive peut causer la perte d'allèles sélectivement avantageux (par exemple, dans un contexte sanitaire, la perte d'allèles de résistance face à un pathogène, Portanier et al., 2019) participant ainsi à la vulnérabilité des populations. Pour autant, de nombreuses populations de mouflons introduites à partir d'un petit nombre de fondateurs (Uloth, 1972, Giffin, 1979, Weller, 2001) se sont largement développées et ont atteint parfois des niveaux de diversité génétique bien plus important qu'attendu selon les modèles théoriques (Kaeuffer et al., 2007, Portanier et al., 2017 ; Portanier et al., 2022). Cette faible diversité génétique n'est donc pas nécessairement une menace en tant que telle pour le développement démographique de l'espèce. En revanche, l'introduction de matériel génétique domestique ou non indigène, proposé comme objectif de conservation par le passé pour favoriser le brassage génétique, pourrait constituer une réelle menace pouvant entraîner des modifications et des pertes d'adaptations locales (Burke et Arnold, 2001).

Différenciation génétique interpopulationnelle

Entre populations corses et populations des autres îles méditerranéennes

Plusieurs milliers d'années d'isolement ont entraîné des divergences aboutissant à des pools génétiques uniques dans chaque île (Sanna *et al.*, 2015, Mereu *et al.*, 2019 ; Garel *et al.*, 2022). Afin de resituer l'histoire génétique des populations de mouflons corses au sein du bassin méditerranéen, des prélèvements d'échantillons biologiques (poils et fèces) de Corse ont été intégrés à un programme d'études dont l'objectif était de préciser les relations génétiques entre le mouflon chypriote (la plus ancienne population insulaire) et les mouflons introduits 2 500 - 4 000 ans plus tard en Corse et en Sardaigne (Guerrini *et al.*, 2015).

Cette étude a montré que la différenciation génétique entre les 3 populations était très élevée (Tableau 3). Les populations chypriotes sont celles qui divergent le plus des autres ($F_{st} = 0,392$ entre Chypre et Corse ; $F_{st} = 0,465$ entre Chypre et Corse ; $F_{st} = 0,127$ entre Corse et Sardaigne). D'autres études confirment cet éloignement qui traduit une histoire évolutive distincte des mouflons introduits sur Chypre, justifiant une dénomination propre (*Ovis gmelini ophion* Chessa *et al.*, 2009 ; Sanna *et al.*, 2015 ; Hadjisterkotis et Lovari, 2016 ; Portanier *et al.*, 2022 ; Garel *et al.*, 2022).



Tableau 3 Valeur moyenne d'indice de différenciation (F_{st}) entre les populations de Mouflons de Corse, de Sardaigne et de Chypre (Guerrini *et al.*, 2015)

Indice de différenciation (F_{st})	Sardaigne	Chypre
Corse	0,127	0,392
Sardaigne	-	0,465

Entre populations corses et continentales françaises

Certaines populations françaises de mouflons présentes sur le continent partagent une histoire commune avec les populations de Corse puisque certaines populations continentales sont en partie issues des mouflons de la population de Bavella (Andru *et al.*, 2015 ; Uloth, 1972) :

- la population de l'enclos de Cadarache² (Bouches-du-Rhône) aurait été fondée entre 1935 et 1949 à partir de 3 agneaux (2 mâles et 1 femelle) issus de la population corse de Bavella (Dubray, 1988a). Une lettre du conservateur des Eaux et Forêts Paul Gouilly-Frossard datant de 1935, précise la mission de captures de mouflons (annexe 2).
- la population du Caroux-Espinouse a été fondée par des individus issus de Cadarache, Chambord et de Tchécoslovaquie entre 1956 et 1959 ;
- la population de Chambord (Loir-et-Cher) a été constituée en 1949, à partir d'individus provenant de différents sites (Corse, ménagerie du Jardin des Plantes de Paris, Réserve nationale de chasse et de faune sauvage des Bauges, parcs zoologiques de Vincennes et de Clères, Tchécoslovaquie (Dubray, 1988a ; Montgelard *et al.*, 1994 ; Corti *et al.*, 1994, 2013).

Une étude de Portanier (2018) a notamment tenté de mesurer la proximité génétique résiduelle entre les 2 populations corses et ces 3 populations continentales qui ont été directement fondées à partir d'animaux de Bavella ou à partir de descendants en partie originaire de cette population. Il en ressort une différenciation génétique très marquée quelle que soit la population considérée (Tableau 4). La population du Caroux-Espinouse est celle étant la moins différenciée de toutes les autres, ce qui peut être expliqué par son histoire d'introduction. Ainsi, malgré une origine partagée (Cadarache issue de Bavella, Chambord issue en partie de la Corse), différents processus ont pu contribuer à la forte différenciation génétique aujourd'hui observée entre les populations continentales et les populations corses : l'absence de flux de gènes entre populations sources et populations introduites depuis au moins 15 générations, la dérive génétique due au faible nombre d'individus fondateurs et l'introduction d'individus d'autres origines (p. ex. Tchécoslovaquie, Jardin des Plantes...).

2- En 1924, création d'un parc de repeuplement de 150 hectares pour le gibier et introduction de cerfs Sika offerts à la France par l'empereur du Japon, puis de mouflons corses en 1935. Les premiers individus de la population de mouflons devaient être offerts en cadeau au roi Alexandre Ier de Yougoslavie lors de sa visite en France en 1934, mais celui-ci fut assassiné après avoir débarqué à Marseille. En 1935, l'État a installé dans le château de Cadarache l'École nationale des garde-chasses sous l'impulsion du conservateur des Eaux et Forêts, Paul Gouilly-Frossard, alors directeur des chasses présidentielles.

Tableau

4

Valeurs des indices de fixation (F_{st}) par paires entre les populations de mouflons du Caroux-Espinouse, de Corse, de Chambord et de Cadarache - données mises à jour d'après Portanier (2018). Les valeurs en gras représentent les valeurs significativement différentes de zéro (p -value corrigée pour tests multiples à 5 % : 0,005).

	Chambord	Corse		Caroux-Espinouse
		Bavella	Cinto	
Cadarache	0,58	0,35	0,40	0,21
Chambord		0,37	0,32	0,24
Corse		Bavella	0,23	0,17
		Cinto	-	0,17

Entre les deux populations corses

En Corse, comme déjà évoqué, il y a deux populations de mouflons disjointes géographiquement (nord : Cinto ; sud : Bavella). Entre ces deux populations, on observe des différences phénotypiques notamment au niveau des cornes des mâles et des femelles (voir Chapitre 7 - Biométrie).

Une différenciation génétique très marquée a aussi été mise en évidence entre ces populations ($F_{st} = 0,11$ en 2001-2002 et $F_{st} = 0,23$ en 2020 ; Tableau 5). La différence des valeurs obtenues entre 2001 et 2020 ne traduit probablement pas une évolution de cette différenciation, mais pourrait plutôt résulter des différences de tailles des échantillons et du nombre de loci étudiés.

Tableau

5

Valeurs des indices de différenciation (F_{st}) obtenues dans le cadre des différentes études

Année	F_{st}	Nombre d'échantillons	Nombre de loci	Source
2001-2002	0,11	Cinto : 39	12	Maudet, 2001 ; Maudet et Dubray, 2002
		Bavella : 14		
2020	0,23 [0,13 ; 0,32]	Cinto : 117	16	Portanier <i>et al.</i> , 2022
		Bavella : 59		

Le séquençage de l'ADN mitochondrial (Portanier *et al.*, 2022) a confirmé cette très forte différenciation génétique entre les deux populations. En effet, une composition haplotypique différente a été observée entre Bavella et Cinto. Trois haplotypes différents ont été détectés en Corse (H2, H4 et H7) mais si dans la population de Cinto, H7 et H2 sont les plus représentés ($H4 < 7,5\%$), dans la population de Bavella, seul H4 est présent. H4 n'est d'ailleurs présent qu'en Corse, alors qu'H2 est également présent en Sardaigne et H7 en Sardaigne, en Iran et au Kazakhstan (Portanier *et al.*, 2022). Les nombreux allèles privés détectés sur les loci microsatellites (15 pour Bavella et 17 pour Cinto), renforcent aussi l'hypothèse de l'absence de flux de gènes depuis des centaines d'années entre les deux populations corses.

Ces conclusions soulèvent alors la question de l'histoire évolutive du Mouflon de Corse : les deux populations sont-elles issues d'un ou plusieurs événements d'introduction ?

La présence d'un haplotype commun (H4) entre les populations et les estimations de temps de divergence rendent difficile la conclusion quant à l'origine commune ou distincte des populations du Cinto et de Bavella. L'étude de Guerrini *et al.* (2015) avait néanmoins déjà révélé la présence d'haplotypes communs entre les deux populations suggérant une origine commune.

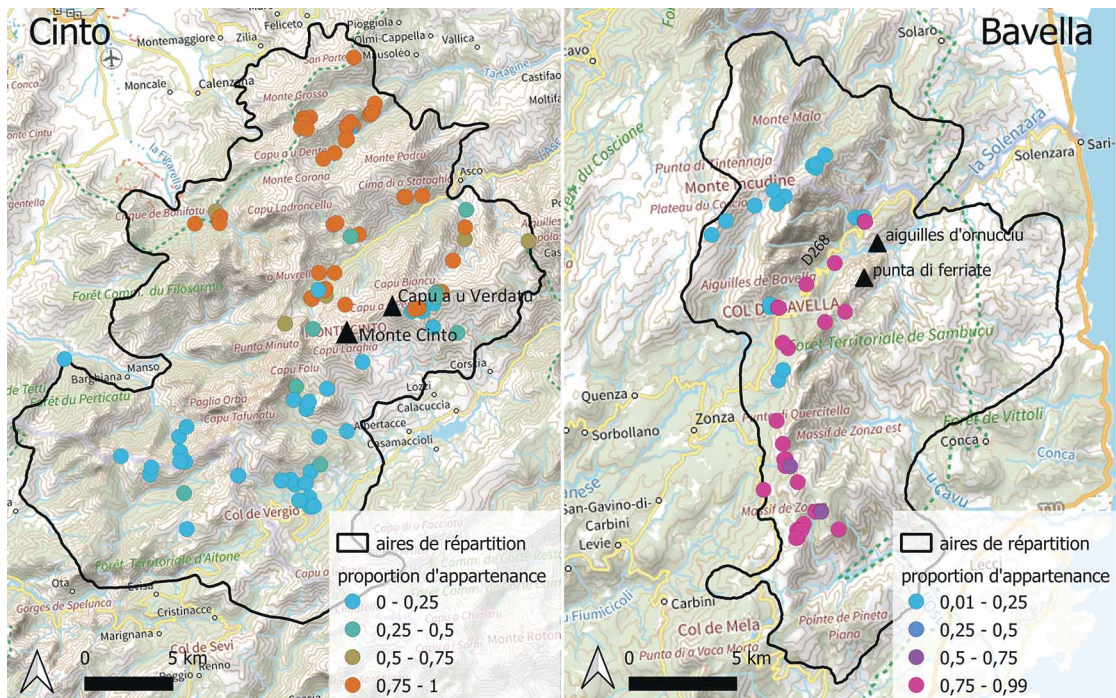
Les travaux de Portanier *et al.* (2022) évaluent la vraisemblance de plusieurs scénarios démographiques historiques. L'approche bayésienne³, mise en place par ces auteurs, semble indiquer également qu'une population ancestrale unique aurait été introduite et se serait par la suite divisée en deux dèmes distincts. Cette séparation semble avoir eu lieu il y a plusieurs centaines d'années, expliquant la forte différenciation génétique aujourd'hui observée entre Cinto et Bavella.

Différenciation génétique intrapopulationnelle et structuration spatiale

Les analyses de *clustering* génétique (DAPC⁴, Jombart *et al.*, 2010 ; et logiciel STRUCTURE⁵, Pritchard *et al.*, 2000) menées au sein des populations du Cinto et de Bavella ont révélé la présence de plusieurs sous-unités génétiques (Portanier, 2018 ; Portanier *et al.*, 2022).

Au sein de chaque population, deux groupes génétiques ont été mis en évidence, séparant les individus du nord et du sud de chaque zone d'étude (Figure 4). Les probabilités d'appartenance sont élevées dans chaque groupe génétique, révélant une forte différenciation génétique confirmée par les valeurs d'indice de différenciation ($F_{st} = 0,17$, avec 8 allèles privés à l'un ou l'autre des clusters au sein de la population de Bavella et $F_{st} = 0,14$, avec 3 allèles privés à l'un ou l'autre des clusters au sein de la population du Cinto). Les flux de gènes semblent donc très restreints entre les 2 sous-unités de chaque population (à titre de comparaison, au sein du massif du Caroux-Espinouse, la différenciation génétique est de 0,03 entre les différentes sous-populations identifiées ; Portanier *et al.*, 2017). Ils ne semblent cependant pas totalement inexistantes, notamment dans la population de Cinto, comme illustré par les individus ayant des proportions d'appartenances intermédiaires entre les deux groupes (Figure 4). À Bavella, la différenciation génétique est un peu plus forte (F_{st} plus élevé, très peu d'individus intermédiaires, Figure 4, Portanier *et al.*, 2022).

Figure 4



Distribution spatiale des proportions d'appartenance des animaux aux deux groupes génétiques identifiés dans chaque population.

▲ Sommets

Des approches tenant compte explicitement des localisations spatiales des échantillons ont également été appliquées. L'analyse spatiale en composantes principales (sPCA⁶) a confirmé une structure génétique nord-sud dans chacune des 2 populations (Portanier, 2018 ; Figure 5 et Figure 6, panels A). Ces résultats ont également été confirmés par l'application de la méthode de *clustering* Bayésien spatialisé implémentée dans le logiciel GENELAND (Guillot *et al.*, 2005a et b) puisque deux groupes nord-sud ont encore une fois été détectés dans la population de Bavella (Figure 5, B). Dans la population du Cinto, GENELAND⁷ reconstruit, au contraire des autres méthodes, trois groupes génétiques. On retrouve ainsi la distinction nord-sud mais un troisième groupe semble constitué d'individus présents à l'est du massif (Figure 6, B).

3 - La statistique bayésienne est fondée sur l'inférence bayésienne, où la probabilité exprime un degré de croyance en un événement. Le degré de croyance peut être basé sur des connaissances a priori, telles que les résultats d'expériences antérieures, ou sur des croyances personnelles concernant l'événement.

4 - Discriminant Analysis of Principal Component (DAPC) est une méthode multivariée conçue pour identifier et décrire des groupes d'individus génétiquement apparentés. Elle est implémentée dans le package adegenet, logiciel R.

5 - Approche bayésienne basée sur les hypothèses de l'équilibre d'Hardy-Weinberg et de l'équilibre de liaison.

Figure 5

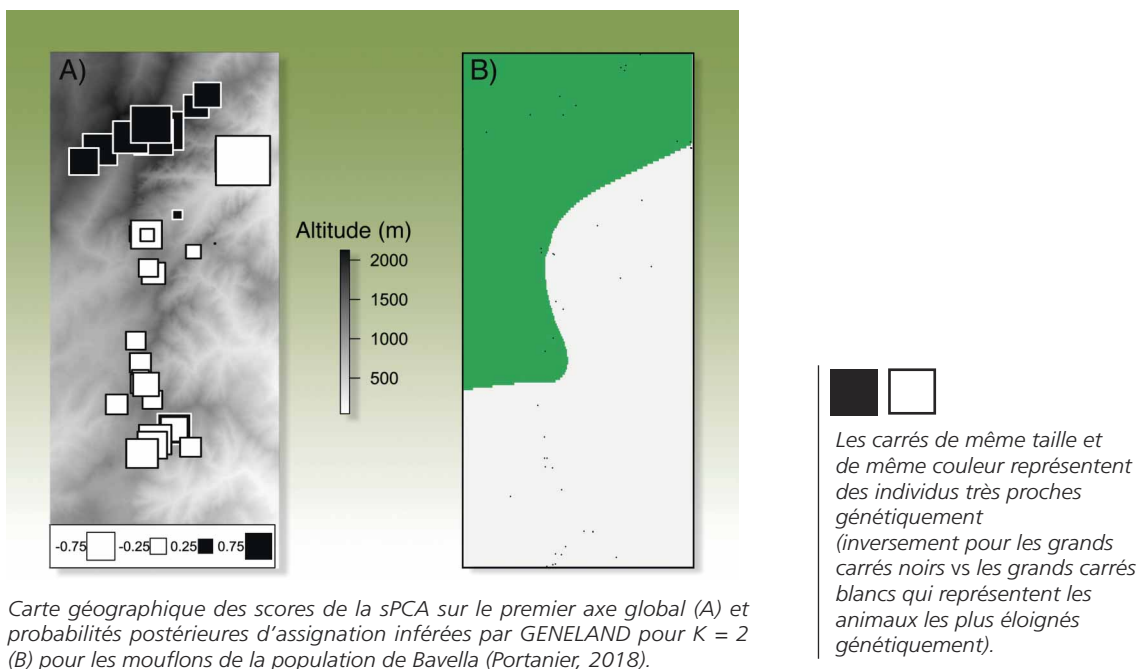
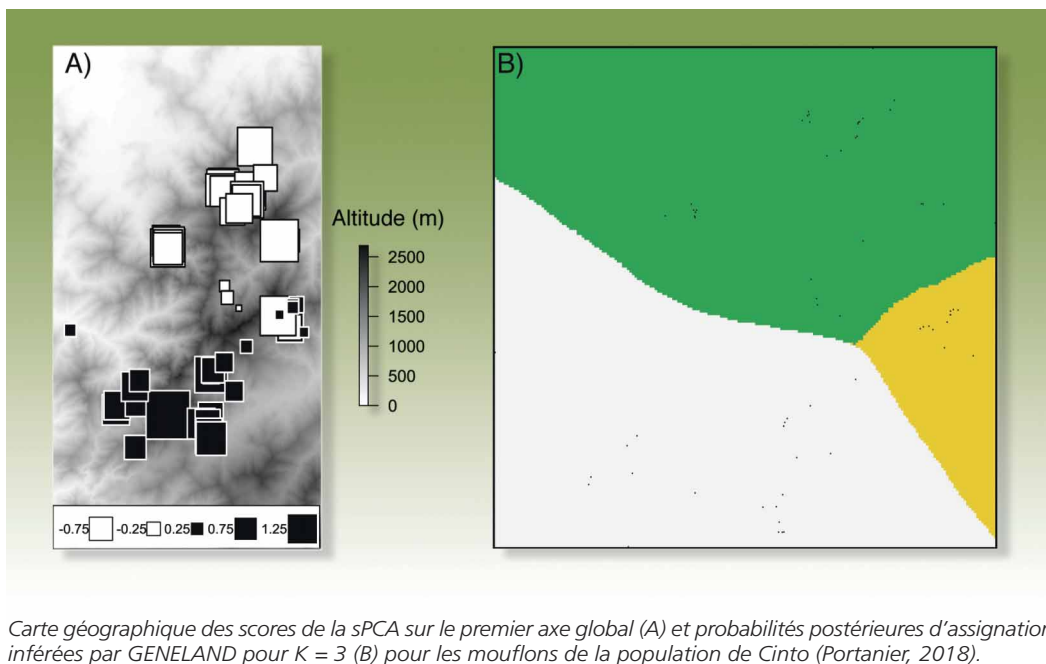


Figure 6



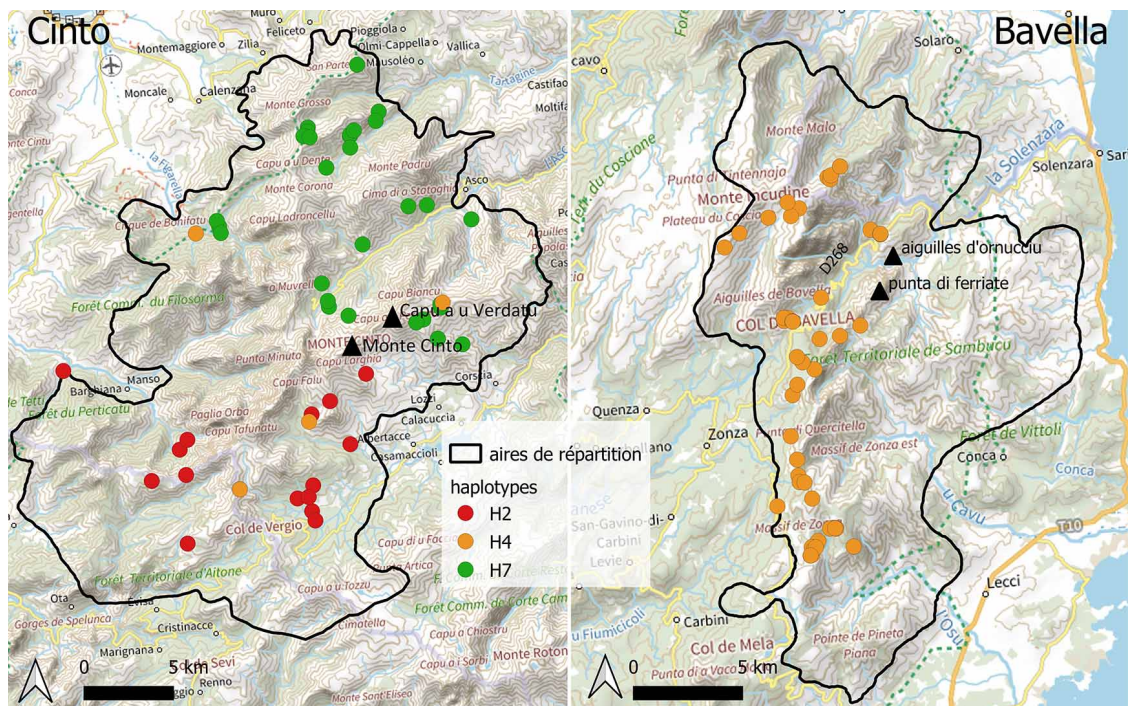
Ces différents résultats, obtenus sur les loci microsatellites, ont été confortés par la distribution spatiale des haplotypes mitochondriaux dans la population du Cinto (Portanier et al., 2022) (Figure 7).

Dans la population du Cinto, que l'on considère deux ou trois groupes génétique, les individus se répartiraient en fonction du relief. La chaîne montagneuse du Monte Cinto semble en effet séparer les 2 groupes principaux identifiés par toutes les méthodes employées, bien que quelques individus aient pu l'avoir traversée. Le troisième groupe créé par GENELAND est quant à lui séparé des autres par le Capu a u Verdatu culminant à 2 583 m (Figure 7).

6 - Spatial Principal Component Analysis (sPCA) est une méthode qui tient explicitement compte de la localisation spatiale des échantillons. Elle est disponible dans le package adegenet du logiciel R.

7 - Approche bayésienne basée sur les hypothèses de l'équilibre d'Hardy-Weinberg et de l'équilibre de liaison (comme pour Structure) qui prend, de plus, explicitement en compte la localisation spatiale des échantillons lors de l'inférence.

Figure 7



Répartition spatiale des haplotypes mitochondriaux dans les populations de mouflons du Cinto et de Bavella (Portanier et al., 2022).

▲ Sommets

Pour la population de Bavella, la limite de population dessinée par les différentes approches mises en application semble séparer les aiguilles de Bavella du secteur comprenant les aiguilles d’Urnuciu et la Punta di Ferriate, suivant la départementale 268 (Figure 7). Les structures linéaires ont chez les mouflons (et les ongulés en général) des effets sur les mouvements des individus (Marchand et al. 2017) et il est possible que ce type d’élément paysager ait pu contraindre les flux de gènes (Portanier et al., 2018).

Cette répartition spatiale pour les deux populations de Mouflons de Corse, peut être liée à plusieurs effets agissant en simultanément :

- l’histoire démographique ;
- la structure du paysage ;
- la distance géographique ;
- le sexe (ségrégrations comportementale et spatiale liées au sexe).

Histoire démographique

L’histoire démographique des populations peut être à l’origine des structures génétiques spatiales observées. En effet, s’il semble que les populations de Cinto et Bavella aient été formées suite à la constriction d’une population ancestrale plus importante, la même chose a pu se passer au sein de chaque massif. La perte d’habitat favorable ou la modification des habitats (p. ex. route départementale) a pu favoriser au sein de chaque population une diminution des flux de gènes entre le nord et le sud. La dérive génétique faisant ensuite diverger les fréquences alléliques.

Les effets du paysage

Certains types d’éléments paysagers (vallées/routes) jouent un rôle déterminant pour les flux de gènes dans les populations de mouflons (Marchand et al., 2017 ; Portanier et al., 2018) et d’Ovis sauvages en général (Epps et al., 2005, Creech et al., 2017). Les approches de génétique des populations présentées ci-dessus suggèrent que cela

puisse également être le cas chez le Mouflon de Corse (effet des chaînes de montagne au Cinto, de la route départementale à Bavella). Cependant, afin de confirmer cette hypothèse, la mise en place d'approches de génétique du paysage serait nécessaire. De telles approches ont été testées dans la population du Cinto (non présentées ici, voir Portanier, 2018) mais ne suffisent pas à conclure statistiquement à un réel effet du paysage probablement à cause d'une taille d'échantillon trop faible et/ou au fait que ces analyses ont été menées à l'échelle de la population entière alors qu'il aurait fallu les appliquer au sein de chaque groupe nord et sud évoqués précédemment. Ces approches n'ont pas été testées pour la population de Bavella par manque d'échantillons.

Les effets de la distance

L'isolement génétique par la distance signifie que plus la distance géographique augmente, plus la distance génétique augmente. Les individus se reproduisent alors davantage avec leurs voisins qu'avec des individus qui vivent loin. De plus, les jeunes mouflons peuvent rester vivre proche de là où ils sont nés, renforçant cet effet de la distance. Cet effet est entre autres lié aux capacités de dispersion, mais il est également très corrélé à l'effet paysage décrit précédemment puisque dans le parcours de la distance, les animaux sont davantage susceptibles d'être confrontés à des structures paysagères qui peuvent représenter des obstacles. Ainsi, bien que Portanier (2018) ait mis en évidence un effet de la distance géographique sur les flux de gènes dans la population du Cinto (visible également sur la Figure 4 page 24), celui-ci n'a pas pu être distingué de celui du paysage et de plus amples investigations seront nécessaires.

Ségrégation spatiale liée au sexe

Une structure génétique marquée liée au sexe peut être observée chez le Mouflon (en Sardaigne, Satta *et al.*, 2016 ; à Chypre, Barbanera *et al.*, 2012 ; chez le mouflon méditerranéen, Portanier *et al.*, 2017, 2018) en raison de l'utilisation de l'espace différente entre mâles et femelles (Marchand *et al.*, 2015a,b, 2017) et d'une forte ségrégation spatiale (Bourgoin *et al.*, 2018) réduisant ainsi le flux de gènes.

En ce qui concerne la Corse, il n'a pas été observé de structuration génétique différente entre mâles et femelles dans les populations du Cinto et de Bavella (Portanier, 2018). Ces résultats pourraient s'expliquer par l'échelle spatiale qui pourrait ne pas être adaptée pour détecter ces différences de structure. En effet, l'importante différenciation génétique existant entre les groupes génétiques nord et sud peut masquer des structures plus fines qui pourraient exister au sein de chaque groupe.

Bilan des études génétiques et implications en matière de gestion

Au sein du genre *Ovis*, les populations de mouflons des îles méditerranéennes (Chypre, Corse et Sardaigne) introduites au Néolithique, à partir des premiers mouflons asiatiques (Poplin, 1979, Vigne, 1988 ; Helmer, 1992 ; Zeder, 2008), ont conservé de nombreux gènes communs avec ces derniers. Les deux populations de Corse seraient d'ailleurs, avec certaines populations sardes, parmi les reliques les mieux conservées des premiers mouflons asiatiques introduits dans le bassin méditerranéen (avec peu/pas d'introggression, notamment de souches domestiques ; Barbato *et al.*, 2017).

Les premières études génétiques portant sur le Mouflon de Corse ont débuté en 1994 (Montgelard *et al.*, 1994). En 2001, l'objectif s'est porté sur l'évaluation du niveau de différenciation génétique entre les deux populations du Cinto et de Bavella (Maudet, 2001 ; Maudet et Dubray, 2002). Par la suite, différentes études ont intégré des échantillons provenant de Corse (par exemple 2 échantillons dans Rezaei *et al.* 2010, 19 dans Guerrini *et al.*, 2015), mais les populations corses n'étaient pas l'objet principal de l'étude et les conclusions biologiques ont été limitées à leur égard.

Les travaux engagés à partir de 2018 (Portanier, 2018, Portanier *et al.*, 2022) ont été les premiers à se concentrer sur la structuration génétique des deux populations corses et sur leur histoire évolutive. Ils ont permis d'apporter des réponses claires sur différents points :

- une diversité génétique faible au sein des populations corses ($H_o = 0,42$ et $0,48$; $A_r = 3,00$ et $3,15$ pour Cinto et Bavella respectivement ; Portanier *et al.*, 2022) ;

- une différenciation génétique forte entre les deux populations corses ($F_{st} = 0,23$; Portanier *et al.*, 2022) ayant pour origine une introduction unique dont sont issus deux dèmes qui ont évolué séparément depuis plusieurs centaines d'années ;
- une structuration spatiale forte en 2 sous-groupes selon une répartition nord-sud, au sein même de chaque population.

Ces connaissances soulèvent des perspectives d'études avec deux objectifs principaux :

- continuer de préciser la place du Mouflon de Corse dans la phylogénie des *Ovis* sauvages et domestiques (notamment en améliorant la datation des événements qui ont marqué l'histoire évolutive de l'espèce) ;
- établir des stratégies de conservation des deux populations de Mouflons de Corse.

L'étude de Portanier *et al.* (2022), a permis de recueillir de nouvelles informations sur l'histoire évolutive du Mouflon de Corse mais des questions restent néanmoins ouvertes. Son rôle précis dans la recolonisation de l'Europe continentale n'est pas encore totalement compris (Mereu *et al.*, 2019) et le **séquençage de son mitogénome complet** (comme cela a été fait pour le Mouflon de Chypre et de Sardaigne ; Sanna *et al.*, 2015, Mereu *et al.*, 2019) serait la prochaine étape pour répondre à cette question. Ce séquençage permettrait également d'évaluer plus précisément les relations phylogénétiques du Mouflon de Corse avec les lignées domestiques. Si la domestication des moutons a commencé il y a 11 000 ans, des temps de divergences jusqu'à 110 000 à 171 000 ans ont été reportés entre les haplotypes des moutons domestiques et des mouflons sardes et chypriotes (Sanna *et al.*, 2015 ; Mereu *et al.*, 2019). On sait ainsi que ces populations ne doivent pas être considérées comme des descendants du mouton domestique mais comme des individus sauvages ayant évolués à part. Étant donné l'histoire commune qu'il semble exister entre le mouflon sarde et le mouflon corse, la même chose peut être attendue pour le Mouflon de Corse. Cela permettrait ainsi de mettre fin aux débats de nomenclatures dans la phylogénie des *Ovis* et d'asseoir l'appellation *Ovis gmelini musimon* pour le mouflon Corse. Il est en effet regrettable de constater qu'aujourd'hui encore, suite aux recommandations de la Commission internationale de nomenclature zoologique (voir aussi Wilson et Reeder, 2005, les conventions de Washington et de Berne), le Mouflon de Corse (et plus généralement de Méditerranée occidentale) est considéré par plusieurs auteurs comme une sous-espèce domestique (*O. aries musimon*). Cette classification conduit à sous-estimer l'importance de la protection du pool génétique unique des mouflons qui peuplent ces îles et à minimiser les actes de braconnages (Guerrini *et al.*, 2015 ; Portanier *et al.*, 2022).

La connaissance et la compréhension de la structure génétique et de l'histoire évolutive des populations sont essentielles pour pouvoir formuler des recommandations de gestion et de conservation pertinentes (renforcement génétique, réintroductions), car cela peut permettre d'atténuer la perte d'adaptation locale (dépression hybride : Edmands, 2007), de favoriser la diversité génétique (introduction d'allèles adaptatifs, Aitken et Whitlock, 2013 ; Portanier *et al.*, 2019 ; hétérosis, Keller *et al.*, 2014) et d'aider à définir des unités de gestion appropriées.

En Corse, l'origine commune supposée des deux populations relictuelles soulève régulièrement les mêmes questions concernant la stratégie de conservation à savoir, est-ce que les populations de Cinto et de Bavella doivent être, ou non, gérées de manières distinctes ? Faut-il restaurer la connectivité génétique entre elles ?

L'état actuel des connaissances (Portanier *et al.*, 2022), encourage pour l'instant à considérer ces populations comme des Unités de gestion indépendantes (UG⁸ ; Moritz, 1994 ; Palsbøl *et al.*, 2006), en raison de la forte différenciation génétique observée, de l'absence de flux de gènes entre Cinto et Bavella depuis plusieurs centaines d'années et des différences marquées d'habitats entre les deux zones géographiques qui ont pu conduire à des adaptations locales propre à chaque population. Les reconnecter artificiellement pourrait donc avoir des conséquences difficiles à évaluer sans oublier le risque de transmission de nouveaux pathogènes d'une population à l'autre (la population du Cinto ayant notamment des rapports de proximité plus importants que celle de Bavella avec les ongulés domestiques au vu de la densité de l'élevage extensif).

Si les translocations inter-populations ne sont donc pas forcément encouragées dans un premier temps en termes de stratégie de conservation de l'espèce sur l'île, la restauration d'habitats favorables (qui nécessite d'identifier tous les facteurs à l'origine de la disparition des noyaux de populations intermédiaires) et la réhabilitation d'une continuité écologique entre les deux populations pourraient entraîner sur le long terme une reconnexion naturelle.

Des études complémentaires, telles que le séquençage à l'échelle du génome (nucléaire et mitochondrial, comme évoqué précédemment), l'identification de la variation génétique adaptative et les études d'association génome-environnement (Hohenlohe *et al.*, 2010 ; Dudaniec *et al.*, 2018, González-Serna *et al.*, 2020) permettront de préciser les orientations futures de gestion.

8 - Les UG peuvent être définies comme "des populations démographiquement indépendantes dont la dynamique (p. ex. taux de croissance) dépend largement des taux de naissances et mortalités locaux plutôt que de l'immigration (Palsbøl *et al.*, 2006).



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- Les mouflons des îles de Chypre, de Corse et de Sardaigne sont les descendants retournés à l'état sauvage des premiers mouflons asiatiques apportés par l'Homme au début du Néolithique lors des vagues de migrations des premiers agriculteurs du Proche-Orient vers l'Europe.
- Le Mouflon de Corse figure parmi les populations de mouflons insulaires historiquement les mieux préservées sur le plan génétique.
- Véritable vestige des populations ancestrales et sauvages du Moyen-Orient et porteur à ce titre d'un patrimoine génétique unique dont la conservation doit être une priorité, le Mouflon de Corse (*Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*) a obtenu le statut d'espèce protégée 1^{er} mars 2019.
- Après avoir probablement occupé une grande partie de l'île, le Mouflon en Corse est aujourd'hui séparé en deux populations distantes de 45 km dont la diversité génétique est faible et la différenciation génétique très marquée, suggérant une absence de flux de gènes entre les deux populations datant de plusieurs centaines d'années.
- Cette forte différenciation génétique associée à des caractéristiques écologiques propres à chaque population suggère pour l'instant de les gérer indépendamment.





2 - Études démographiques

Contexte

Les études démographiques visent à comprendre et décrire la dynamique des populations, c'est-à-dire la façon dont les effectifs d'individus d'une population fluctuent dans le temps et les facteurs qui influencent ces fluctuations. Une population peut ainsi être caractérisée par ses paramètres démographiques (p. ex. fécondité, survie, âge de maturité sexuelle, sex-ratio...) dont l'estimation permet de modéliser l'évolution de ses effectifs. Ce sont les variations conjointes de ces différents paramètres qui vont déterminer *in fine* les variations d'effectifs observées. Celles-ci peuvent se manifester sous l'effet combiné de facteurs qui dépendent de la densité, à travers la compétition intraspécifique pour les ressources, et/ou de facteurs indépendants de la densité telles que les conditions climatiques. Les paramètres démographiques sont aussi connus, notamment chez les ongulés, comme fortement dépendant de caractéristiques propres aux animaux (âge et sexe par exemple).

Les études démographiques s'appuient sur différentes méthodes qui permettent soit d'estimer les paramètres démographiques, soit d'estimer l'effectif des populations ou d'en suivre les variations à partir d'indices d'abondance qui lui sont corrélés. La méthode de référence pour l'estimation des paramètres démographiques (survie, reproduction), ou de l'effectif, repose sur la capture, le marquage et la ré-observation/recapture des individus marqués qui associés à des modèles de capture-marquage-recapture (CMR) permettent d'estimer les paramètres d'intérêt (Lebreton et al., 1992). Cependant, pour des questions de plus grande facilité de mise en œuvre sur le terrain que les approches CMR et parce que demandant moins de technicité, des approches par « comptages » ont été pendant longtemps privilégiées pour étudier la dynamique des populations d'ongulés. Ces recensements qui se veulent exhaustifs font donc l'hypothèse d'une détection des individus de 100 % (l'effectif recensé correspond à l'effectif réel), hypothèse très difficile à respecter car la détection est par nature un facteur extrêmement variable (météo, expérience des observateurs, comportement des animaux...). De plus, recenser l'ensemble d'une population/d'un massif demande un investissement important sur le terrain qui a le plus souvent conduit à n'être réalisé qu'une seule fois par an et rarement toutes les années. Face à ces limites, ces recensements ont progressivement été remplacés par des approches indiciaires dont l'objectif n'est plus d'estimer un effectif global mais d'en suivre les variations inter-annuelles à partir d'indices d'abondance.

Nous verrons dans cette partie que la Corse n'a pas fait exception à cette évolution méthodologique. À travers différents protocoles, plusieurs paramètres ou caractéristiques démographiques des deux populations de Mouflon de Corse ont été étudiés :

- effectifs (estimation et variation d'abondances) ;
- indice de reproduction ;
- survie.

Les méthodes et protocoles mis en place pour étudier chacun d'eux sont détaillés dans le chapitre qui suit. Dans la mesure du possible, l'évolution méthodologique est présentée à travers des éléments de comparaison et de discussion afin de faire ressortir la réflexion et le cheminement scientifique des gestionnaires sur ces problématiques.

Estimation des effectifs de populations

■ Contexte

L'estimation des effectifs est souvent considérée comme un paramètre essentiel pour la gestion d'une espèce (Yoccoz *et al.*, 2001 ; Williams *et al.*, 2002). Le premier dénombrement de Mouflons de Corse dont nous ayons connaissance a été conduit par l'Administration en 1826. Le résultat, consigné dans le livret des chasses du Roi Charles X, donnait alors une estimation de 2 244 mouflons sur l'île (Dunoyer de Noirmont, 1867). Il convient toutefois de considérer ces chiffres avec beaucoup de prudence en l'absence de protocole détaillé et pour les raisons déjà évoquées en introduction (Cugnasse, 1993a).

À partir de 1960, chercheurs et gestionnaires ont expérimenté différentes méthodes afin de recenser les populations de Mouflons de Corse. Dans un premier temps, l'objectif était ciblé sur des recensements « exhaustifs » ; puis dans un deuxième temps, celui-ci a évolué vers des méthodes dites « indiciaires ».

■ Méthodes de recensement « exhaustives »

Les estimations de mouflons sur l'île ont longtemps été issues d'observations personnelles, de gardes ou de naturalistes. Jusque dans les années 80, des données basées sur l'observation à la jumelle de groupes d'animaux étaient encore collectées (annexe 3).

Les premières études d'estimation d'abondance « standardisées » du mouflon en Corse ont reposé sur des méthodes de recensement dites exhaustives dont l'objectif était de limiter les doubles comptages. Ces méthodes s'appuient sur l'hypothèse très forte que la probabilité de détection de tous les groupes de mouflons sur la zone échantillonnée est de 1 (et que le recensement du nombre d'animaux dans chaque groupe est exact). Le risque de sous-estimation avec ce type de méthode est naturellement très important.

En Corse, ces recensements ont été mis en œuvre à travers deux types d'approches :

- une approche pédestre, regroupant les travaux de Pfeffer, et le protocole Approches et affûts combinés (AAC) ;
- une approche aérienne par des survols en hélicoptère.

Travaux de Pfeffer

C'est dans les années 1960 avec P. Pfeffer que les premiers travaux scientifiques sur le Mouflon de Corse débutent réellement. La méthode qu'il utilise se différencie des estimations décrites précédemment puisqu'elle va jusqu'à l'identification des individus ce qui permet de limiter les doubles-comptages. En 1963, à l'issue de son travail de terrain, il publie dans la revue « Terre et Vie » les premières estimations sur le statut et la structure des populations du mouflon en Corse, en particulier sur le massif de Bavella (Pfeffer, 1963).

En 1967, ses travaux de thèse font état d'une diminution drastique de la répartition du Mouflon en Corse en raison d'une chasse intensive et il estime la date de scission de la population en deux noyaux à la fin du XIX^e siècle (Pfeffer, 1967). Cette thèse constituera le document fondateur de l'étude de l'écologie et de la biologie du Mouflon de Corse.

Protocole

P. Pfeffer a employé comme méthode de recensement l'observation directe et l'identification des animaux basée sur les signes distinctifs (masque facial, lunettes, selle, cornes...) à l'aide de photographies.

Résultats et analyse

Les résultats de ses recensements indiquent que les effectifs des mouflons présents dans la réserve de Bavella étaient compris entre 40 et 50 individus seulement. Il estime que sur l'ensemble du massif de Bavella « le nombre total de mouflon n'atteignait pas la centaine » (Tableau 6).

Aucune opération de terrain n'a été menée au niveau de la population du Cinto dans le cadre de ses travaux. Mais il mentionne des recensements réalisés à l'époque par les gardes des Eaux-et-forêts qui font état de « troupes de 40 ou 60 animaux séjournant dans la vallée de l'Asco ».

Il estime alors « que c'est faire preuve d'optimisme que d'estimer à près de 200 le total des mouflons » présents en Corse à cette époque (Pfeffer, 1967).

Premières estimations par Pfeffer (1963) du nombre de mouflons pour la population de Bavella

Date	Nombre de mouflons	Surface prospectée (ha)	Estimation totale pour l'île	Période	Protocole	Source
Population de Bavella						
1962	42	3 900	NR *	Octobre-décembre 1962	Observation directe et réalisation de "fichier" par animal basé sur les signes distinctifs individuels (masque, lunettes, selle, cornes...) à l'aide de photographies	Pfeffer, 1963, 1967
1963	34		NR *	Avril-mai 1963		
1963	40		Au maximum 200	Novembre 1963		

* NR : non renseigné

Approches et affûts combinés (AAC)

À partir de 1982, des recensements sont organisés par comptage au sol sous la direction du service technique de l'ONC (Dubray et Roux, 1990). Contrairement aux travaux de Pfeffer (1967), ces recensements ont été effectués sur les deux populations corses. La méthodologie utilisée, dite « des observateurs fixes et des observateurs mobiles » est dérivée de celle « des Approches et affûts combinés » (AAC), mise au point pour les cervidés de plaine (Dubray, 1988b). Elle a été expérimentée sur les populations de mouflons méditerranéens du continent dès 1976 (massif du Caroux-Espinouse) et adaptée pour la Corse par Dubray en 1982 (ONC, 1982, 1985).

Ce protocole permettait de collecter deux types d'informations :

- le nombre minimum d'animaux (âge, sexe et état) ;
- le rapport mâle/femelle (sex-ratio).

Protocole

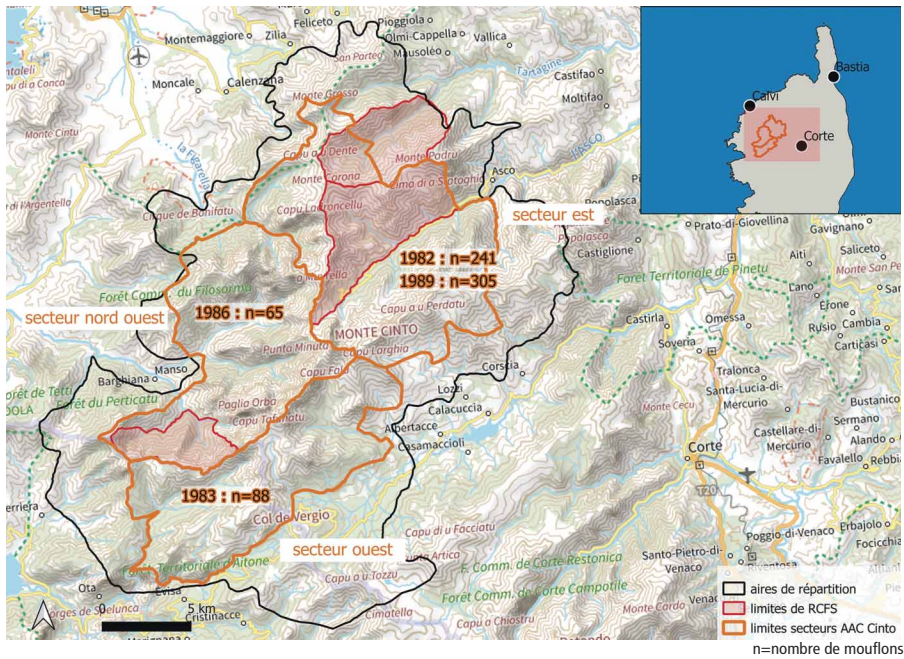
Les aires de répartition connues des deux populations ont été découpées en secteurs subdivisés en unités de dénombrement dont la taille varie entre 40 ha et 500 ha suivant la végétation et la topographie. Ces unités sont parcourues par des équipes de 2 personnes, le long d'itinéraires prédéfinis, de façon simultanée au cours des périodes d'activité optimale des animaux (aube et début de matinée). Les caractéristiques et la localisation des groupes rencontrés sont notées sur des fiches. Dans le cas de zones difficiles d'accès, boisées ou encore dans le cas où les passages d'animaux entre unités voisines sont possibles, des observateurs fixes sont placés à des points stratégiques et chargés de noter les déplacements des animaux. Les localisations et les directions de fuite des individus sont reportées sur carte au 1/25 000^e afin de limiter les doubles comptages. Les découpages pour chaque secteur et la mise en œuvre du protocole sont détaillés en annexe 4. Ces opérations ont été réalisées en collaboration et participation active de différents organismes : Fédérations départementales des chasseurs de Haute-Corse et de Corse-du-Sud, Office national des forêts, Directions départementales de l'agriculture, Parc naturel régional de Corse, Gendarmerie nationale, services forestiers départementaux...

Résultats et analyse

Population du Cinto

À l'issue de 3 années de recensements (1982, 1983 et 1986), 54 % de l'aire de répartition actuelle de la population du Cinto a été parcourue par les observateurs. L'effectif minimum recensé est sur ces trois années de 394 animaux (Figure 8 ; annexe 5 ; Roux et Dubray, 1987 ; Dubray et Roux, 1990). En 1989, le secteur est a été prospecté une deuxième fois avec un effectif minimum estimé de 305 individus (contre 241 en 1982).

Figure 8

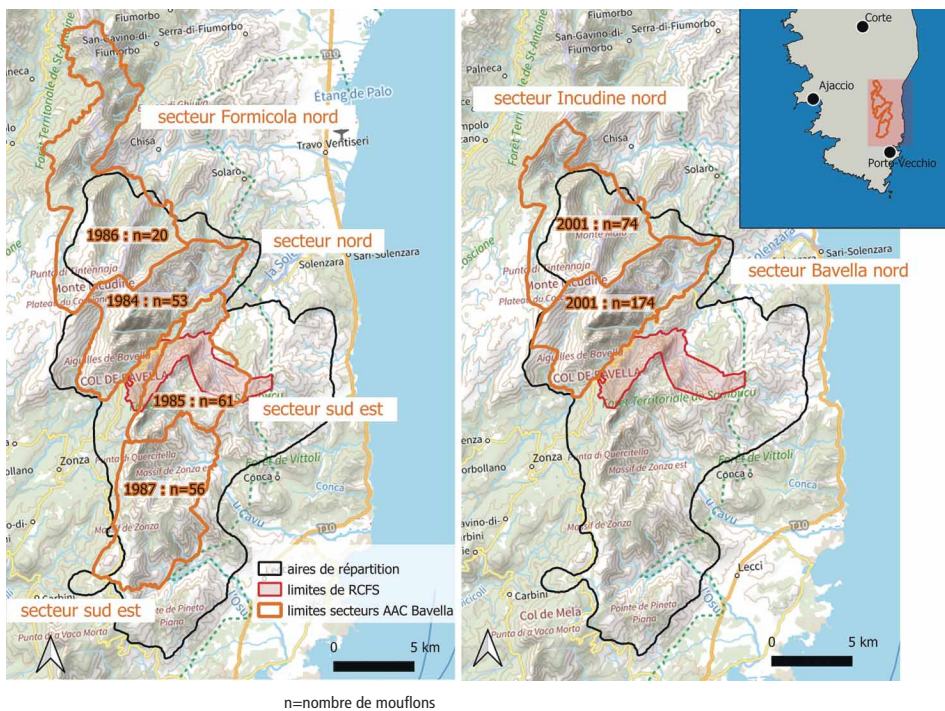


Résultats des campagnes de recensements réalisées par des Approches et affûts combinés (AAC) dans la population du Cinto.

Population de Bavella

Entre 1984 et 1987, les recensements réalisés sur le massif de Bavella ont permis de couvrir 71 % de l'aire de répartition actuelle de la population. Les observateurs ont dénombré 190 mouflons sur l'ensemble de la période (Figure 9 et annexe 5). En 2001, la partie nord de l'aire de répartition a été recensée à nouveau pour un nombre total de 248 animaux observés contre 73 dix-sept ans plus tôt (PNRC, 2001).

Figure 9



Résultats des campagnes de recensements réalisées par des Approches et affûts combinés (AAC) dans la population de Bavella.

Au terme des 7 campagnes de recensements réalisées entre 1982 et 1987, représentant 62,5 % de l'aire de répartition actuelle, l'effectif minimal de mouflons en Corse est estimé à environ 600 individus (Dubray, 1988b ; Roux et Dubray, 1987 ; Dubray et Roux, 1990).

Certains résultats n'ont pas été présentés ici, mais toutes les études de recensements à travers la méthode d'AAC ont été rassemblées en annexe 5.

Survols aériens - de 2003 à 2009 -

La mise en œuvre des protocoles d'AAC nécessitent des moyens humains considérables. Avec la baisse de ces moyens, les gestionnaires et chercheurs ont dû imaginer d'autres méthodes pour dénombrer les populations d'ongulés sauvages à l'échelle de massif entier. À partir des années 90, les premières opérations de dénombrement d'ongulés sauvages à partir de moyens aériens se sont ainsi développées sur le continent.

En Corse, l'ONCFS (maintenant OFB) a mis en œuvre pour la première fois une opération de recensement de mouflons par hélicoptère en mars 2003 sur le territoire de la Réserve de chasse et de faune sauvage d'Asco (Benedetti et Bergogne, 2003). L'objectif de cette mission était d'étudier la faisabilité d'un dénombrement par survol aérien sur le territoire corse sur de grandes surfaces, avec un minimum d'observateurs en s'affranchissant ainsi des contraintes d'accès imposées par les milieux de montagne.

Sur la base de cette première approche, un suivi annuel par transect aérien avait été programmé dans le cadre du programme LIFE mouflon sur la zone sommitale des massifs d'Asco et Bavella (2003-2007 - fiche action F3 « suivi de la dynamique de population »). La méthode retenue (transect survolé de manière répétée en hélicoptère sur un pas de temps court ; voir Méthodes dites indiciaires) s'inspirait des suivis réalisés sur le continent dans la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage (RNCFS) du Caroux-Espinouse qui ont permis de mesurer avec succès les variations relatives de l'abondance d'une population de mouflons méditerranéens (Cugnasse et Garel, 2003 ; Garel *et al.*, 2005a). Les transects définis en Corse devaient ainsi être parcourus chaque année cinq fois sur une période de quatre ans, conformément au protocole établi par l'ONCFS. Les contraintes budgétaires n'ont pas permis de mettre en place cette méthode indiciaire et ont imposé d'opter pour des opérations de dénombrements aériens dits « absolues » sur la population du Cinto (2006, 2007 et 2009) et celle de Bavella (2006 et 2007). La taille des zones prospectées ainsi que leurs localisations ont varié au cours des années (voir Résultats et analyse).

Cette opération a également permis de préciser la limite de l'aire d'extension cartographiée dans le cadre du programme LIFE en 2004 (voir Chapitre 3 - Aires de répartition).

Protocole

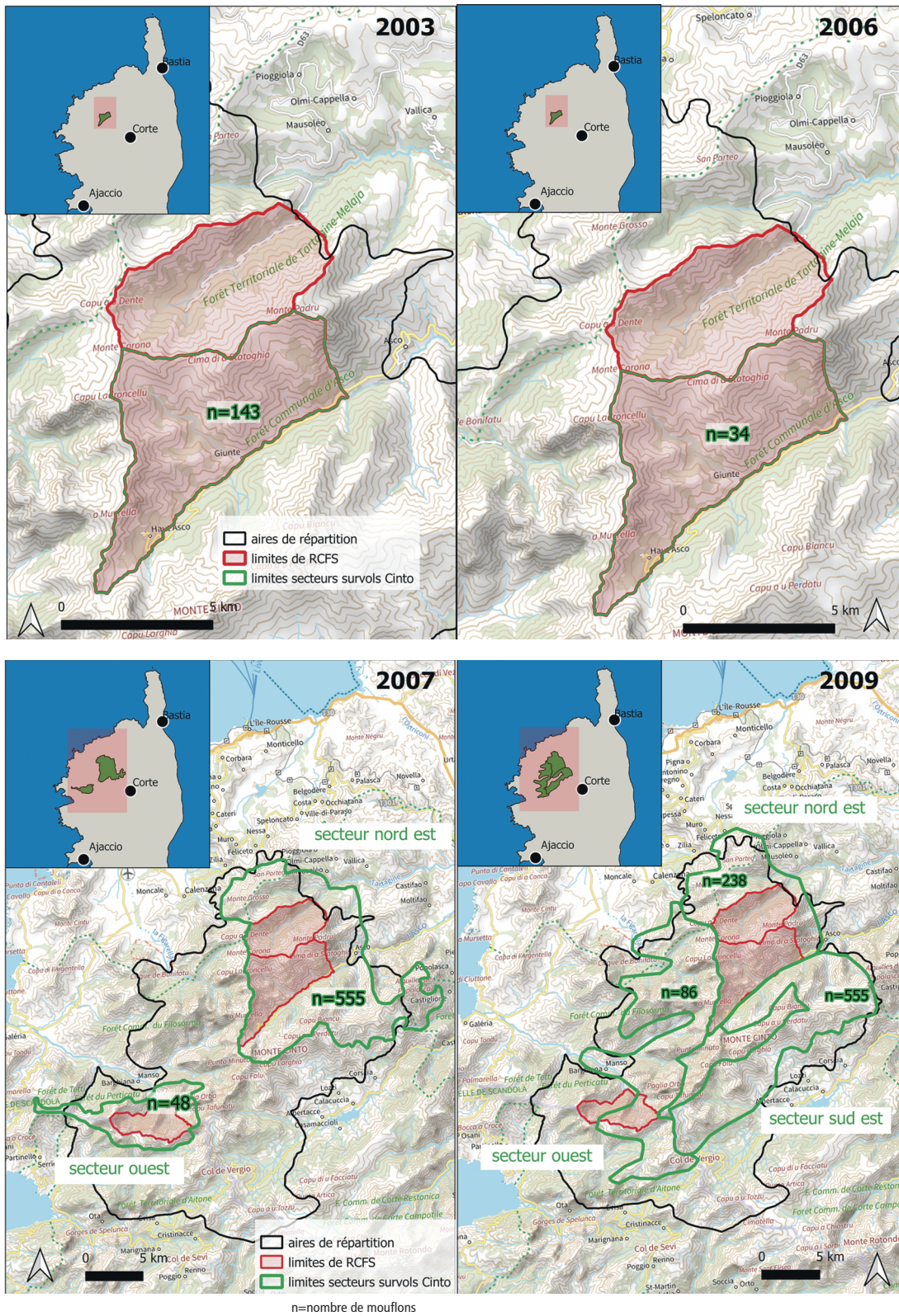
L'hélicoptère survole en lacets un ensemble de secteurs prédéterminés (6 pour la Réserve d'Asco et 10 pour Bavella ; voir OFB [2021a]), en remontant les versants par courbes de niveaux. Les vols sont effectués entre les mois de mars et avril, quand les mouflons sont en limite d'enneigement. L'appareil vole à faible allure et à une hauteur variant suivant le type de végétation et le relief du secteur rencontré. Un observateur à l'avant et deux observateurs à l'arrière, notent le nombre de mouflons observés, leur sexe et leur âge approximatif. Les informations sont rapportées sur une fiche avec la localisation de l'observation sur une carte IGN au 1/25 000.

Résultats et analyse

Population du Cinto

En 2003 et 2006, 143 et 34 mouflons ont été dénombrés respectivement sur 5,4 % de l'aire de répartition actuelle du Cinto. En 2007, 603 mouflons ont été observés sur une superficie couvrant 41 % de l'aire de répartition actuelle du Cinto (Figure 10). En 2009, 62 % de l'aire de répartition a été survolée ce qui a permis de dénombrer 879 mouflons (Figure 10).

Figure 10

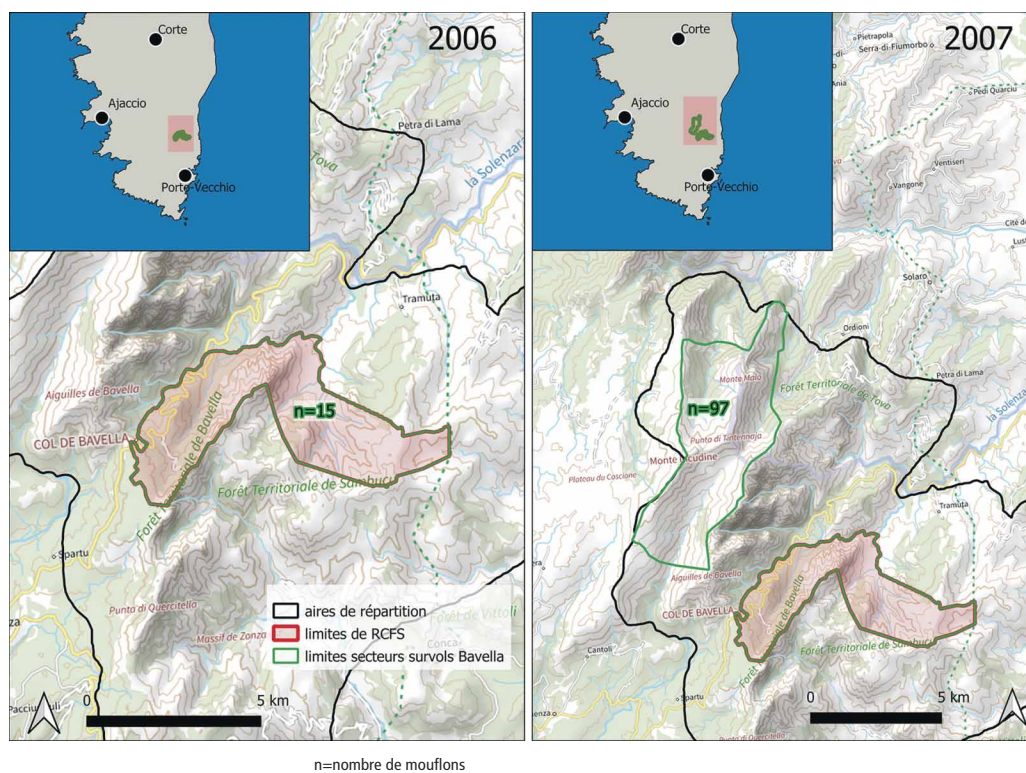


Résultats des campagnes de recensements réalisées par survols aériens dans la population du Cinto.

Population de Bavella

Les survols de 2006 et 2007 ont permis de couvrir 23 % de l'aire de répartition actuelle de la population de Bavella. Les observateurs ont dénombré 112 mouflons (Figure 11) (Benedetti *et al.*, 2006a).

Figure 11



Résultats des campagnes de recensements réalisées par survols aériens dans la population de Bavella.

En prenant comme références les derniers vols réalisés sur les deux populations (2009 pour le Cinto, 2006 et 2007 pour Bavella) l'effectif minimum estimé par la méthode des survols aériens est de 991 mouflons sur 42,5 % de l'aire de répartition de l'espèce.

Toutes les études de recensements à travers la méthode de survols aériens ont été rassemblées en annexe 6 et dans le document OFB (2021b).

■ Méthodes dites « indiciaires »

Les recensements dits « exhaustifs » vus précédemment ont peu à peu été abandonnés au profit de méthodes « indiciaires » (IPA et IAA ; Morellet *et al.*, 2007 ; Morellet, 2008) dont l'objectif n'est pas d'obtenir une estimation d'abondance absolue à un temps t de l'ensemble de la population, mais plutôt de mesurer sur une partie de la population les variations d'abondance interannuelles à partir d'indices censés être corrélés aux variations de l'effectif réel de la population. En se cantonnant à une fraction de la population, il est possible de répéter le recensement et d'avoir ainsi accès à une mesure de la variabilité du nombre d'animaux comptés. Ces données et leur traitement dans des modèles statistiques adaptés, permettent, dans une certaine mesure, de contrôler, voire d'estimer, les variations de probabilité de détection inhérente aux méthodes de comptage et d'obtenir *in fine* des tendances plus fiables qu'avec les approches exhaustives. Cette fiabilité est aussi obtenue par l'application d'un protocole standardisé qui permet de rendre la probabilité de détection la moins variable possible afin de limiter la confusion d'effet entre variations de détectabilité et variations d'effectif.

Les IPA (Indice ponctuel d'abondance) sont les premières mesures indiciaires à avoir été mises en place en Corse à partir de 1998 sur Asco et en 2004 sur Bavella. Bien que cet indice ait été développé, comme son nom l'indique,

pour mesurer des variations d'abondances, il a surtout été utilisé, dans le contexte d'étude du mouflon en Corse, pour estimer un indice de reproduction (voir Estimations des indices de reproduction).

C'est finalement la méthode standardisée dite d'« Indice aérien d'abondance » (IAA ; Garel *et al.*, 2005a) qui a été utilisée sur la population de Bavella, à partir de 2011, pour suivre les variations d'abondance de cette population dans le cadre du programme régional de recherche et de développement de l'OFB (Sanchis, 2021).

Indice aérien d'abondance (IAA) - de 2011 à 2020 -

Cette méthode fait partie des Indicateurs de changements écologiques (ICE) développés par l'ONCFS pour aider les gestionnaires à suivre les populations d'ongulés sauvages dans leur habitat (voir fiches techniques ICE – 2015 n°6 ; Morellet *et al.*, 2007 ; Morellet, 2008). Elle est particulièrement adaptée aux massifs difficiles d'accès, comme en Corse (Cugnasse et Garel, 2003 ; Garel *et al.*, 2005a). Elle permet de mesurer différents indices liés à la dynamique de population et de réaliser une veille de l'espèce sur le secteur. Pour la population de mouflons de Bavella, trois valeurs indiciaires sont calculées à partir des données enregistrées pendant les vols :

- le nombre moyen de groupes de mouflons observés par vol ;
- le nombre moyen d'individus observés par vol – ces deux premiers indices renseignent sur l'abondance relative de l'espèce ;
- le rapport moyen agneaux/femelles observé par vol qui est utilisé comme un indice de reproduction.

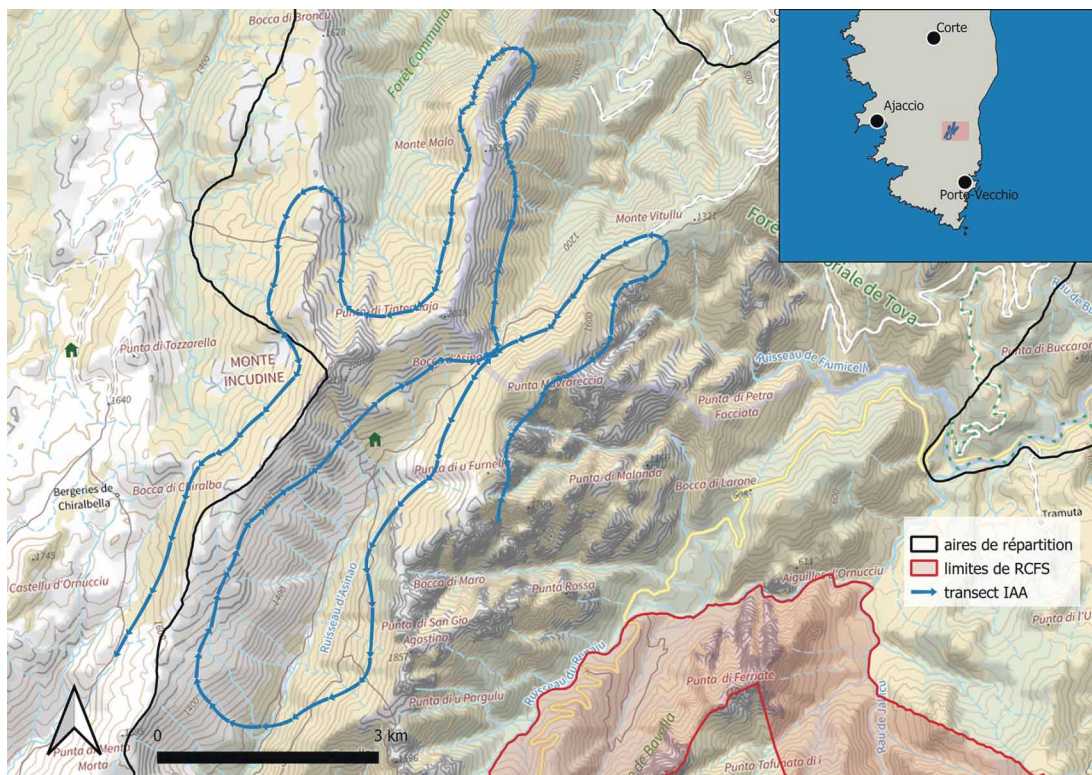
Pour chacune de ces valeurs, un intervalle de confiance à 95 % a été calculé.

Protocole et méthode

Protocole

Le transect retenu (Figure 12), qui s'étire sur environ 40 km en milieux ouverts, est survolé en hélicoptère à une vitesse moyenne de 50km/h. Les vols sont répétés 8 fois chaque année, dans des conditions similaires, entre le 15 mai et le 15 juin. La zone prospectée couvre environ 15 % de l'aire de répartition de la population de Bavella. La mise en œuvre du protocole est détaillée dans Sanchis (2021).

Figure 12

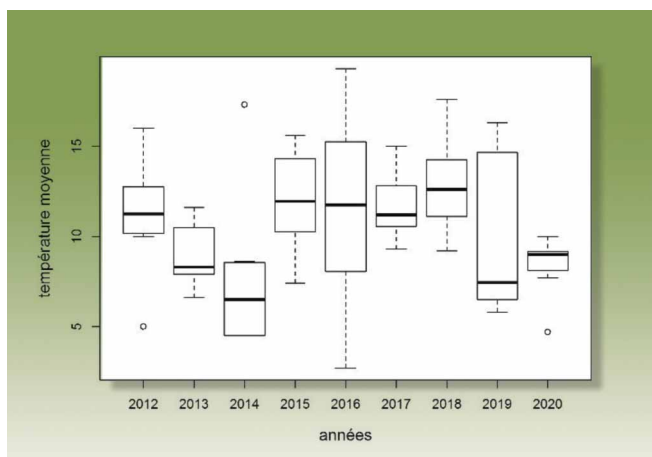


Transect réalisé dans le cadre de l'Indice aérien d'abondance (IAA) dans la population de Bavella.

Analyses statistiques

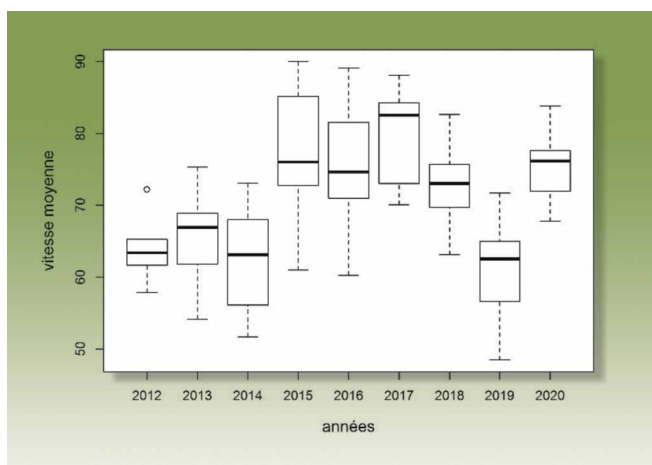
Les variations d'indices mesurés sur le nombre de groupes [nbg] et le nombre d'individus [nbi] observés par sortie peuvent être biaisées si les facteurs liés à l'acquisition de données ne sont pas bien contrôlés (Link et Sauer, 1997 ; Garel *et al.*, 2005a). L'influence que peuvent avoir certaines variables de vol (date ; température ; vitesse ; différence horaire entre heure de démarrage du comptage et heure de lever du jour) sur les tendances observées a donc été évaluée à partir de modèles statistiques. Les variations interannuelles de températures et de vitesse de vol enregistrées depuis 2011 pourraient en effet expliquer en partie les fluctuations indiciaires observées (Figure 13 et Figure 14).

Figure 13



Variations interannuelles de températures enregistrées lors des vols (en °C).

Figure 14



Variations interannuelles de vitesse des vols enregistrées lors des vols (en km/h).

On s'attend également à ce que le décalage horaire avec le lever du jour, en lien avec le rythme d'activité des animaux, puisse avoir une influence sur leur détection et donc sur le nombre d'animaux/groupes recensé (Bourgoin *et al.*, 2011). Les différents modèles testés sont présentés et expliqués en détails dans le compte rendu des suivis aériens mouflons réalisés sur la population de Bavella (Sanchis, 2021).

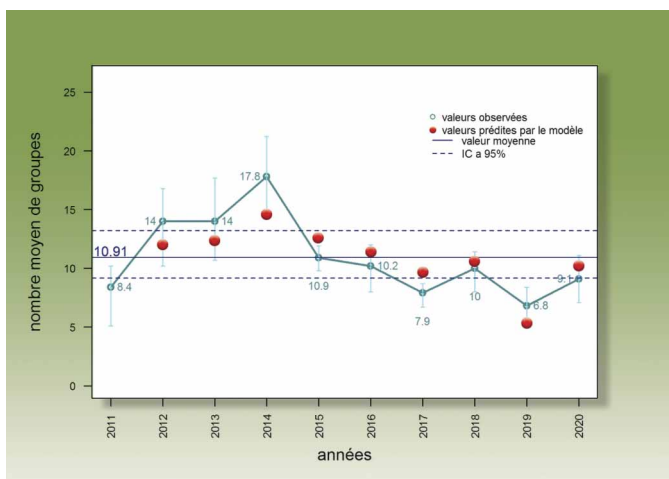
Résultats et analyse

1^{er} indice : le nombre de groupes (nbg)

De 2011 à 2020, le nombre moyen de groupes observés a varié entre 6,8 (2019) et 17,8 (2014) pour une valeur moyenne de 10,91 (IC95 % = 9,2|13,3) (Figure 15). L'année 2011 a été exclue dans la suite des analyses car la méthode de recensement cette année-là diffère des autres années (le décompte des animaux à partir de photographies des groupes observés durant le vol a débuté en 2012).

Parmi les variables de vol, seule la vitesse influence l'indice calculé. Pour une diminution de 30 % de cette vitesse (70 à 50 km/h), le nombre de groupes observés augmente de 60 %. Les différences entre années dans la vitesse de réalisation (par exemple entre 2015 et 2019) peuvent donc artificiellement augmenter/diminuer le nombre de groupes observés indépendamment des variations réelles de l'effectif de la population. Pour cette raison, l'indice « nombre de groupes » est corrigé par la vitesse de vol en utilisant une vitesse constante calculée sur la moyenne des valeurs depuis 2012 (valeurs prédites par le modèle). Cet indice corrigé plus stable que l'indice brut (Figure 15 : valeurs observées sans correction par la vitesse de vol) présente malgré tout des variations interannuelles marquées (par exemple 2014 vs 2019).

Figure 15

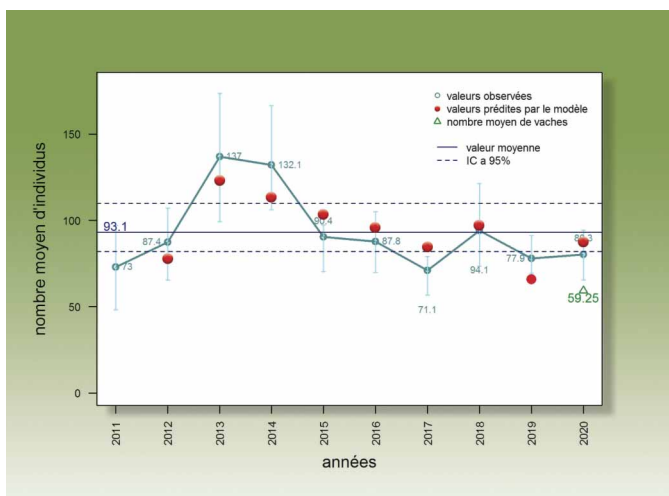


Prédictions du nombre moyen de groupes observés et prédictions fournies par le modèle avec une vitesse constante simulée (= vitesse moyenne des vols réalisés depuis 2012 ; Sanchis, 2021).

2° indice : le nombre d'individus (nbi)

Le nombre moyen de mouflons observés par sortie varie de 71,1 en 2017 à 137 en 2013 pour une valeur moyenne de 93,1 individus (IC95 % = 81,7|112,1) (Figure 16). Comme précédemment, parmi les variables de vol, seule la vitesse a une influence. Une diminution de la vitesse de vol favorise, comme pour le nombre de groupes, le nombre d'animaux détectés. Les variations interannuelles sont aussi marquées pour cet indice avec une forte augmentation de l'indice en 2013 et 2014 par rapport à l'année de référence 2012. Sur l'ensemble de la période, l'indice corrigé montre une forte variabilité interannuelle du nombre d'individus, avec un pic maximal en 2013 et un minimum obtenu en 2019.

Figure 16



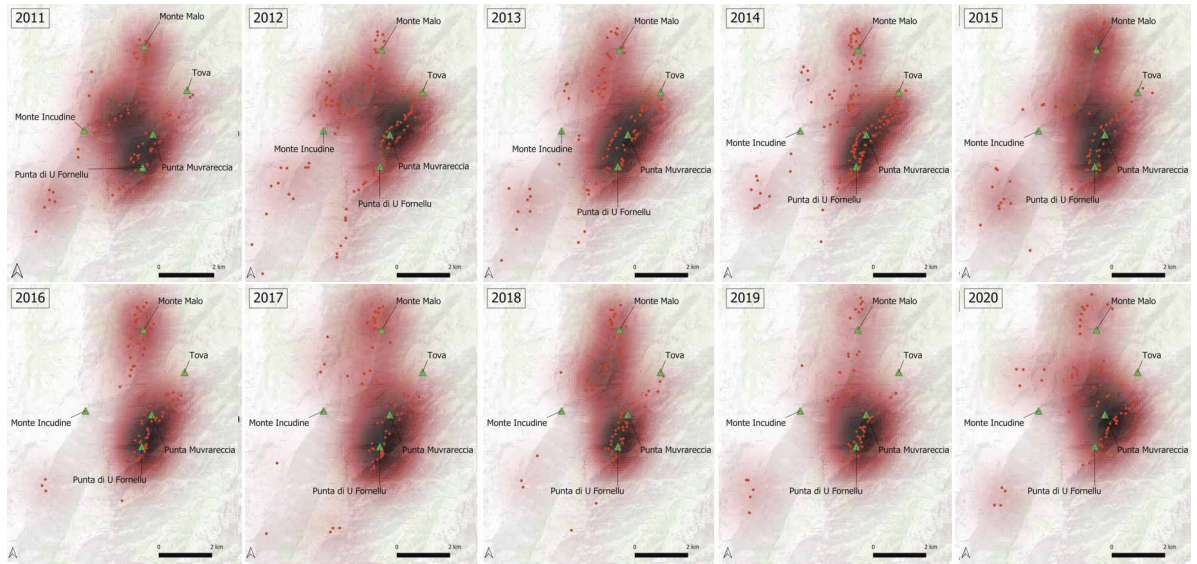
Prédictions du nombre d'individus observés avec une vitesse constante simulée (= vitesse moyenne des vols réalisés depuis 2012 ; Sanchis, 2021).

Évolution de la structuration spatiale interannuelle

L'évolution de la position des groupes de mouflons recensés entre 2011 et 2020 a été également étudiée et illustre les résultats précédents (Figure 17). Elle fait apparaître une structuration géographique historique en

deux zones (au nord le cirque de Monte Malo, et plus au sud le secteur de crête entre Punta Muvrareccia et Punta di U Fornellu) qui concentrent la majeure partie des observations. Cette organisation géographique semble se resserrer au fil des années encore un peu plus autour du secteur Punta Muvrareccia – Punta di U Fornellu avec l'absence d'observations de mouflons sur certaines zones du parcours.

Figure 17



Évolution de la structuration spatiale des observations de groupes entre 2011 et 2020 (Sanchis, 2021). La probabilité de densité du semis de points est calculée à partir de la méthode Kernel à 95 %.

Discussion

La prise en compte dans les analyses des variables de vol telle que la vitesse a montré l'importance de bien maîtriser (ou à défaut de mesurer) ce paramètre afin que les variations détectées des indices ne soient pas liées à la mise en œuvre du protocole, mais reflètent bien les variations d'abondance de la population. Les indices corrigés issus des modèles font apparaître une forte variabilité interannuelle, tant sur le nombre de groupes que sur le nombre d'individus. Ces variations pourraient être mises en lien avec les conditions climatiques enregistrées l'hiver et l'automne des années précédentes qui rendraient le secteur concerné par le transect plus ou moins attractif pour l'espèce (p. ex. déneigement, croissance de la végétation). Il serait intéressant, dans le futur, d'intégrer différentes variables météorologiques et climatiques dans les analyses afin de tester leur effet potentiel sur ces indices d'abondance.

Le nombre moyen de vaches observé le long du parcours est également enregistré depuis 2020. La valeur relevée (59,3 contre 80,3 pour le mouflon) doit nous alerter sur une possible compétition alimentaire entre les deux espèces dont le régime alimentaire est supposé largement chevauchant (Hofmann 1989).

La structuration géographique des groupes (Figure 17) en deux zones, observée depuis plusieurs années semble se resserrer depuis deux ans sur le secteur situé entre Punta Muvrareccia et Punta di U Fornellu, qui concentrent désormais une part importante des observations (37 % des groupes et 40 % des individus sur 7 % de l'itinéraire total). Cette organisation géographique mériterait aussi d'être étudiée plus finement notamment pour mettre en évidence le caractère non aléatoire des positions des groupes et pour évaluer s'il existe une corrélation interannuelle des résultats. Il est possible que cette structuration soit le reflet de dérangements répétés (accentuation des activités anthropiques de loisir) et/ou de la compétition interspécifique exacerbée (vaches) qui entraînerait l'exclusion du Mouflon de certains secteurs de l'itinéraire où il était observé lors des premières années de suivi (ex : secteur de Tova, Figure 17). À moyen terme, il serait donc intéressant de mieux quantifier spatialement/temporellement la fréquentation des ongulés domestiques qui vivent en sympatrie avec les mouflons et les ressources qu'ils se

partagent pour confirmer ou infirmer cette hypothèse. À court terme ce risque de compétition entre ongulés domestiques et sauvages mériterait d'être mieux pris en compte par les municipalités concernées dans les futurs projets agropastoraux et d'occupations des estives.

■ Bilan des estimations d'effectifs des populations

Éléments de réflexion liés aux méthodes utilisées

La gestion des populations d'Ongulés sauvages nécessite de pouvoir appréhender leurs variations d'effectifs et d'identifier les facteurs qui entraînent ces variations (Buckland *et al.*, 2000). Le suivi de ce paramètre s'est longtemps fait sur la base de méthodes exhaustives qui tentaient d'estimer le plus précisément possible l'effectif réel. Mais plusieurs études ont montré que les estimations d'effectifs de grands mammifères obtenues à partir de ces méthodes **sous-estimaient** quasi systématiquement l'effectif réel des populations, dans des proportions variant de 30 à 70 % (Cugnasse, 1993b). Les variations observées de l'abondance d'une année sur l'autre ne reflètent dès lors pas nécessairement les variations de l'effectif réel, mais peuvent en partie résulter de la variation de la probabilité de détection des animaux au cours du suivi. Les écologues et les statisticiens reconnaissent aujourd'hui que le dénombrement exhaustif d'animaux sur un territoire donné est chose quasi impossible et n'a pas forcément de sens (Cugnasse, 1993b ; Cugnasse et Garel, 2003 ; Morellet, 2008) notamment sans une répétition de la méthode qui est difficile à envisager dans le cadre d'approche exhaustive couvrant de grandes surfaces et nécessitant une logistique importante (moyens humains et financiers). Ces difficultés techniques et logistiques ont amené les gestionnaires à évoluer vers des méthodes indiciaires (IKA, IPA, IAA) qui ne fournissent pas des estimations d'effectifs mais des tendances de dynamique sur les populations suivies (Morellet, 2008).

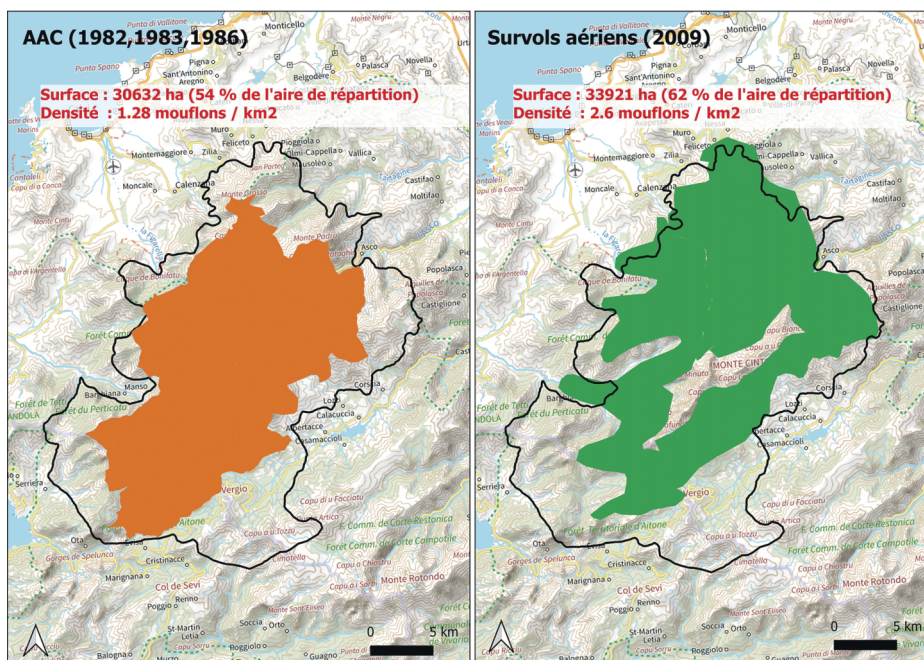
Les études menées en Corse sur les deux populations de mouflons (Bavella et Cinto) ont suivi cette évolution de méthodes. Près de vingt ans après les résultats de P. Pfeffer (Pfeffer, 1963, 1967), les premières opérations de recensements organisées par l'ONC avaient un objectif de recensement exhaustif sur la base du protocole de l'Approche et affût combinés (1982-2003) puis des survols aériens (2003-2009). Celles-ci ont permis d'obtenir de nouvelles informations (abondance minimum de 900 animaux au sein de la population du Cinto ; Benedetti et Sanchis, 2009), et de parcourir l'aire de répartition connue dans sa quasi-totalité. En dépit des limites méthodologiques évoquées précédemment, elles ont fourni un état des lieux qui a permis d'orienter et d'appuyer les stratégies de développement de l'espèce sur l'île (projets de réserves, corridors... ; Benedetti et Sanchis, 2009), et ont servi de base de réflexion dans l'évolution vers la méthode indiciaire (IAA) réalisée sur la population de Bavella (2011-2020). Les dernières analyses réalisées sur ces données de comptage ont montré l'importance de maîtriser au mieux les variables liées à l'échantillonnage (ici vitesse de vol) afin de limiter les biais dans l'acquisition des données (Sanchis, 2021). L'utilisation de cette méthode de suivi est également liée au maintien d'habitats ouverts (pelouses et landes) et une fermeture importante du milieu pourrait à terme empêcher sa réalisation (Cugnasse et Garel, 2003). Le choix de l'itinéraire pour la réalisation de l'IAA sur Bavella a tenu compte de cette composante, de même que les éventuelles modifications de l'utilisation spatiale du site par le mouflon du fait des activités humaines.

Éléments de réflexion liés aux résultats obtenus

À l'échelle des populations

En s'appuyant sur les résultats les plus récents (2009, survol aérien), l'effectif minimum dans la population du Cinto serait de **879 animaux**, sur une surface couvrant **62 % de l'aire de distribution**. Si on compare ces chiffres avec la campagne de recensement réalisée dans les années 1980 avec la méthode AAC, la densité de population mesurée serait passée en **près de 30 ans de 1,3 à 2,6 mouflons /km²** (Figure 18). Bien qu'il faille garder à l'esprit les différences entre les 2 méthodes et les limites propres à chacune, ces chiffres semblent suggérer une augmentation de l'abondance de l'espèce au nord de l'île (voir Chapitre 3 - Aires de répartition).

Figure 18



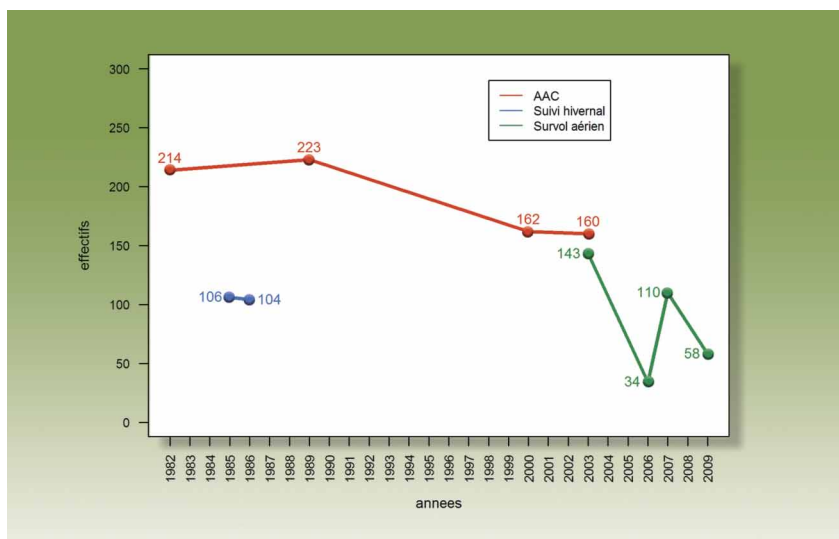
Résultats des recensements réalisés par l'Approche et affût combinés (AAC) (à gauche) et survols aériens (à droite) dans la population du Cinto.

Pour la population de Bavella, l'effectif le plus important qui ait été mesuré fait état de **216 individus** (30 mai 2014, IAA), le long d'un itinéraire qui couvre **15 % de l'aire de répartition** de la population. Il n'est pas possible d'établir des comparaisons de densité sur un pas de temps long comme pour la population du Cinto en raison de méthodologies différentes (surface prospectée vs transect parcouru, méthode exhaustive vs méthode indiciaire). En outre, le secteur échantillonné concentre des habitats les plus favorables pour l'espèce, ce qui invite à une grande prudence quant à une extrapolation de ces valeurs à l'ensemble de l'aire d'extension de la population de Bavella.

Zoom sur la réserve d'Asco

La réserve d'Asco est un territoire d'étude privilégié pour le mouflon sur lequel les recensements ont été plus nombreux que sur les autres territoires. Entre 1982 et 2009, 3 méthodes différentes ont été mises en œuvre pour estimer la population présente (AAC, suivi hivernal⁹ et survol aérien). Selon les protocoles employés, les chiffres varient de **34 individus minimum en 2006 par survol aérien** à **223 individus minimum en 1989 par AAC** (Figure 19).

Figure 19



Résultats des estimations d'effectifs sur la Réserve d'Asco de 1982 à 2009 à partir de différents protocoles.

9 - Le suivi hivernal correspond à deux sorties (1985 et 1986) dans l'objectif d'avoir une estimation en période hivernale dans la Réserve d'Asco sur la base du protocole AAC (Roux, 1985, 1986d).

La variabilité interannuelle des estimations d'effectifs est importante (écart type = 61.3). Entre 2006 (n=34) et 2007 (n=110) par exemple, l'augmentation mesurée est biologiquement improbable puisqu'elle supposerait un taux d'accroissement supérieur à 3 alors que la valeur maximale connue pour l'espèce est de 1,34 (Kaeuffer *et al.*, 2009). Une telle variabilité est cependant couramment observée lors des dénombrements de grands herbivores, souvent liée à la mise en œuvre du protocole et aux nombreux facteurs susceptibles de modifier la détectabilité des animaux sur le terrain (voir 3.3/ Méthode d'Indice aérien d'abondance (IAA) – de 2011 à 2020 ; vitesse de l'appareil météo, observateurs, comportement des animaux... ; Garel *et al.*, 2005a).

Il faut également préciser que les périodes de terrain diffèrent (automne pour l'AAC, hiver/printemps pour le suivi hivernal et printemps pour le suivi aérien). Ainsi, les valeurs obtenues lors du suivi hivernal sont sans doute liées à la surface de prospection réduite due à la neige (entre 22 et 39 % du territoire de la Réserve) mais également au nombre réduit d'observateurs (1 seul ; Roux, 1985, 1986d).

Outre l'aspect technique lié au protocole, d'autres hypothèses peuvent être avancées (Benedetti *et al.*, 2006a) pour expliquer notamment la faible abondance observée en 2006 :

- des conditions d'enneigement très fortes pendant l'hiver 2005-2006 ;
- un dérangement important constaté (Benedetti *et al.*, 2007b ; construction de l'enclos d'Asco ; périodes de captures successives en 2005 et 2006).

Quelles que soient les limites techniques associées aux différents protocoles utilisés pour estimer les effectifs de mouflons en Corse, les résultats obtenus ont apporté des éléments importants sur la connaissance de cette espèce (Croce *et al.*, 2005). Ils ont permis de suggérer que les populations avaient probablement dépassé le seuil critique d'extinction dans le contexte insulaire, au moins pour la population du Cinto (Dubray et Roux, 1990). En effet, si on considère que le « seuil minimum de viabilité », qui permet de préserver le potentiel évolutif d'une espèce et réduire les risques de dépression de consanguinité, se situe entre 100 et 500 reproducteurs (Kaeuffer *et al.*, 2007), il a probablement déjà été atteint dans le cas de la population du Cinto. Il reste par contre un enjeu pour la population de Bavella où les suivis réalisés depuis 2011 révèlent la vulnérabilité de cette population, en particulier en terme de reproduction (voir Estimations des indices de reproduction), la RCFS ne remplissant plus vraiment son rôle de protection depuis quelques années (Benedetti *et al.*, 2016c ; voir Partie B : Conservation et développement).

Estimations des indices liés à la reproduction

Lorsqu'on cherche à comprendre et à décrire la dynamique et l'évolution d'une population, l'estimation du taux de reproduction constitue un paramètre démographique essentiel. En Corse, différents protocoles ont été mis en œuvre pour tenter de l'estimer sur les deux populations de mouflons :

- méthode d'échantillonnage de hardes de 1977 à 1989 ;
- l'indice ponctuel d'abondance (IPA) réalisé de 1998 à 2009 ;
- l'indice aérien d'abondance (IAA) déjà évoqué précédemment réalisé de 2011 à 2020 sur la population de Bavella.

Quel que soit le protocole employé, la méthode de calcul est restée la même et consiste à diviser le nombre d'agneaux observés par le nombre de femelles. Ce rapport est dans la suite du document désigné sous le terme d'« indice de reproduction ».

Par ailleurs, une estimation des indices de gestation a également été expérimentée sur le secteur de la réserve d'Asco.

■ Méthode d'échantillonnage de hardes - de 1977 à 1989 -

Les premières opérations visant à estimer un indice de reproduction ont été menées entre 1977 et 1982 par la méthode dite « d'échantillonnage de hardes », dont le protocole n'est pas décrit en détail dans les comptes rendus.

À partir de 1983, un protocole désigné sous la dénomination « échantillonnage de hardes par secteurs-échantillons » est mis en place et décrit par Pietri (1983). L'objectif est d'estimer un indice de reproduction au printemps et à l'automne afin d'évaluer la mortalité des agneaux à la sortie de la période estivale. Ce protocole concernait les deux populations.

Protocole

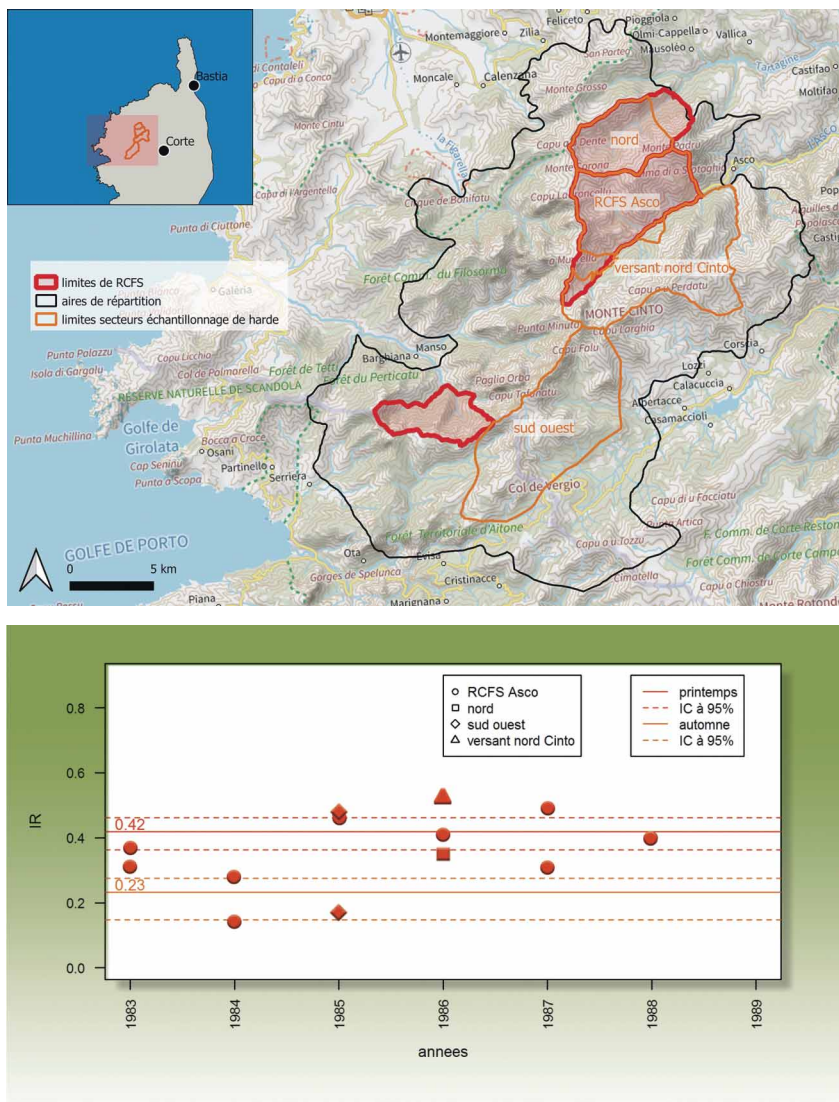
La méthodologie employée pour l'estimation du succès de reproduction est celle de l'échantillonnage de hardes avec des secteurs-échantillons, de référence, calqués sur les découpages retenus dans le protocole AAC (Dubray, 1982 ; Pietri, 1983 ; annexe 4). D'après Pietri (1983), la période la plus propice à l'obtention d'un indice fiable se situe entre le 15 juin et début juillet pour le printemps, et entre octobre et décembre pour l'indice de reproduction automnal. Les opérations de terrain ont été réalisées avec la participation active des Fédérations départementales des chasseurs de Haute-Corse et Corse du Sud, l'Office national des forêts, des Directions départementales de l'agriculture, du Parc naturel régional de Corse, la Gendarmerie nationale... La mise en œuvre du protocole est détaillée dans le document OFB (2021c).

Résultats

Population du Cinto

En considérant les 4 secteurs étudiés entre 1983 et 1989, l'indice de reproduction pour les mouflons de la population du Cinto varie de 0,28 à 0,53 (IR moy = 0,42, IC 95 % = 0,37|0,46) en période printanière et de 0,14 à 0,31 en période automnale (IR moy = 0,23, IC 95 % = 0,15|0,27) (Figure 20). En l'absence de protocole détaillé, les résultats obtenus entre 1977 et 1982 ne sont pas présentés ici. De même les résultats obtenus par Gaxotte (1985) correspondant à l'estimation de l'indice de reproduction durant l'hiver 1984 (IR = 0,03) ne sont pas pris en compte car ils concernent une partie réduite du secteur (500/700 ha et 1 seul itinéraire contre 2 300 ha et 5 voire 6 itinéraires).

Figure 20



Estimation de l'indice de reproduction de la population du Cinto de 1977 à 1989 par échantillonnage de hardes.

Mortalité des agneaux

Les années pour lesquelles les indices de reproduction printaniers et automnaux ont été estimés ont permis de calculer un taux de mortalité estival des agneaux. Selon les années et les secteurs, il varie de 16,2 % (1983, RCFS d'Asco) à 64,6 % (1985, versant sud-ouest du Massif du Cinto) (Figure 20).

Date de mises-bas

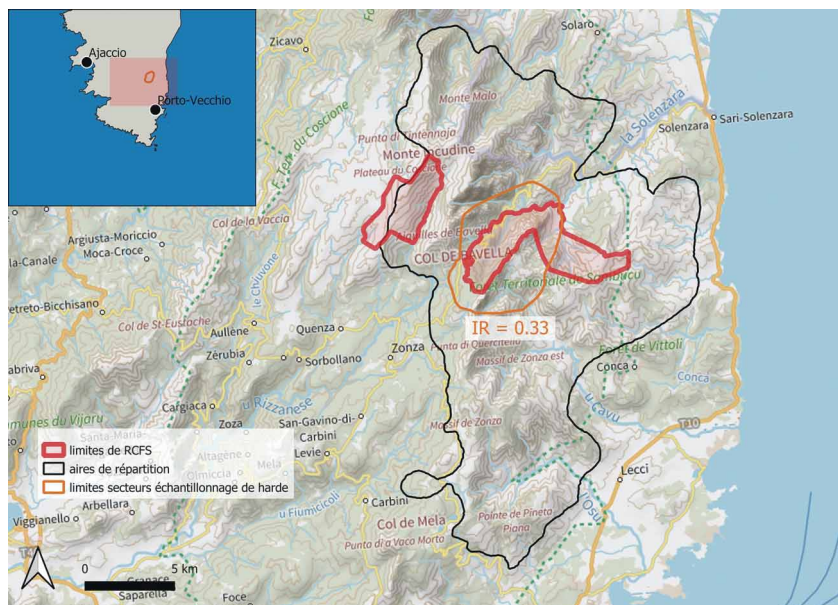
Les opérations de terrain ont également permis d'appréhender les périodes de mises-bas. Les premières naissances ont lieu entre le 6 et 27 mai selon les secteurs. Le pic des naissances se situerait entre la première et deuxième quinzaine de juin d'après Pietri (1983), mais commencerait même dès la deuxième quinzaine de mai, d'après les observations plus récentes.

Population de Bavella

Pour la population de Bavella, la seule donnée historique connue est celle de Pfeffer (1967) qui rapporte un indice de 0,67 en 1963. Ce chiffre est à prendre avec précaution car il a été établi sur un échantillon très faible (9 femelles et 6 agneaux).

Les résultats plus récents sont peu nombreux. Ils concernent la seule année 1984 où le protocole d'échantillonnage de hardes a été mis en place sur une partie de la réserve et a permis d'obtenir un indice de 0,33 (24 femelles et 8 agneaux) entre le 11 et 23 juin (Bouchet-Virette, 1984) (Figure 21).

Figure 21



Estimation de l'indice de reproduction de la population de Bavella en 1984 par échantillonnage de hardes.

Date de mises-bas

D'après Pfeffer (1967), les naissances ont lieu à Bavella entre le milieu et la fin du mois d'avril, la plus tardive ayant été constatée le 1er mai. Les premières naissances observées par le protocole d'échantillonnage de hardes ont été constatées le 21 avril (Bouchet-Virette, 1984). Comparativement à la population du Cinto, un décalage d'une quinzaine de jours est constaté (Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983).

Certains résultats n'ont pas été présentés ici, mais toutes les études en lien avec les indices de reproduction à travers la méthode d'échantillonnage de hardes ont été rassemblées en annexe 7.

■ Méthode d'Indice ponctuel d'abondance (IPA) - de 1998 à 2009

En 1998, un nouveau suivi de la population de mouflons a été mis en place selon le protocole d'Indice ponctuel d'abondance (IPA). L'objectif est alors d'assurer un suivi régulier sur 5 ans à deux périodes sensibles du cycle biologique (naissances et rut).

Cet indice est généralement destiné à étudier les variations d'abondance relative des populations (Cugnasse et Garel, 2003) à la manière du protocole IAA présenté précédemment (voir Indice aérien d'abondance (IAA) - de 2011 à 2020 - Protocole et méthode) et permet aussi de comparer annuellement les taux de reproduction et la structure d'une population. Dans le cas des populations de mouflons en Corse, il a uniquement été utilisé pour estimer l'indice de reproduction.

Protocole

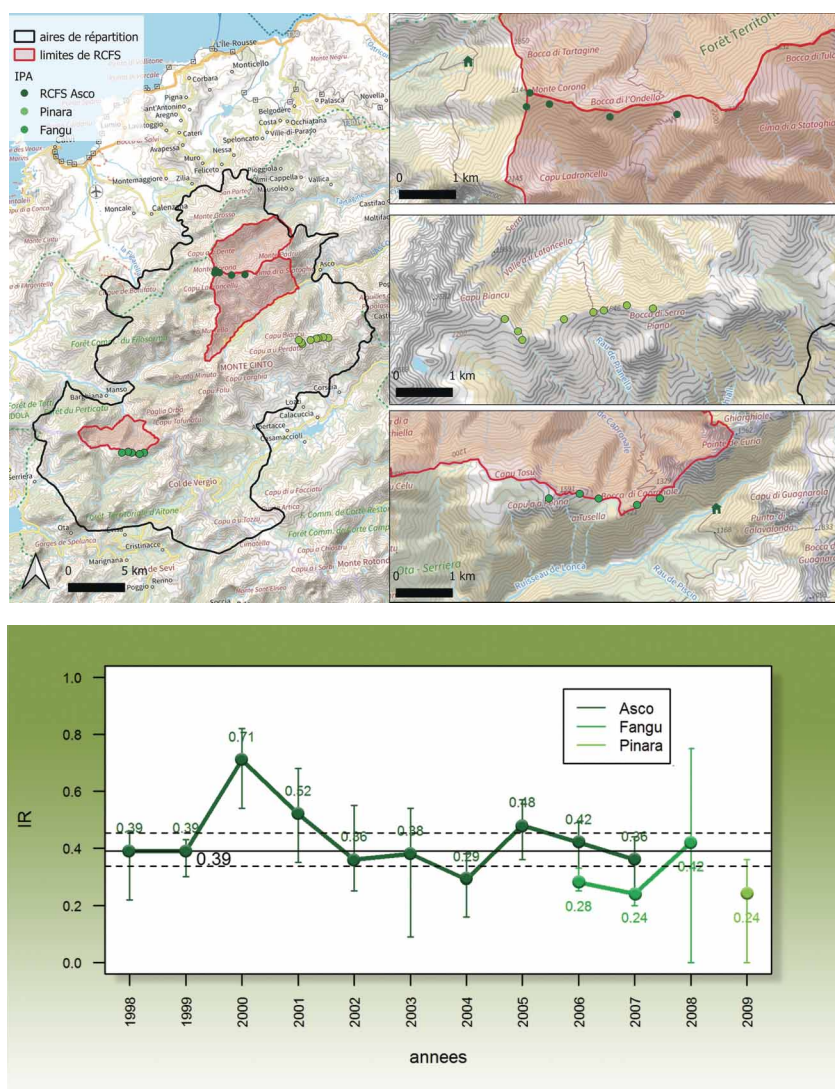
La méthode consiste à dénombrer les mouflons (et les groupes de mouflons) à partir de postes d'observations (regroupés en secteurs). Chaque secteur (regroupant 3 ou 4 postes d'observation) est échantillonné 4 fois au minimum, idéalement entre le 15 mai et le 15 juin (Pietri, 1983). L'indice de reproduction est obtenu en faisant la moyenne des ratios (rapport du nombre d'agneaux par rapport au nombre de femelles observés) par sortie. La mise en œuvre du protocole est détaillée dans le document OFB (2021d).

Résultats

Population du Cinto

Les relevés de terrain ont été réalisés sur différents secteurs de l'aire de répartition de la population du Cinto. Les valeurs de l'indice de reproduction varient de 0,24 à 0,71 avec une valeur moyenne pour l'ensemble des secteurs de 0.39 (IC 95 % = 0.34 | 0.45) (Figure 22).

Figure 22

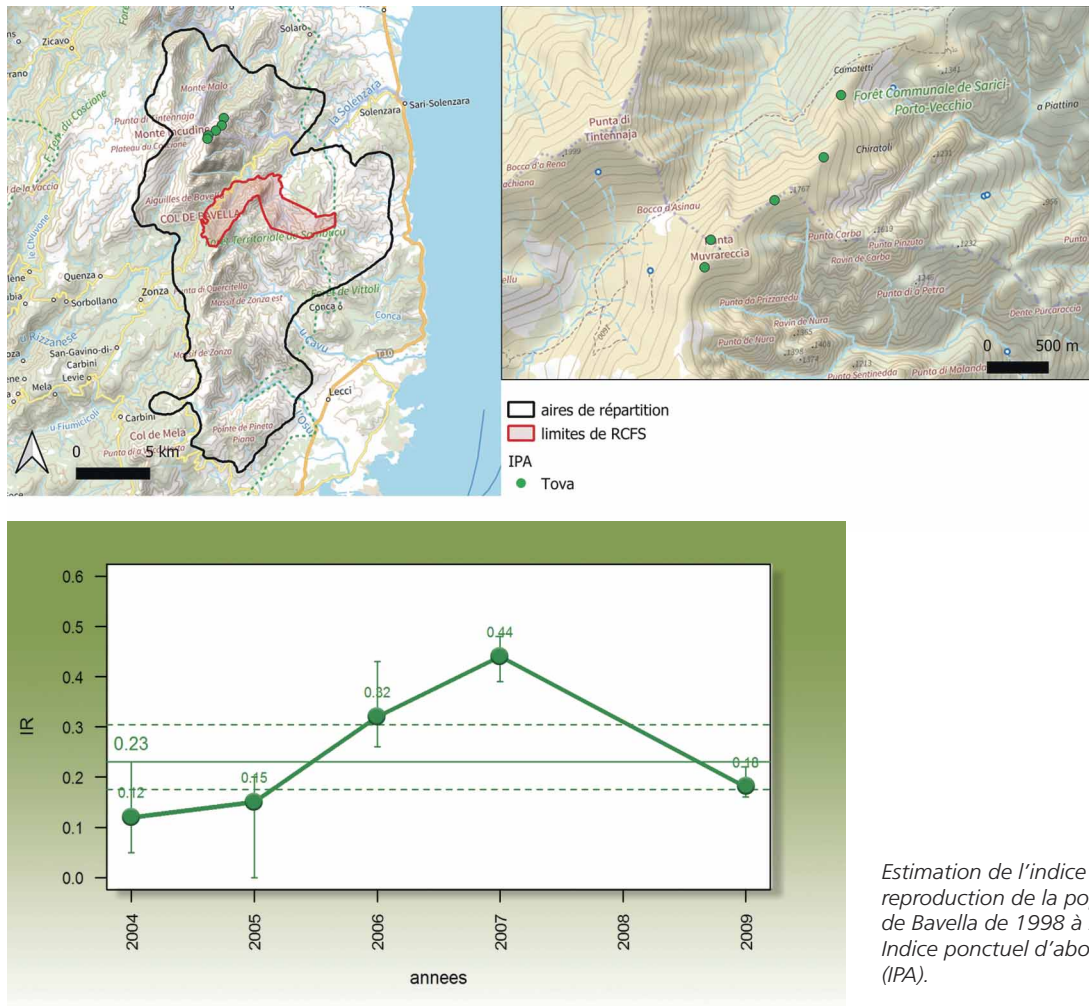


Estimation de l'indice de reproduction de la population du Cinto de 1998 à 2009 par l'Indice ponctuel d'abondance (IPA).

Population de Bavella

Lors des 5 années de suivis sur la population de Bavella l'indice de reproduction mesuré a varié entre 0,12 et 0,44 pour une valeur moyenne de 0,25 (IC95 % = 0,17|0,30) (Figure 23).

Figure 23



Estimation de l'indice de reproduction de la population de Bavella de 1998 à 2009 par l'indice ponctuel d'abondance (IPA).

Toutes les études en lien avec les indices de reproduction à travers la méthode d'IPA ont été rassemblées en annexe 8.

■ Méthode d'Indice aérien d'abondance (IAA) – de 2011 à 2020

Le protocole IAA, déjà vu précédemment pour le dénombrement des populations, a également été utilisé pour l'estimation de l'indice de reproduction.

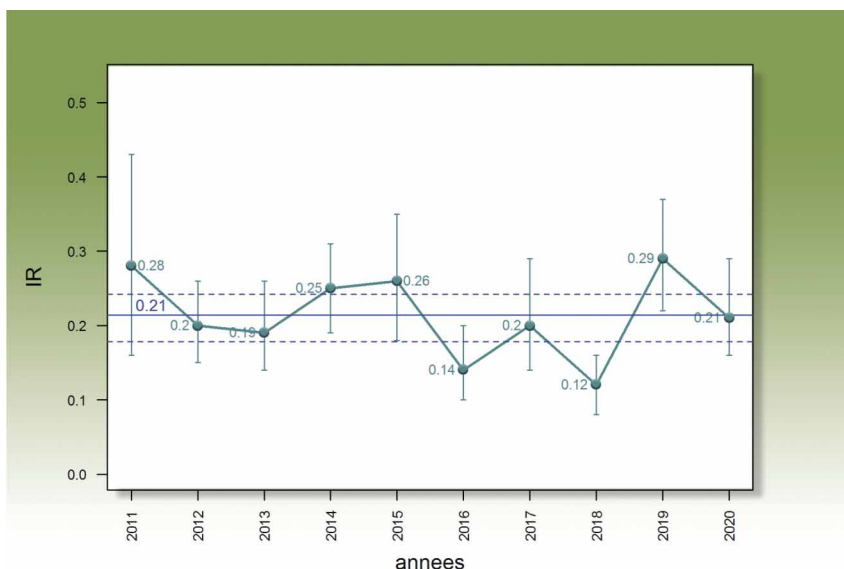
Protocole

La mise en œuvre du protocole est présentée dans la partie précédente (Estimation de effectifs de populations, Méthodes dites « indiciaires », p 37) et détaillée dans le document Sanchis (2021).

Résultats

Les valeurs de l'indice de reproduction mesuré depuis 2011 sur la population de Bavella avec ce protocole oscillent entre 0,12 et 0,29 avec une valeur moyenne de 0,21 (IC95 % = 0,18|0,24) (Figure 24 ; annexe 9).

Les résultats concernant l'estimation des indices de reproduction à travers la méthode d'IAA sur la population de Bavella sont rassemblés dans un compte rendu (Sanchis, 2021).



Évolution de l'indice de reproduction par Indice aérien d'abondance (IAA) pour la population de Bavella de 2011 à 2020.

■ Estimations des indices de gestation

En 1984, les gestionnaires ont conçu un protocole afin d'estimer un indice de gestation peu de temps avant la mise bas. Cet indice devait être comparé à l'indice de reproduction mesuré la même année pour essayer de quantifier le taux de mortalité natale ou post-natale des agneaux (Roux et Dubray, 1984b, 1985b ; Roux, 1986b, 1987c).

■ Protocole

La collecte des données est réalisée en différenciant femelles gestantes et non gestantes par observation en parcourant les secteurs de référence (secteurs échantillons retenus dans la méthode d'échantillonnage de hardes). Le protocole a été mis en place uniquement sur les secteurs de la Réserve d'Asco (voir Roux et Dubray, 1984b, 1985b ; Roux, 1986b, 1987c).

■ Résultats

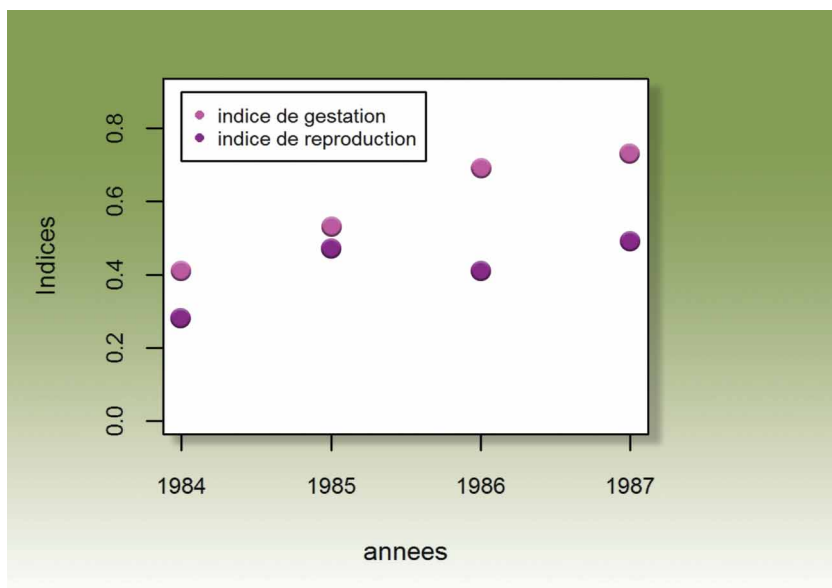
Entre 1984 et 1987, les indices de gestation varient de 0,41 à 0,73 (Figure 25 et annexe 10). Une comparaison avec les indices de reproduction obtenus dans le même secteur les mêmes années peut être faite car le protocole de collecte de données est comparable. Elle fait apparaître tous les ans une valeur plus faible de l'indice de reproduction par rapport à l'indice de gestation qui rend probablement compte de la mortalité d'une partie des jeunes en fin de gestation/première semaines de vie (Figure 25).

■ Critique de la méthode

La détermination de l'état gestatif d'une femelle mouflon par observation en nature est une opération délicate. Au-delà de 250 mètres ou si la femelle prend la fuite rapidement, il devient impossible de déterminer avec précision si la femelle est gestante ou non. Le pourcentage de femelles indéterminées est d'ailleurs très important la première année (52 %), puis en constante amélioration les années qui suivent (24,4 % la dernière année) grâce à l'expérience acquise (Roux, 1987c).

Par ailleurs le dérangement occasionné par l'approche de l'observateur durant cette période sensible pour la femelle est critiquable car il peut mettre en péril la fin de gestation et la viabilité du jeune.

La validité du protocole employé reste d'ailleurs à discuter car il n'a pas été réellement testé (Roux, 1987c). Il n'a pas été reconduit après 1987.



Comparaison des indices de gestation et des indices de reproduction obtenus en Réserve d'Asco de 1984 à 1987.

■ Bilan des estimations des indices liés à la reproduction

Suite aux premières études de P. Pfeffer (1963, 1967), trois protocoles scientifiques se sont succédés pour estimer l'indice de reproduction des populations de mouflons en Corse, mis en œuvre par l'ONCFS :

- échantillonnage de hardes par secteurs-échantillons de 1977 à 1989 ;
- Indice ponctuel d'abondance (IPA) de 1998 à 2009 ;
- Indice aérien d'abondance (IAA) de 2011 à 2020.

Éléments de réflexion liés aux différentes méthodes utilisées

L'utilisation comme indice de reproduction (mesure du succès reproducteur des femelles) du rapport nombre d'agneaux par nombre de femelles suppose notamment une probabilité de détection constante des jeunes, souvent plus difficiles à détecter que leur mère, d'un suivi à l'autre (pas d'effet des conditions météo, de la période d'échantillonnage... ; Hamann *et al.*, 2006)

Les premières études par « échantillonnages de hardes par secteurs-échantillons » n'ont pas fait l'objet de mesures répétées sur la saison concernée. Il n'est alors pas possible de mesurer l'incertitude autour de l'indice obtenu sur la base d'un seul passage induit (Morellet, 2008 ; voir Estimation des effectifs de populations). Par ailleurs, certains itinéraires ou secteurs-échantillons ont été modifiés voire supprimés d'une année sur l'autre, ce qui limite les possibilités de comparaisons interannuelles. Ces premiers résultats ont néanmoins permis d'apporter les premières données sur la reproduction du mouflon en Corse sur la base d'un protocole établi, d'observer des tendances et d'appréhender les particularités des populations insulaires.

Les Indices ponctuels d'abondance, comme nous l'avons vu, ont avant tout été développés pour suivre l'abondance relative d'une population. Ils n'ont jamais été validés comme une méthode fiable pour le suivi de la reproduction (Cugnasse et Garel, 2003). Au-delà de ce constat, certaines exigences du protocole n'ont pas toujours été strictement respectées lors de sa mise en œuvre en Corse (Garel *et al.*, 2005a ; Cugnasse et Garel, 2003) et notamment :

- nombre d'observateurs différents d'une année sur l'autre ;
- modification des points d'observation.

Les difficultés méthodologiques relatives à la mise en œuvre de l'IPA pour la population de Mouflons de Corse ont d'ailleurs finalement conduit à l'adoption de la méthode d'Indice aérien d'abondance (IAA).

Quel que soit le protocole employé, certaines limites restent immuables en raison des distances d'observations (p. ex. détermination du sexe [femelles cornues vs jeunes mâles]). De plus, les indices de reproduction calculés ne font pas la différence entre les femelles en âge ou pas de se reproduire. Or si la structure d'âge change d'une année sur l'autre, l'estimation de l'indice de reproduction et l'interprétation qui en découle seront biaisées. Le problème se complexifie pour les populations de Corse pour lesquelles l'accès à la reproduction se ferait plus tard (2 ans et demi avec une mise bas à 3 ans révolus) que sur le continent (1 an et demi avec mise bas à 2 ans révolus). Ce décalage dans la primiparité a pour conséquence l'inclusion dans le calcul de l'indice de reproduction d'un pourcentage plus important de femelles immature, faute de pouvoir les distinguer des femelles en âge de se reproduire, ce qui pourrait contribuer à expliquer les faibles valeurs d'indice de reproduction observés.

Seul un protocole par capture-marquage-recapture (CMR) permettrait d'établir une estimation fiable du succès de reproduction des femelles grâce à un suivi individuel, longitudinal, des événements de reproduction au cours de la vie de l'animal. Ces données permettraient notamment de distinguer en quoi les faibles valeurs d'indices de reproduction observées sont le fruit d'une faible survie néonatale des agneaux et/ou d'une faible productivité des femelles en âge de se reproduire et/ou d'un décalage de l'âge de primiparité (contribuant à inclure une proportion non négligeable de femelles non reproductrices dans le calcul de l'indice). Ce type de suivi a été mis en place sur la population du Cinto de 2011 à 2015 (voir 5/ Estimations du taux de survie par capture-marquage-recapture [CMR.]) et a permis de faire deux estimations :

- pour les femelles de 3 ans et plus, le taux de femelles suitées est égal à 0,31 [0,21 ; 0,43] avec n = 7 femelles
- pour les femelles de 4 ans et plus, le taux de femelles suitées est égal à 0,36 [0,24 ; 0,50] avec n = 5 femelles.

Étant donné la taille de l'échantillon réduite et le faible taux de recaptures visuelles, ces estimations sont à prendre avec beaucoup de précaution.

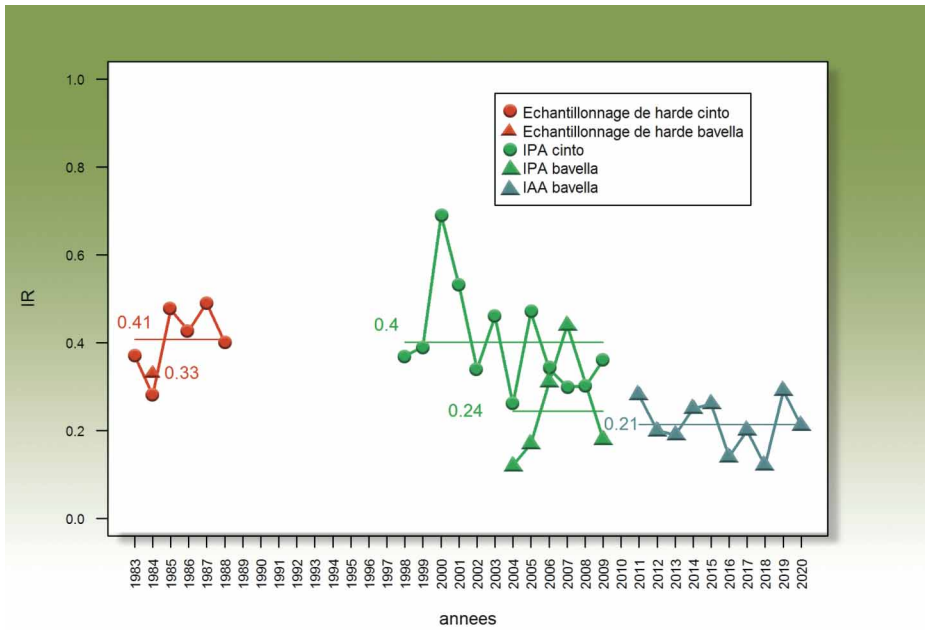
Éléments de réflexion liés aux résultats obtenus

Les indices de reproduction mesurés pour la population du Cinto comme pour celle de Bavella montrent une variabilité interannuelle limitée entre 1983 et 2020 ($ET < 0,10$) en particulier dans le cadre des IAA (Figure 26). Ils mettent en lumière également la différence de recrutement entre les deux populations, avec un indice de reproduction moyen presque 2 fois supérieur pour la population du Cinto par rapport à celle de Bavella (0,40 et 0,21 respectivement si on prend les dernières données disponibles ; Figure 27). La faible valeur d'indice mesurée depuis 2011 à Bavella (**0,21, IC95 % = 0,18 | 0,24**), doit être mise en perspective avec ce qui est obtenu sur les populations continentales de mouflons (Figure 27 ; où l'on observe entre 50 et 90 % de femelles suitées chaque année ; Ciuti *et al.*, 2009 ; Garel *et al.*, 2005b) tout en gardant en tête le décalage possible de l'âge de première reproduction dans les populations corses qui contribuerait mathématiquement à baisser la valeur de l'indice (voir ci-dessus). Ces valeurs d'indice de reproduction doivent en tout état de cause nous interpeller quant aux capacités de renouvellement de la population de Bavella et son maintien sur le moyen terme. Les efforts de conservation et de renforcement engagés depuis quelques années, doivent être poursuivis pour renforcer cette dynamique et sauvegarder cette population menacée.

Au cours des années, plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer ces faibles valeurs d'indice de reproduction :

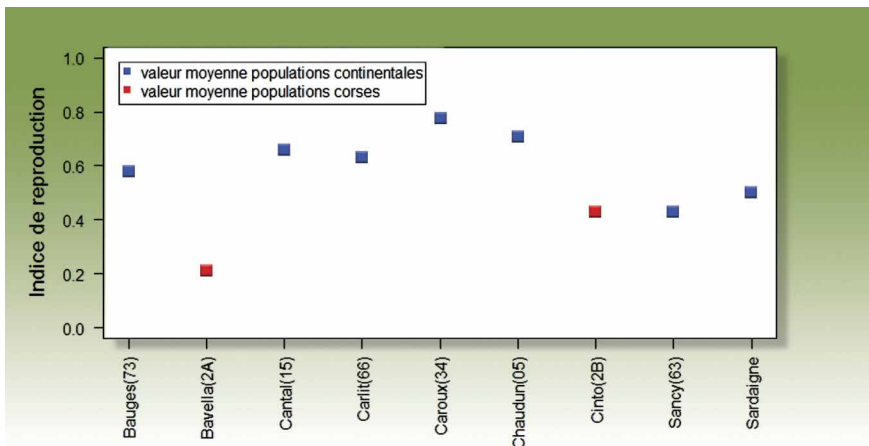
- réduction du pourcentage de femelles fertiles (Seriot, 1984) ;
- population vieillissante ;
- prédation importante sur les agneaux (aigle, renard, chien errant, dérangement par diverses activités anthropiques...) (Benedetti et Bergogne, 2003) ;
- populations limitées par la disponibilité alimentaire du milieu qui maintient la population à un niveau de productivité faible (Benedetti et Bergogne, 2003 ; voir Chapitre 5 - Régime alimentaire). Dans l'échelle de valeur des territoires pour le mouflon défini par Gindre (1979), l'habitat de la population d'Asco serait classé « bons à médiocres ». Les conditions alimentaires et écologiques hivernales pourraient être défavorables (alimentation des femelles gestantes ; déroulement du rut décalé par rapport à la population de Bavella et aux autres populations continentales) (Pietri, 1983) ;
- état sanitaire de la population (voir Chapitre 6 - Sanitaire).

Figure 26



Comparaison des indices de reproduction mesurés depuis 1983 dans la population du Cinto et 2004 dans la population de Bavella au printemps.

Figure 27



Indices de reproduction (rapport agneaux/femelles) mesurés dans les populations de mouflons en Corse, sur le continent et en Sardaigne (Sanchis, 2018).

Parmi toutes ces hypothèses, celle liée aux capacités d'accueil du milieu pourrait être la plus déterminante. On sait en effet que la reproduction de grands herbivores est modulée par les conditions environnementales rencontrées (quantité et qualité des ressources notamment), en lien direct avec la masse corporelle des animaux (Land, 1978 ; Garel *et al.*, 2005b ; Richard, 2016). Des indices de reproduction comparables sont observés en Sardaigne (IR=0.5), ce qui appuierait l'hypothèse de la faiblesse des ressources alimentaires, en lien notamment avec les latitudes où sont installées les populations (Ciuti *et al.*, 2009). À titre de comparaison, l'indice de reproduction est bien plus élevé de l'enclos de Quenza (0,80 ; voir Partie B : Conservation et développement), sur des animaux issus de la population de Bavella et nourris à volonté. Ces résultats laissent penser que la population serait régulée par les ressources disponibles, et que pour obtenir une dynamique plus productive il serait nécessaire d'agir sur les milieux et/ou la compétition pour l'accès aux ressources avec les ongulés domestiques.

Le taux de survie des agneaux a également été étudié par la méthode des échantillonnages de hardes. Les suivis ont mis en évidence une mortalité estivale importante pouvant aller jusqu'à 78,8 % à Bavella en 1984 (Dumain, 1985 ; annexe 7). Des taux élevés de mortalité estivale ont également été observés chez les agneaux de mouflons méditerranéens lors de sécheresse estivale (Garel *et al.* 2004 ; Gaillard *et al.* 2000 pour une estimation de la survie juvénile chez les ongulés en général).

Ces opérations d'estimation de l'indice de reproduction ont enfin permis de définir avec plus de précisions les **dates des premières naissances**. Elles ont lieu, d'une manière générale dans la 1^{re} quinzaine de mai pour la population du Cinto et autour de la deuxième quinzaine d'avril pour la population de Bavella. Ces données sont en accord avec les observations historiques issues des correspondances de 1820 à 1823 (Dubray, 1984d, 1985c). Ces résultats confirment un décalage de reproduction de deux semaines en moyenne, qui pourrait être interprété comme une adaptation de l'espèce à un enneigement plus tardif sur le massif du Cinto, où l'on enregistre régulièrement des chutes de neige au mois d'avril aux altitudes de mise-bas.

Estimations du taux de survie par capture-marquage-recapture (CMR)

Les premières opérations de captures de Mouflons de Corse ont eu lieu de mars 1984 au 31 décembre 1987, sur la Réserve ONC d'Asco, à l'aide de cages-pièges, dans le cadre d'un programme de capture-marquage-recapture. L'objectif était alors d'acquérir des connaissances relatives aux domaines vitaux et aux déplacements saisonniers des mouflons. Ainsi, 17 mouflons (10 mâles et 7 femelles) ont fait l'objet de suivi. Toutes les informations relatives à cette campagne sont présentées dans divers rapports (Vitti *et al.*, 1985, 1986 ; Dubray, 1985a ; Moreau, 1987a et b ; Roux, 1988a et b). Cette opération fut la première de Capture-marquage-recapture (CMR) mise en place à Asco. Le peu de fiabilité des matériels n'a pas permis un nombre suffisant de recaptures (contacts télémétriques) et peu de contacts visuels. Les difficultés d'accessibilité et la taille du territoire n'ont pas permis, à l'époque, d'obtenir des résultats probants.

Un deuxième protocole de CMR a été mis en place en 2011 sur la population du Cinto, dans le cadre du Programme régional de recherche et de développement. Ce type de protocole permet d'estimer différents paramètres démographiques et notamment les taux de survie, qui était le paramètre visé dans cette étude.

■ Protocole

La méthode CMR vise à capturer et marquer une proportion d'individus de la population étudiée et à les équiper de dispositifs de marquage afin de pouvoir par la suite les identifier et les suivre individuellement (à distance ou lors de recaptures physiques) tout au long de leur vie. Ce suivi permet notamment d'estimer différents paramètres démographiques comme la probabilité de survie des animaux ou le succès de reproduction des femelles.

En Corse, les captures ont eu lieu dans la RCFS d'Asco, en hiver, entre janvier et mars, à l'aide de cages-pièges. Le choix de la période tient compte de plusieurs facteurs. Sur le plan biologique, les captures commencent après la période de reproduction des mouflons, afin que le rut ne soit pas perturbé. Par ailleurs, à cette saison, les animaux se concentrent sur les versants les mieux exposés, à basse altitude, où l'enneigement est limité (secteur Mutola notamment) et où ont été disposées les cages-pièges pour optimiser les taux de captures. La disponibilité alimentaire plus limitée en hiver facilite également leur capture au moyen d'appâts naturels (lierre, gui). Ces captures ont été réalisées par les agents de l'ONCFS avec l'appui du PNRC et de l'ONF.

Une fois l'animal capturé, un certain nombre d'informations sont collectées :

■ caractéristiques de l'animal : sexe, âge, statut de reproduction, présence ou non de cornes pour les femelles, type et identification du marquage posé dans le cadre du suivi CMR (émetteur GPS ou VHF, boucles auriculaires (BA) et/ou bandes colorées) ;

- mesures biométriques : poids, longueur du tarse (Chevrier *et al.*, 2017), longueur des cornes, nombre et localisation de tiques ; circonférence du cou, indispensable afin d'adapter la longueur des colliers (VHF et GPS) ;
- prélèvements : fèces (analyse parasitaire), sang (suivi sanitaire), peau/poils (génétique), tiques (analyse des pathogènes) qui ont contribué à définir le statut génétique de l'espèce (voir chapitre 1 – Origines et Génétique) et à assurer la veille sanitaire (voir Chapitre 6 - Sanitaire).

■ Résultats et analyses

Entre 2010 et 2015, 93 mouflons ont été capturés. Entre 63 et 67 animaux ont servi aux analyses avec un échantillon relativement équilibré de mâles et de femelles (Tableau 7). La majorité des individus étaient des adultes (âge médian chez les mâles : 9 ans ; chez les femelles : > 3 ans sachant que l'âge exact ne peut pas être déterminé au-delà de 3 ans pour ce sexe). La probabilité de survie moyenne toutes classes d'âge et de sexe confondues est estimée à 0,55 avec les marques optiques (= recaptures visuelles) et à 0,46 avec les VHF. La probabilité de recapture visuelle est estimée à 0,74 avec les marques optiques (Tableau 7). Elle est de 1 pour le suivi par VHF qui permet de contrôler les animaux à distance sans avoir besoin de les voir grâce à l'émission radio de leur collier.



Tableau 7 Probabilités de survie en fonction des types de colliers de 2011 à 2015

	Marques optiques (n=67, 30 femelles, 37 mâles)	Émetteurs VHF (n=63, 28 femelles, 35 mâles)
Probabilité de survie ϕ	0,55 (0,40-0,70)	0,46 (0,36-0,56)
Probabilité de recapture (visuelle et télémétrique)	0,74 (0,46-0,91)	1,00

Les probabilités de survie estimées en Corse sont inférieures à celles observées sur le continent où la survie tout âge/sexe confondu est > 0,75 (Garel *et al.*, 2022).

Ces résultats doivent cependant être replacés dans le contexte :

- (1) d'un échantillon de taille limitée mélangeant mâles et femelles et plusieurs classes d'âges ;
- (2) d'une forte proportion (25 %) de jeunes de l'année pour les femelles et d'animaux de >8 ans (>50 %) pour les mâles ; deux classes d'âge dont on sait que la survie attendue est particulièrement faible (environ 0,60 sur le continent ; Garel *et al.*, 2022), notamment pour une espèce dont très peu d'animaux dépassent les 12 ans ;
- (3) d'un suivi limité à 5 années alors que la variabilité interannuelle peut être marquée, notamment chez les jeunes et les vieux animaux qui peuvent présenter certaines années des survies particulièrement basses en fonction des conditions environnementales ;
- (4) enfin les captures interviennent en hiver, à une période où les animaux sont affaiblis par la disponibilité limitée des ressources alimentaires et le parasitisme qui peut être important. Par conséquent, il est possible que les animaux affaiblis soient sur-représentés dans l'échantillon (attirés par les ressources disposées dans les systèmes de capture) et que de fait l'estimation de la survie soit biaisée. Dans ce contexte, il faut se garder d'extrapoler ces estimations à l'ensemble de la population.

Bilan et perspectives des études démographiques

Depuis les années 70, différents protocoles se sont succédé en Corse pour étudier les paramètres démographiques des populations de mouflons (Tableau 8). Au fur et à mesure de l'évolution des concepts, les gestionnaires sont progressivement passés de protocoles de dénombrements dits exhaustifs à des méthodes plus précises et plus fiables reposant sur des tendances indiciaires et/ou tenant compte de la probabilité de détecter les animaux (Tableau 9). Un protocole de suivi biologique doit s'inscrire dans une démarche de veille régulière, sur le moyen et le long terme, en limitant au maximum les biais pouvant survenir au cours du temps, permettant ainsi une extrapolation à plus vaste échelle géographique et temporelle (Besnard et Salles, 2010). Plusieurs variables inhérentes à l'espèce (détectabilité, biologie...) et au territoire dans lequel elle évolue (contextes biogéographique et topographique du site) sont à considérer. L'indice aérien d'abondance (IAA) réalisé depuis 2011 sur la population de Bavella en est un bon exemple. Ce protocole permet d'obtenir à la fois des informations sur l'indice de reproduction des femelles mais également de mesurer les variations d'abondance de la population au cours des années.

Il est reconnu que l'étude des individus marqués tout au long de leur vie (CMR) est le moyen le plus fiable pour obtenir des informations sur les paramètres démographiques (probabilités de survie et de reproduction) dans les populations en liberté et d'étudier les facteurs qui structurent les variations de ces paramètres au cours du temps (Festa-Bianchet *et al.*, 2017). En Corse, cette opération a permis d'apporter des premiers éléments sur la probabilité de survie de l'espèce qui mériteraient d'être poursuivis en capturant et marquant plus d'animaux (au moins 15 par an) sur plusieurs années (au moins 10 années). Ce protocole permettrait de pouvoir tester le rôle des caractéristiques environnementales (habitats utilisés, conditions climatiques, contexte sanitaire) et individuelles (parasitisme, condition physique) sur la survie/reproduction des animaux marqués tout en contrôlant les effets de l'âge et du sexe bien connus chez l'espèce. Il serait alors particulièrement important d'avoir recours à des méthodes permettant une capture la moins sélective possible afin d'obtenir un échantillon le plus représentatif qui soit de la population. Les agneaux devraient être ciblés en priorité afin d'identifier ce qui impacte leur survie et pourquoi le recrutement sur l'île est si faible. En parallèle, bien que relativement difficile à estimer dans les milieux rencontrés en Corse, l'estimation du statut reproducteur des femelles ré-observées de manière répétées de la période des mises bas jusqu'au début de l'hiver permettrait à la fois d'apporter des informations sur leur performance reproductive et sur la survie du jeune sans avoir alors besoin de le marquer (p. ex. sur l'isard : Richard *et al.*, 2017).

Tableau 9

Récapitulatif des protocoles utilisés dans le cadre des études démographiques des populations de Mouflons de Corse

Protocole	Date	Population concernée	Estimation d'effectifs	Indice de reproduction	Indice de gestation	Estimation du taux de survie
Approches et affuts combinés (AAC)	1982 à 2003	Cinto et Bavella	X			
Survols aériens	2003 à 2009	Cinto et Bavella	X			
Indice aérien d'abondance (IAA)	2011 à 2020	Bavella	X	X		
Échantillonnage de hardes par secteurs échantillons	1983 à 1989	Cinto et Bavella		X	X	
L'indice ponctuel d'abondance (IPA)	1998 à 2009	Cinto et Bavella		X		
Capture-marquage-recapture (CMR)	2011 à 2015	Cinto	(X)	X	(X)	X

X : fait dans le cadre des études de populations de Mouflons de Corse ; (X) : possible mais n'a pas été réalisé dans le cadre des études du Mouflon de Corse

Dénombrements	Méthodes dites « exhaustives »
	<p>1963 - premières estimations d'effectifs (P. Pfeffer) Bavella : 40 à 50 individus Cinto : 40 à 60 individus</p>
	<p>1982 à 1987 –Approche et Affûts Combinés Bavella : sur 71 % de l'aire de répartition, 190 individus Cinto : sur 54 % de l'aire de répartition, 394 individus</p>
	<p>2006-2007 – survols aériens Bavella : sur 23 % de l'aire de répartition, 112 individus Cinto : sur 41 % de l'aire de répartition, 603 individus</p> <p>2009 – survols aériens Cinto : sur 62 % de l'aire de répartition, 879 individus</p>
	Méthodes dites « indiciaires »
	<p>2011 à 2020 – indice aérien d'abondance Bavella : de 71 à 137 individus en moyenne par sortie selon les années</p>
Indice de reproduction	Méthodes dites « exhaustives »
	<p>1963 - premières estimations d'effectifs (P. Pfeffer) Bavella : 0,67 (échantillon très faible)</p>
	<p>1983 à 1989 – échantillonnage de hardes Cinto : 0,28 à 0,53 (printemps) et 0,14 à 0,31 (automne) Bavella : 0,33 (1984)</p>
	<p>1998 à 2003 – indice ponctuel d'abondance Bavella : 0,12 à 0,44 (moyenne de 0,25) Cinto : 0,24 à 0,71 (moyenne de 0,39)</p>
	Méthodes dites « indiciaires »
	<p>2011 à 2020 – indice aérien d'abondance Bavella : 0,12 à 0,29 (moyenne décennale : 0,21)</p>



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- Dans l'ensemble, les effectifs de mouflons ont progressé sur l'île depuis les années 1950, deux mesures essentielles ont contribué à cette augmentation : « sa chasse interdite » en 1953 et la création des Réserves de chasse de Bavella et d'Asco.
- En 2009, lors d'un comptage aérien couvrant 62 % de l'aire de distribution, 879 mouflons ont été dénombrés pour la population du Cinto.
- Lors des comptages aériens couvrant 15 % de l'aire de distribution, menés dans le cadre du suivi IAA (2011-2020), la valeur maximale obtenue (en 2014) est de 216 mouflons pour la population de Bavella.
- Ces estimations sont des valeurs à minima du nombre d'animaux réellement présents dans chaque population et ne sont pas directement comparables entre elles, ni extrapolables à l'ensemble de l'aire de répartition de chaque population (les surfaces échantillonnées se concentrent sur les meilleurs habitats pour la population de Bavella).
- L'application d'un suivi indiciaire sur Bavella depuis 2011, avec un protocole standardisé, ne montre aucun signe de croissance.
- L'indice de reproduction (nombre d'agneaux/nombre femelles observés au printemps) est particulièrement faible dans les deux populations.
- L'indice de reproduction est en moyenne 1,5 à 2 fois plus important au Cinto (0,39 - 0,53) qu'à Bavella (0,21 - 0,33) qui enregistre ces dernières années parmi les plus faibles valeurs (0,12 en 2014 et 2018) reportées pour l'espèce (sur les autres îles comme sur le continent).
- L'intervalle des mises-bas se situe entre le 1^{er} mai et le 15 juin pour la population du Cinto, avec un pic des naissances entre le 15 et le 30 mai.

L'intervalle des mises-bas se situe entre le 1^{er} avril et le 15 mai pour la population de Bavella, avec un pic des naissances entre le 1^{er} et 15 le mai.





3 – Aires de répartition

Contexte

La connaissance de la répartition d'une population animale constitue un préalable indispensable à sa gestion. Or, jusqu'en 1977, aucun document synthétique sur la répartition du mouflon en Corse n'était disponible. Il est rapporté dans les textes historiques de 1531 à 1960 (Dubray et Roux, 1985) que le mouflon était présent depuis Bavella jusqu'au Niolo et qu'il était abondant. Les communes souvent citées sont surtout celles de l'aire de la population du Cinto (Lozzi...) mais il y est également fait mention de sa présence dans plusieurs villages le long de la chaîne centrale où il n'est plus présent aujourd'hui (Bocognano, Vizzavona, Ghisoni, Guagno, Rontondo...).

Dans les correspondances datant de 1820 relatives à l'achat de mouflons corses pour le compte du gouvernement (Dubray, 1984d, 1985c), il est indiqué qu'à cette époque déjà, les populations de mouflons insulaires étaient cantonnées aux secteurs montagneux de l'île. Pfeffer (1967) mentionne lui aussi que la majorité des montagnes étaient peuplées de mouflons au 19e siècle notamment dans le massif du Monte d'Oro au centre de l'île (vallée du Verghello), lors de la construction de chemin de fer (années 1870-1880).

En 1920, le retour des survivants de la Première guerre mondiale va constituer un tournant pour l'espèce. Ces hommes armés de fusils de guerre plus précis et permettant des tirs à de plus grandes distances, déciment les populations sur les massifs du Rotondu, du Monte d'Oru et du Renosu (Pfeffer, 1967). L'aire de répartition des populations de mouflons se restreint, les animaux présents dans les secteurs montagneux les plus sauvages de l'île subsistent. Deux noyaux de populations se maintiennent ainsi sur l'île : une population au nord dans le massif du Cinto et une population au sud dans le massif de Bavella dont la démographie suscite de nombreuses interrogations sur sa capacité à persister sur le long terme (voir chapitre 2).

Cartographie des aires de répartition

En 30 ans, l'aire de répartition du mouflon en Corse a fait l'objet de 3 opérations de cartographie dédiées ; en 1977 (ONC), 1984 (ONC) et 2004 (ONCFS/PNRC dans le cadre du LIFE). Malgré quelques différences méthodologiques, la comparaison de ces données permet de mesurer l'évolution spatiale des deux noyaux de populations de mouflons en Corse et d'identifier les zones d'extension/régression de l'espèce et de stagnation spatiale.

Les aires d'extension du Mouflon de Corse ont pu être cartographiées suivant deux échelles distinctes :

- échelle communale ;
- échelle infra-communale.

Les détails des personnes ressources et des protocoles méthodologiques mis en place pour ce suivi sont présentés dans le document Benedetti *et al.* (2005b).

Il faut noter en parallèle l'existence des enquêtes nationales des populations d'ongulés de montagne (Chamois, Isard, Mouflon de Corse et Mouflon méditerranéen), réalisées pour la première fois en 1989 par le Centre national d'études et de recherche appliquée (CNERA) faune de montagne de l'ONCFS, dont l'objectif était de dresser une carte de référence de la répartition des populations de chaque espèce concernée, et de recueillir des informations sur son statut et sa gestion. Quatre mises à jour ont par la suite été réalisées, en 1995, 2006, 2011 et 2016 (Cugnasse, 1993a, 1997a ; Benedetti, 2006 ; Corti, 2006, Corti *et al.*, 2013 ; Barboiron *et al.*, 2018).

Ces enquêtes nationales ont nécessité la concertation des partenaires mais n'ont pas fait l'objet de la mise en œuvre d'étude de terrains dédiés comme cela a été le cas pour les 3 opérations de cartographies régionales citées précédemment (1977, 1984 et 2004). La comparaison des résultats entre enquêtes régionales et nationales (CNERA) ne peut être faite car d'une part, les premières enquêtes du CNERA prenaient en compte la répartition sur le territoire national des Mouflons de Corse et des Mouflons méditerranéens et d'autre part, les méthodes appliquées en 2016 sur les seules populations originelles de Corse n'ont pas été établies comme précédemment.

■ Évolution des aires de répartition du Mouflon de Corse à l'échelle communale

Protocole

La répartition du mouflon à l'échelle communale a été établie en 1977, 1984 et 2004 sur base de la méthodologie « présence-absence » à partir d'une enquête auprès de personnes-ressources mobilisées dans cette étude. L'espèce est considérée présente sur une commune si à un moment quelconque du cycle annuel, un (ou des) individu(s) ont fréquenté la commune concernée (Tableau 10).

Résultats

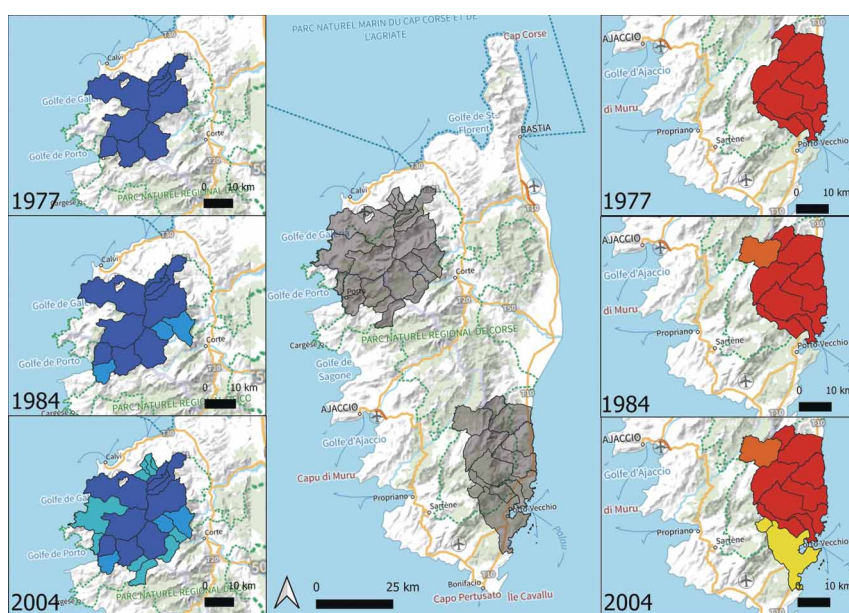
La Figure 28 présente une synthèse de l'évolution à l'échelle communale de l'aire d'extension du Mouflon de Corse entre 1977, 1984 et 2004.

En un peu moins de 30 ans, l'aire de répartition du Mouflon de Corse s'est étendue sur 18 nouvelles communes (13 dans le massif du Cintu, 5 dans le massif de Bavella), pour un total de 33 communes concernées par la présence du mouflon en 2004 (22 dans le Cintu, 11 à Bavella). Cette extension géographique se serait notamment accélérée entre 1984 et 2004, avec 14 nouvelles communes « colonisées » par le mouflon durant cette période (Tableau 10).

Bien que cette méthode de cartographie à l'échelle communale fasse apparaître un accroissement de l'aire de répartition, elle reste relativement imprécise puisqu'une présence en un point d'une commune est symbolisée par la présence sur l'ensemble du territoire communal. Or, les superficies communales diffèrent grandement (ex : 6 km² pour Nessa, 183 km² pour Calenzana). C'est la raison pour laquelle les gestionnaires ont souhaité compléter ces données par des aires de répartition obtenues à une échelle infra-communale (voir Évolution des aires de répartition du Mouflon de Corse à l'échelle infra-communale).

Il faut noter que la population relictuelle de Venaco (voir Partie B : conservation et développement – Chapitre 1) n'a pas été représentée car elle est issue d'une introduction récente (1967-1971) de mouflons hybrides et a disparu naturellement (Benedetti *et al.*, 1986).

Figure 28



Évolution à l'échelle communale de l'aire d'extension du Mouflon de Corse entre 1977, 1984, 2004 (Benedetti *et al.*, 2005b ; données mises à jour).

Date	Nb de communes pour la population du nord (Massif du Cintu)		Nb de commune pour la population du sud (Massif de Bavella)		Protocole	Source
	Haute-Corse	Corse-du-Sud	Haute-Corse	Corse-du-Sud		
1977	Albertacce ; Asco ; Calenzana ; Manso ; Mausoleo ; Olmi-Capella ; Poggiola	Serriera ; Evisa	Chisa ; Solaro	Conca ; Lecci ; Quenza ; San Gavino Sari- Solenzara ; Zonza	Témoignages de la garderie de l'ONC, de l'ONF et des bergers	Gindre, 1977
Total	7	2	2	6		
1984	Corscia ; Lozzi	Ota	-	Zicavo	Présence-absence à l'échelle communale à partir d'enquête réalisée par les services de garderie et du service technique de l'ONC en Corse	Dubray, 1984b ; Nicolini, 1985
Total	9	3	2	7		
2004	Calacuccia ; Casamaccioli ; Feliceto ; Galeria ; Nessa ; Muro ; Zilia ;	Cristinacce ; Letia ; Partinello	-	Carbini ; Porto-Vecchio ;	Présence-absence à l'échelle communale à partir d'une synthèse des observations de terrain faites par les différents personnels (ONCFS et PNRC.) et d'enquête réalisée auprès des utilisateurs de la nature : bergers, adeptes de la montagne, chasseurs.	Benedetti et al., 2005b
Total	16	6	2	9		

Les communes citées après 1977 s'ajoutent à celles des années précédentes

■ Évolution des aires de répartition du Mouflon de Corse à l'échelle infra-communale

Protocole

La répartition à échelle infra-communale permet de délimiter plus précisément les noyaux de populations en définissant des contours géographiques. Elle s'est faite sur la base de témoignages de personnes-ressources en utilisant des outils cartographiques de type SIG (Benedetti et al., 2005b). Les enquêtes à l'échelle infra-communale ont été réalisées en 1977 et 2004, selon des protocoles similaires et peuvent donc être comparées.

Résultats

La comparaison des données cartographiques entre 1977 et 2004 permet d'avoir une tendance sur l'évolution spatiale des populations sur l'île. En un peu moins de 30 ans, l'aire de répartition totale du mouflon en Corse a augmenté d'environ 50 %, passant d'une superficie de 555 à 820 km², ce qui correspond à une progression de 9,8 km²/an (Figure 29 ; Tableau 11).

Le noyau de population du Cintu a connu en 27 ans un accroissement spatial de 60 % (Figure 29 ; Tableau 11). Cette extension s'est faite dans différentes directions à partir du noyau central historique centré sur la RCFS d'Asco (Monte Grosso vers le nord, Forêt de Bonifatu et Fangu vers l'ouest, forêt d'Aitone vers le sud), avec une avancée toutefois plus notable en direction du sud est, dans la région du Niolu (résultats confirmés par l'étude des zones basses d'hivernage de l'ONF, [ONF, 2005]).

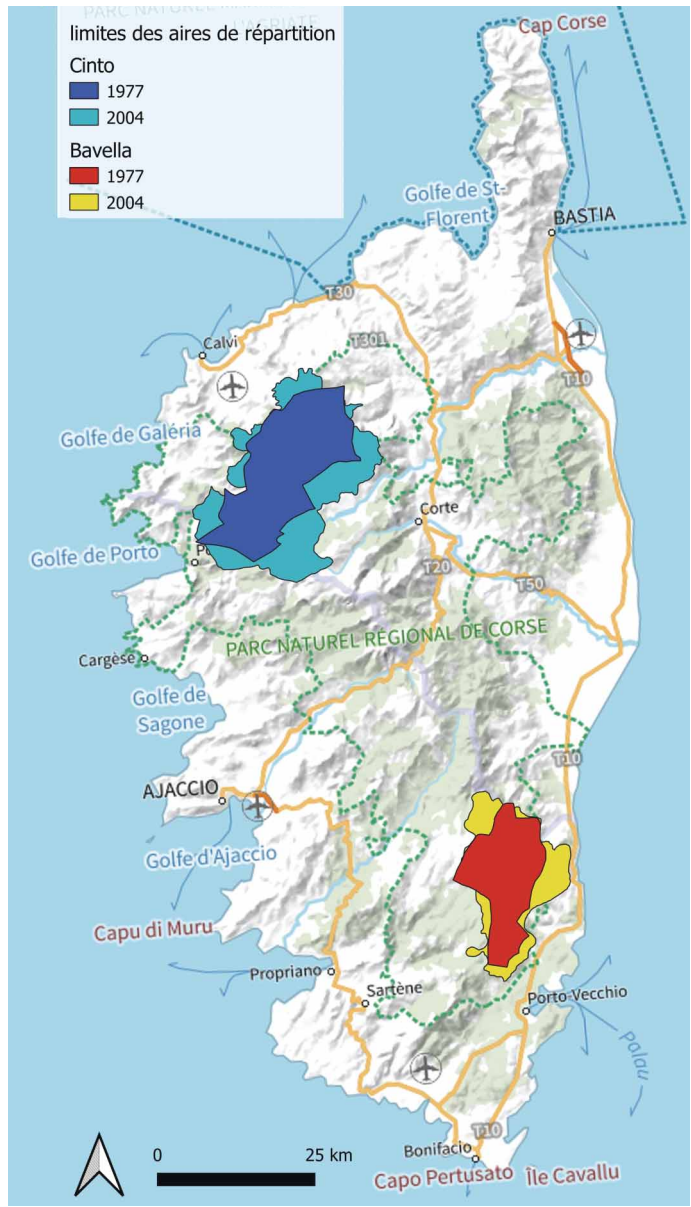
La superficie du noyau de Bavella a augmenté d'environ 30 % entre 1977 et 2004 (Figure 29 ; Tableau 11). Les principales zones concernées par cette extension, par rapport au noyau historique centré sur la RCFS de Bavella,

se situent principalement vers l'est (plaine de Solenzara) et le nord-ouest (Monte Incudine, Monte Malo, avec une zone de fréquentation estivale exceptionnelle localisée au-delà de la limite nord par l'étude ONF). On note également une légère avancée vers le sud (l'Ospedale) et l'ouest (Zonza, Carbini) qui n'est toutefois pas confirmée par l'étude des zones basses d'hivernage de l'ONF.

Les extensions constatées tant dans la population du Cinto (au sud vers la région du Niolu) que dans la population de Bavella (au nord vers la région du Fium'Orbu) n'ont pas permis la recolonisation des massifs de la chaîne centrale historiquement occupés (Rotondu, Monte d'Oru, Rensu, voir plus haut). Le mouflon en Corse reste pour l'instant cantonné aux massifs du Cinto et de Bavella.

Il faut également noter qu'une cartographie des zones basses d'hivernage du Mouflon de Corse a été réalisée au cours des hivers 2003-2004 et 2004-2005 par l'ONF dans le cadre du programme LIFE (ONF, 2005). Cette étude n'est pas présentée ici car elle rentre dans le cadre des études des sites favorables, préparatoires aux relâchers. Néanmoins, les observations de terrain réalisées dans le cadre de cette mission ont permis de proposer des ajustements sur les limites des aires de répartitions établies en 2004 à partir des enquêtes, en identifiant les zones d'extension et de régression (voir ONF, 2005).

Figure 29



Évolution à l'échelle infra-communale de l'aire d'extension du Mouflon de Corse de 1977 à 2004.

Population	1977	2004	Extension			Source
			Km ²	%	Km ² /an	
Cintu	328	525	197	60	7,3	Benedetti <i>et al.</i> , 2005b
Bavella	227	295	68	30	2,5	
Total	555	820	265	48	9,8	

■ Bilan des aires de répartition et perspectives

Les trois enquêtes de répartition menées entre 1977 et 2004 témoignent de l'évolution géographique des deux noyaux de population, tant à l'échelle communale qu'infra-communale. Elles ont aussi permis d'affiner le contour des aires de répartition. Bien que les résultats d'enquêtes montrent une indiscutable extension, son ampleur réelle et la précision des tracés peuvent être discutés. Le nombre de données disponibles et/ou d'observateurs par exemple n'est pas connu, et une variation du nombre de participants (de l'effort d'échantillonnage) d'une enquête à l'autre pourrait avoir un impact sur les résultats. De la même façon, les cartes disponibles pour l'enquête infra-communale de 1977 ne permettent pas de réaliser un tracé précis de l'aire de répartition et donc, d'avoir une superficie précise.

Depuis 2004, aucune étude complète et détaillée n'a été entreprise pour redéfinir l'aire de répartition des deux populations. L'opération de comptage par hélicoptère (IAA) de 2009 (voir Chapitre 2 – Études démographiques/ Survol aérien - de 2003 à 2009 -) de la population du Cinto a tout juste permis de préciser la limite de l'aire d'extension cartographiée en 2004, qui est alors passée de 525 à 552 km². Ces 15 dernières années, les données et observations collectées dans le cadre des enquêtes nationales des ongulés de montagne suggéreraient un ralentissement de la dynamique d'extension (Corti *et al.*, 2013 ; Barboiron *et al.*, 2018). Les raisons pourraient être liées tant à l'écologie comportementale de l'espèce (difficulté à franchir certaines barrières paysagère ou anthropiques, Marchand *et al.*, 2017) qu'à l'accroissement ces dernières années des dérangements auxquels elle doit faire face. Ce ralentissement fait aussi écho, notamment sur Bavella, à un indice de reproduction particulièrement faible et une tendance démographique stable depuis 2011 (voir Chapitre 2 – Études démographiques). Pour confirmer ces observations, il apparaît aujourd'hui nécessaire d'actualiser l'enquête de répartition de 2004 pour les deux populations de Corse.



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- En 1977 et en 2004 le Mouflon occupait respectivement 555 km² et 820 km², soit 6,4 et 9,4 % de la surface de l'île.
- Entre 1977 et 2004, les enquêtes de répartition témoignent d'une extension géographique des deux noyaux : + 60 % pour la population du Cinto (pour surface totale de 525 km²) et + 30 % pour la population de Bavella (295 km²).
- Depuis 2004, la progression/l'expansion géographique de l'espèce semble avoir fortement ralentie, ce qui devrait encourager les gestionnaires à mettre en place une nouvelle enquête pour quantifier cette tendance.





4 – Sélection et utilisation de l'habitat

Contexte

La destruction et la fragmentation des habitats ont été identifiées comme des causes majeures d'extinction des espèces (Fahrig, 2003 ; Venter *et al.*, 2006). Dans ce contexte, la question de savoir comment, quand et pourquoi les animaux sélectionnent certains habitats plus que d'autres est devenue centrale pour les gestionnaires afin d'évaluer les habitats à conserver ou à restaurer. Par ailleurs, pour faire face aux changements environnementaux, une des réponses comportementales les plus couramment adoptée par la faune sauvage consiste à utiliser et sélectionner différemment son habitat (Walther *et al.*, 2002). Les oiseaux par exemple, font preuve d'une grande plasticité écologique qui leur permet de répondre efficacement à ces changements (Charmantier *et al.*, 2008). La réponse des espèces aux modifications des conditions environnementales peut s'exercer tant à l'échelle temporelle (p. ex. adaptation des dates de migration chez les oiseaux en lien avec le changement climatique, Sparks, 1999) que spatiale (p.ex. déplacements altitudinaux chez des ongulés de montagne, Büntgen *et al.*, 2017). Enfin, la sélection d'habitat ne doit pas être vue simplement comme un facteur primaire de distribution des espèces. Elle contribue aux performances de survie et de reproduction des individus, et de fait, à la dynamique des populations (Gaillard *et al.*, 2010 ; Pulliam et Danielson, 1991). Dès lors, on comprend aisément que l'étude de la sélection d'habitat d'une espèce vulnérable permet d'apporter des connaissances précieuses qui vont contribuer à sa gestion et à sa conservation.

Dans son habitat d'origine (p. ex. Arménie, Turquie, Iran), le mouflon peut occuper plaines, collines, steppes, prairies de montagne avec une préférence pour les terrains accidentés qui offrent une grande visibilité face aux risques de dérangements et à la prédation (Baskin et Danell, 2003 ; Bleyhl *et al.*, 2018). L'espèce a cependant su s'adapter à une grande diversité de milieux grâce à une importante plasticité comportementale et alimentaire (Chapitre 5 - Régime alimentaire). On la retrouve aujourd'hui des zones côtières (baie de Somme) aux massifs de hautes montagnes (Alpes), des terrains plats aux habitats accidentés, et des zones ouvertes aux forêts denses (par exemple la pampa en Argentine contre les forêts continentales d'Europe de l'Est).

En Corse, la façon dont le mouflon utilise et sélectionne le milieu a été étudiée à différentes échelles spatiales et à travers différentes méthodes qui sont présentées dans cette partie. Avant d'aborder ces travaux, il convient d'apporter quelques éléments théoriques qui faciliteront la compréhension et la lecture.

■ Définition de l'habitat

Le terme habitat est utilisé dans de nombreux travaux, mais sa définition exacte et le sens qui lui sont donnés sont parfois vagues et imprécis (Hall *et al.*, 1997; Morrison, 2001). La définition retenue dans le cadre de ce document, est celle de Hall *et al.* (1997), qui définit l'habitat comme « l'ensemble des ressources et conditions présentes dans une aire qui produisent son occupation – incluant la survie et la reproduction – par un organisme donné ». Elle est liée à une autre notion clé, celle de niche écologique au sein de laquelle les animaux sont mobiles et se déplacent à la recherche des conditions les plus favorables en matière de reproduction et de survie. Cette sélection de l'habitat le plus favorable est définie par Hall *et al.* (1997), comme « un processus hiérarchique impliquant une série de décisions comportementales innées et acquises prises par un animal à propos de l'habitat qu'il devrait utiliser aux différentes échelles de l'environnement ».

■ Échelles d'études et méthodes

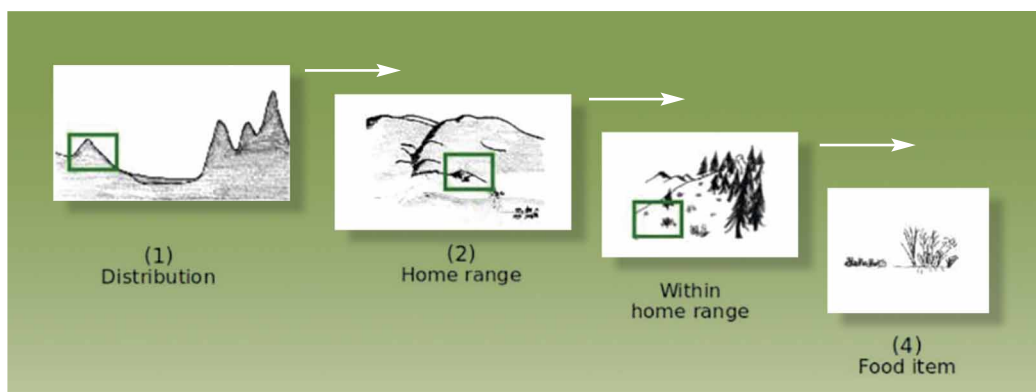
La notion d'échelle évoquée précédemment est essentielle dans le concept de sélection d'habitat.

D'une part parce que cette sélection s'exprime à différentes échelles spatiales et temporelles en lien avec l'hétérogénéité de l'environnement (Morris, 1987; Wiens, 1989 ; Figure 30). Ainsi la mise en évidence de certains mécanismes de sélection pourra se faire à une certaine échelle et sera impossible à d'autres (Mayor *et al.*, 2009). D'autre part parce qu'il a été montré que les décisions prises par les animaux à grande échelle se produisent moins fréquemment mais sont susceptibles d'avoir plus d'influence sur leur valeur sélective que celles prises à petite échelle (Senft *et al.*, 1987). En d'autres termes, les facteurs les plus importants pour la survie et la reproduction d'un individu seraient d'abord sélectionnés aux plus larges échelles. Une étude de sélection d'habitat, pour être complète nécessite donc, bien souvent, de se placer à différentes échelles spatiales et temporelles.

À ce titre, Johnson (1980) a proposé 4 échelles où la sélection d'habitat peut s'opérer (Figure 30) :

- (1) la sélection de l'aire de répartition géographique par l'espèce ;
- (2) la sélection du domaine vital sur une zone au sein de cette aire de répartition ;
- (3) la sélection des sites alimentaires utilisés par l'individu au sein de son domaine vital ;
- (4) la sélection au niveau des ressources alimentaires, au sein d'un site utilisé par l'animal.

Figure 30



Différents niveaux de la sélection d'habitat définis par Johnson (1980).

Les différentes études de sélection d'habitat menées en Corse ont porté sur les 3 premiers niveaux définis par Johnson. Le 4e niveau correspond plutôt aux études liées au régime alimentaire même si dans ce cas précis seule « l'utilisation » (et non la sélection) a été mesurée (voir Chapitre 5 - Régime alimentaire).

■ Notion de compromis entre couverture et nourriture

Les grands herbivores doivent en permanence trouver le juste équilibre entre l'accès à une nourriture abondante et de qualité et se protéger du risque de prédation et des mauvaises conditions climatiques. Dans la mesure où un même habitat n'offre que rarement les deux composantes, les choix de l'animal seront souvent une affaire de compromis entre coûts et bénéfices. Ce compromis entre ressource alimentaire et protection/refuge permet dans beaucoup de situations d'expliquer la sélection d'habitat des ongulés sauvages et apparaît dans la littérature sous le concept de *food/cover trade-off* (Lima et Dill, 1990 ; Mabile *et al.*, 2012; Mysterud et Østbye, 1999).

Études de l'utilisation et de sélection d'habitat menées en Corse

Les premiers travaux sur l'écologie spatiale du Mouflon de Corse ont débuté en 1984 par la capture de 17 individus qui ont été équipés de colliers VHF, de marques optiques et suivis pendant 3 ans. L'objectif était alors d'étudier l'étendue des domaines vitaux et leur variation saisonnière. La durée de vie limitée des émetteurs n'a pas permis de réaliser les analyses spatiales initialement prévues (Dubray, 1985a ; Vitti *et al.*, 1985 ; Roux, 1988b). Par la suite, d'autres études ont cherché à mettre en évidence la façon dont l'espèce utilise son habitat en associant

aux occurrences de l'espèce (observations, données d'enquêtes...), des caractéristiques environnementales prises individuellement (p. ex. altitude et végétation dans ONF, 2005). Ces études se sont contentées de décrire simplement la façon dont le mouflon utilise ou se distribue dans son habitat. Or, pour étudier précisément la façon dont une espèce sélectionne son habitat, il est nécessaire de comparer les conditions environnementales qu'elle utilise aux conditions environnementales disponibles, afin de déterminer les facteurs environnementaux qui affectent le plus sa distribution (Aebischer *et al.*, 1993 ; Hirzel *et al.*, 2002 ; Manly *et al.*, 2002). Il est également nécessaire de mettre en œuvre des méthodes d'analyses statistiques qui permettent d'extrapoler les résultats obtenus à partir d'un échantillon représentatif de l'ensemble de la population.

Une première approche de ce type a été initiée par Poradowski (2012) dans le cadre d'un travail portant sur la variation de la sélection saisonnière de l'habitat en fonction du sexe chez le Mouflon de Corse. Cette étude s'est appuyée sur les données de localisations issues de colliers GPS posés dans le cadre du protocole CMR mis en place sur la RCFS d'Asco (voir Chapitre 2 – Études démographiques). La taille réduite de l'échantillon (7 individus, 5 mâles et 2 femelles) a limité la puissance statistique des tests mais les résultats ont néanmoins permis d'appréhender des premières tendances pour l'espèce en Corse.

Une approche beaucoup plus complète a été engagée en 2015 par Sanchis (2018), qui a porté sur l'étude de l'utilisation et de la sélection d'habitat du Mouflon de Corse à différentes échelles spatiales et temporelles. L'objectif de ce travail était d'évaluer l'effet de différentes variables environnementales (ressources alimentaires, habitats naturels, facteurs abiotiques, dérangement...) sur la probabilité d'occupation de l'espèce, et donc de déterminer celles qui pèsent dans les choix de sélection de l'habitat. Ces processus ont été étudiés à travers :

- une échelle large populationnelle à l'aide d'un protocole de type présence/absence (MacKenzie *et al.*, 2005) ;
- une échelle plus fine individuelle reposant sur des localisations GPS. Les données GPS ont permis également de travailler à deux échelles temporelles :
 - une échelle saisonnière ;
 - une échelle circadienne.

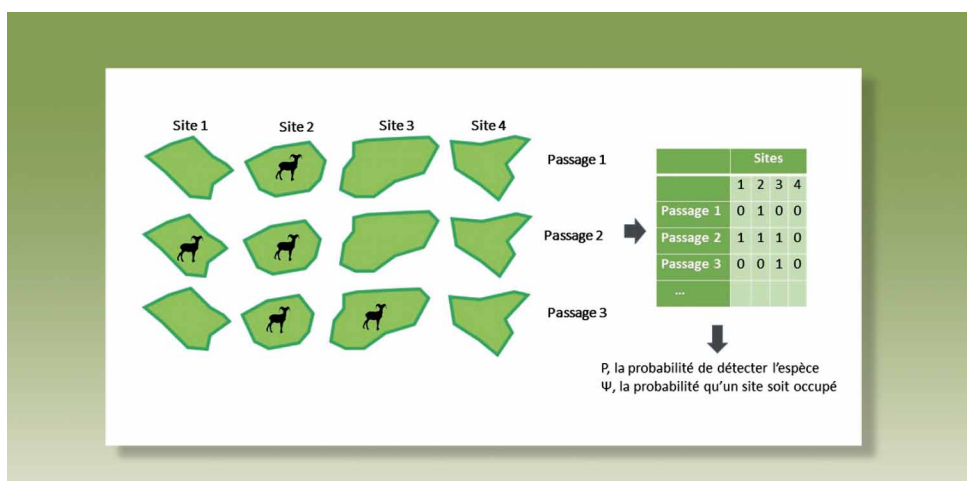
Les résultats obtenus dans le cadre de ce travail sont présentés par la suite.

■ Méthode

Échelle populationnelle

Un protocole de type *site occupancy* (MacKenzie *et al.*, 2002) a été utilisé pour quantifier et expliquer la probabilité de présence des mouflons en fonction de différentes variables d'habitats. Cette déclinaison des modèles de présence/absence sur des ongulés sauvages est inédite à notre connaissance, au moins en France. Les données ont été collectées sur la population du Cinto au cours de l'été 2016 : chaque site échantillonné a été observé à distance au cours de trois passages successifs pour déterminer la présence ou l'absence d'individus (Figure 31).

Figure 31



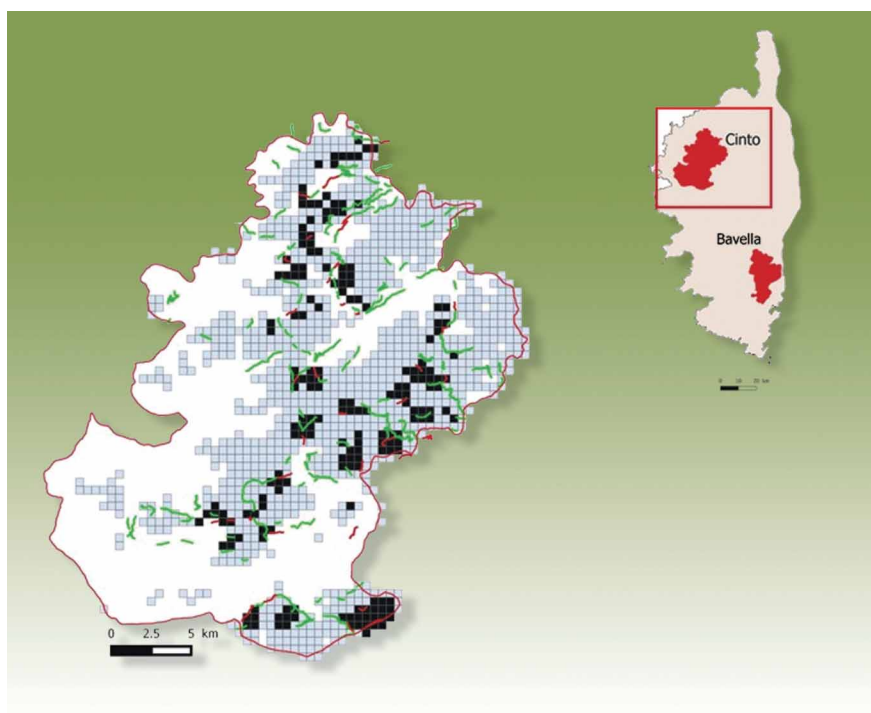
Protocole de type *site occupancy* utilisé pour estimer les probabilités d'occupation et de détection des mouflons, en fonction de différentes co-variables environnementales et anthropiques (Sanchis *et al.*, 2019).

Dans cet exemple, 4 sites sont observés trois fois.

Les données obtenues ont permis d'estimer à la fois la probabilité qu'un site soit occupé par l'espèce, et la probabilité de la détecter sachant qu'elle est présente sur un site. Différentes co-variables, environnementales ou anthropiques, ont ensuite été testées dans des modèles statistiques pour expliquer les variations observées dans les probabilités de détection et d'occupation. Pour fournir des résultats non biaisés, ces analyses sont soumises à plusieurs hypothèses. Il faut notamment que chaque site soit fermé démographiquement (le statut d'occupation d'un site ne change pas entre le premier et le dernier passage). Les observations de terrain ont donc eu lieu sur des sites suffisamment grands (500 x 500 m), situés en zones ouvertes d'altitude (> 800 m) dans lesquelles les animaux concentrent leurs déplacements en période estivale, et où les conditions sont compatibles avec une observation à distance. Les trois passages sur un site étaient également relativement rapprochés dans le temps pour satisfaire à cette hypothèse forte.

En zone de montagne, un pourcentage inconnu des sites potentiellement disponibles n'est pas observable à distance, en raison du nombre limité d'accès (sentiers, pistes, routes) et du relief. Pour contourner ce problème, un protocole d'échantillonnage original a été élaboré, en plusieurs étapes, qui repose non pas sur un tirage aléatoire des sites, mais sur un tirage aléatoire des accès qui rendent visibles les sites à distance (Sanchis, 2018). Grâce à cette méthode, 190 sites répartis de façon aléatoire au sein de l'aire de répartition de la population de mouflons du Cinto ont ainsi pu être échantillonnés (Figure 32).

Figure 32



Transects et sites échantillonnés au sein de l'aire de répartition du Cinto (Sanchis et al., 2019). Les sites correspondent à des quadrats de 500 x 500 m, en zone ouverte d'altitude (> 800m d'altitude). Les transects correspondent à tous les accès (routes, pistes, sentiers), redécoupés en tronçons de taille égale, permettant des observations à distance sur la base du relief local.

Le protocole d'échantillonnage, les covariables testées et les méthodes d'analyses statistiques utilisées sont présentés plus en détail dans Sanchis (2018).

Échelle individuelle

Dans le cadre du protocole capture-marquage-recapture (voir Chapitre 2 – Études démographiques), 43 mouflons (19 femelles et 24 mâles) ont été équipés de colliers GPS, dont 18 (13 mâles, 5 femelles) présentaient un jeu de données exploitable pour une analyse de sélection d'habitat (Tableau 12).

Compte tenu de la ségrégation sexuelle qui peut exister dans l'occupation du milieu chez le mouflon (Cransac *et al.*, 1998 ; Marchand *et al.*, 2015b ; Pipia *et al.*, 2008 ; Ruckstuhl, 1998) et du ratio déséquilibré entre les deux sexes dans l'échantillon de données, l'analyse à l'échelle individuelle n'a porté que sur les données des 13 mâles. En théorie, ces colliers étaient paramétrés pour acquérir la localisation des individus toutes les 2h, tous les jours, ainsi que la température ambiante associée par le biais d'un capteur.

Cette programmation sur un an a permis d'étudier la sélection d'habitat sur deux périodes clés du cycle vital de l'espèce, la période hivernale (janvier à mars) et la période estivale (juillet à septembre), où les animaux sont fixés géographiquement. La définition des deux périodes a été déterminée avec précision en utilisant la métrique du déplacement net élevé au carré (NSD= *Net Square Displacement*), qui permet de distinguer les périodes de relative stabilité dans l'utilisation de l'espace par les mouflons, ou au contraire les périodes marquées par des déplacements/migrations importants (Sanchis, 2018). Différents types d'analyses statistiques (multivariées ou inférentielles) ont ensuite été menées au sein de chaque période pour quantifier à quel point les animaux pouvaient sélectionner ou non différentes variables environnementales (p. ex. type de végétation, topographie, exposition au dérangement).

Tableau 12

Nombre de localisations enregistrées, nombre de jours de suivi et taux de réussite de localisation des animaux équipés de GPS

Identifiant	Sexe	Nombre de localisations	Nombre de jours de suivi	Taux réussite de localisation (%)
11-2709	M	3079	329	77.99
12-3722	M	3168	363	72.73
21-3556	M	3435	365	78.42
21-3724	M	2790	313	74.28
27-4071	M	558	69	67.39
24-3555	M	3095	320	80,60
26-3547	F	2467	307	66.97
27-3552	M	3354	355	78.73
28-3549	M	3147	336	78.05
31-3725	M	3385	363	77.71
35-3553	M	2279	233	81.51
35-3726	M	767	339	18.85
41-3719	F	3125	358	72.74
44-3720	F	3447	348	82.54
52-4067	F	796	89	74.53
54-4065	M	3412	332	85.64
7-2706	F	2777	297	77.92
73-4066	M	3733	378	82,30

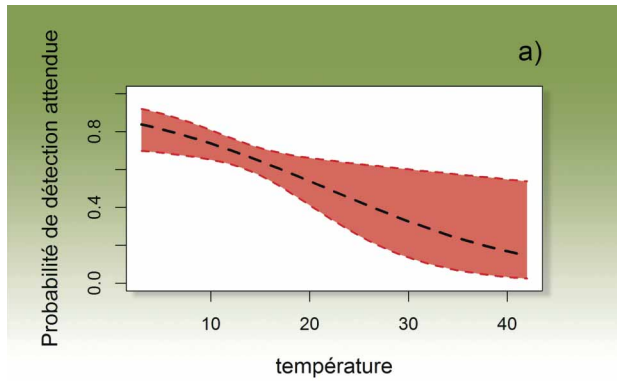
■ Principaux résultats et analyses

Échelle populationnelle

Température et thermorégulation

La température a une influence négative directe sur la probabilité de détection des mouflons (Figure 33). Lorsqu'ils sont présents sur un site, il y a environ deux fois plus de chances de les observer par une température de 10 °C que par une température de 30 °C. Ce résultat s'explique par une diminution de l'activité et des mouvements des animaux lorsque les températures augmentent, et par une utilisation accrue des refuges thermiques, ce qui les rend plus difficilement détectables à distance (Garel *et al.*, 2005a ; Cazau *et al.*, 2011).

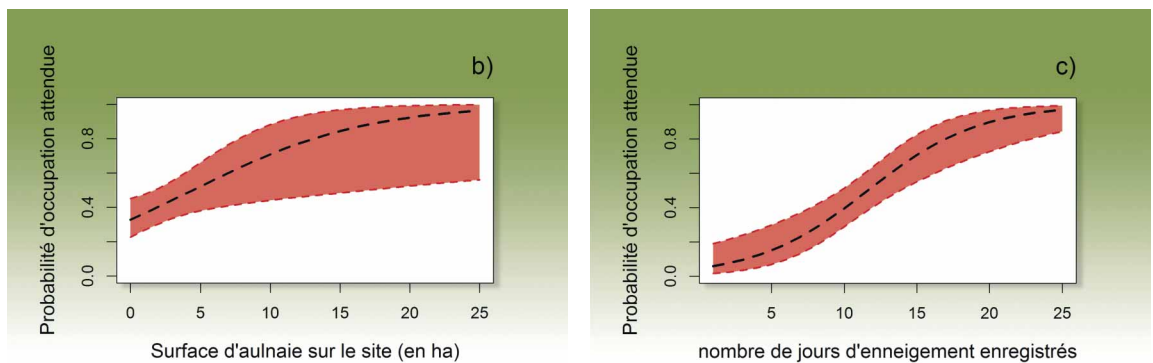
Figure 33



Influence du facteur thermique sur les probabilités de détection (Sanchis et al., 2019).

La probabilité d'occupation d'un site augmente quant à elle avec la surface d'aulnaie (Figure 34) et la durée de l'enneigement (Figure 34), avec un effet bien plus marqué de ce dernier facteur. Ces deux variables d'habitats sont caractéristiques des secteurs frais d'altitude, qui offrent un couvert thermique aux mouflons en période estivale. Les sites où prédomine l'Aulne odorant (*Alnus alnobetula* subsp. *suaveolens*), qui forme une strate arbustive très dense, pourraient aussi offrir une protection face aux insectes piqueurs en journée. Cette recherche de couverts thermiques en période estivale a également été identifiée chez d'autres ongulés des régions montagneuses ou boréales (bouquetin, Aublet et al., 2009 ; élan, Van Beest et al., 2012 et chez le mouflon méditerranéen, Marchand et al., 2015b).

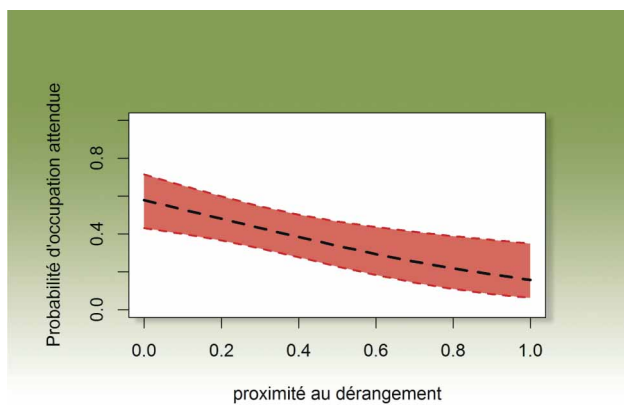
Figure 34



Influence de la surface d'aulnaie (b) et du nombre annuel moyen d'images satellitaires où le site est enneigé (c) sur l'occupation des sites par les mouflons (Sanchis et al., 2019).

Le dérangement

Le dérangement lié aux activités humaines a lui aussi un impact direct sur la probabilité d'occupation d'un site : toutes choses étant égales par ailleurs, les sites situés à plus de 500 m des sentiers et routes les plus fréquentés par l'homme (proximité = 0) ont plus d'une chance sur deux d'être occupés par les mouflons en été, contre moins de 20 % pour les sites localisés à leur proximité immédiate (proximité = 1 ; Figure 35). Cet évitement a été observé chez d'autres espèces de mouflons (Pelletier, 2014), et notamment chez le mouflon méditerranéen (Marchand et al., 2015a). Elle peut aussi se manifester à l'échelle individuelle par une modification du rythme circadien (voir Échelle individuelle), les mouflons étant capables de moduler leur utilisation des habitats fréquentés par les humains en fonction des heures de la journée où le dérangement est le plus fort (voir Marchand et al., 2015a pour le mouflon méditerranéen et Ohashi et al., 2013 pour le sanglier).



Influence du dérangement anthropique (défini comme la proximité aux sentiers et routes fréquentés) sur la probabilité d'occupation des sites échantillonnés par le mouflon (Sanchis et al., 2019).

La proximité est une fonction non linéaire de la distance qui est construite de sorte à ce que la proximité est égale à 1 quand l'animal est sur le sentier, et à 0 lorsqu'il est à 500m ou plus.

Topographie et phénologie de la végétation...

La probabilité d'occupation d'un site dépend aussi de la diversité des pentes disponibles pour les animaux. Les microreliefs associés à cette forte diversité pourraient favoriser une hétérogénéité spatiale importante dans le déneigement de la zone offrant ainsi un accès prolongé à une alimentation de qualité (jeunes pousses) au fur et à mesure des déneigements successifs et expliquerait ainsi la présence des animaux. Le même mécanisme a été proposé par Myrsetrud et al. (2001) pour expliquer l'effet positif de la diversité d'expositions et de pentes sur la masse corporelle des cerfs en Norvège.

... en lien avec le régime alimentaire

Aucune des variables environnementales supposées directement favorables à l'espèce en termes de ressources alimentaires n'a permis d'expliquer la probabilité qu'un site soit plus ou moins occupé (Sanchis, 2018). Affaire de compromis ? Ce pousseur, qui consomme majoritairement des graminées ou d'autres espèces herbacées (en moyenne 60 % selon Marchand et al., 2013 ; voir Chapitre 5 - Régime alimentaire), fréquente des habitats ouverts qui sont probablement aussi les plus exposés à la chaleur et au dérangement, et il est possible qu'en été sa priorité reste la recherche d'un refuge contre ces deux facteurs. Mais ce résultat pourrait aussi illustrer une autre réalité : la quasi-absence de ressources herbacées. Moins de 3 % des habitats sont par exemple classés en « pelouses » sur la zone d'étude. Quand l'herbe devient trop difficile à trouver, les animaux se reportent alors sur des ressources de moins bonne qualité mais plus abondantes. Ce phénomène est particulièrement vrai chez le mouflon, dont la morpho-physiologie lui permet de digérer des végétaux de moins bonne qualité, riches en cellulose. Qualité et quantité des ressources disponibles pourraient d'ailleurs contribuer à la faible dynamique démographique des populations du Mouflon de Corse (Ciuti et al., 2009). Ces résultats soulignent l'intérêt d'étudier de plus près la composition de son régime alimentaire et ce qui influence ses choix d'utilisation et de sélection de l'habitat au cours de différentes saisons, en fonction d'autres contraintes qui lui sont propres (voir Chapitre 5 - Régime alimentaire).

Applications

Le modèle d'occupation construit sur le massif du Cinto a été utilisé pour prédire les zones d'habitats estivaux favorables à la présence du mouflon sur 5 massifs périphériques de la population de Bavella. L'objectif était d'apporter aux instances décisionnaires, dans le cadre du programme de réintroduction mise en œuvre pour cette population (voir Partie B : Conservation et développement), des éléments permettant de choisir le site de relâcher qui présentera le meilleur compromis entre écologie, acceptation locale et moyens humains et matériels.

Échelle individuelle

Grâce à l'enregistrement des positions sur une année complète, les facteurs influençant l'occupation du milieu par le mouflon en période hivernale et en période estivale ont pu être étudiés. Le changement d'échelle (population vers individus) a permis en outre de mettre en évidence les variations interindividuelles qui peuvent exister au sein de l'échantillon qui sont le reflet des différentes stratégies que peuvent adopter les individus. Il a également permis d'identifier des mécanismes dans la sélection d'habitat estivale qui n'étaient pas apparus à l'échelle populationnelle (Sanchis, 2018).

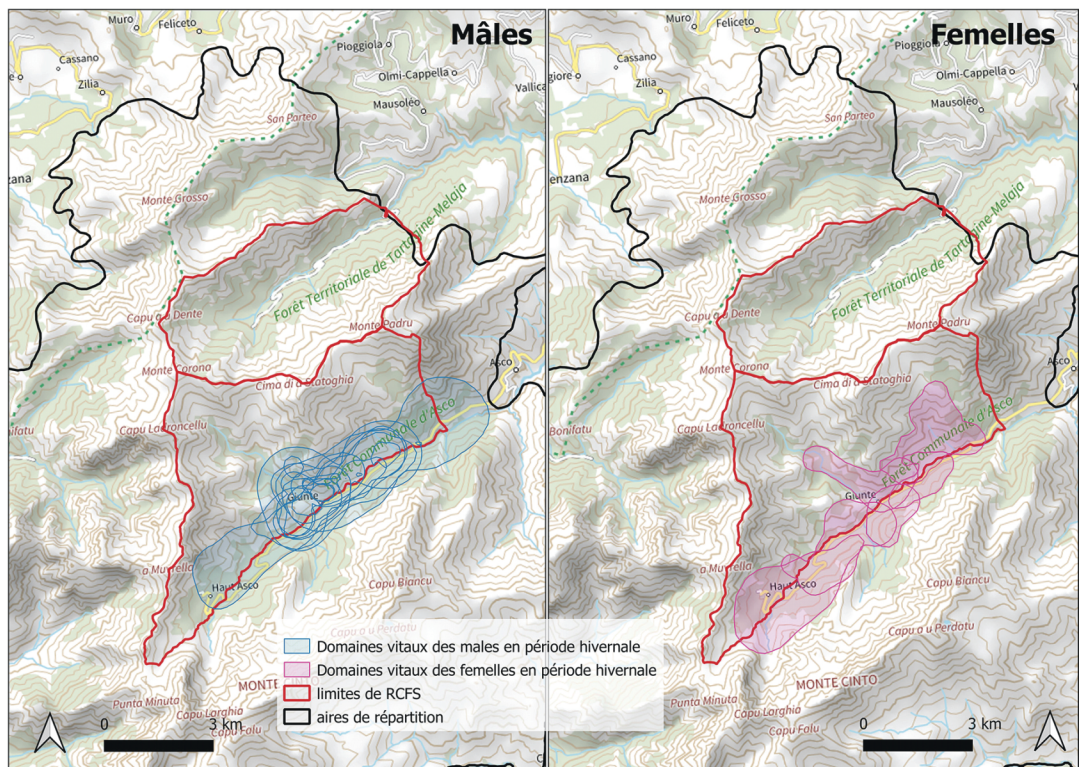
Sélection d'habitat hivernale

L'étude des domaines vitaux de janvier à mars, montre que les mâles équipés sont restés cantonnés dans le fond de vallée d'Asco. La taille de leur domaine vital est estimée en moyenne à 405 ± 97 ha (Kernel, 95 %). En période hivernale, les mouflons qui vivent dans cette vallée sont très contraints dans leur choix par les conditions météorologiques et la neige. Ces conditions expliquent que de nombreux animaux aient des domaines vitaux centrés sur la même zone et de tailles relativement comparables (Tableau 13 ; Figure 36). Plusieurs auteurs ont montré en effet que la variabilité interindividuelle dans la stratégie d'utilisation de l'habitat par les animaux était d'autant plus faible que les territoires étaient moins favorables, ou que les années étaient moins bonnes (Godvik *et al.*, 2009 ; Pellerin *et al.*, 2010)

Des analyses exploratoires révèlent par ailleurs sans surprise que les mouflons à cette période de l'année sélectionnent préférentiellement les versants sud, en fond de vallée, où les formations semi ouvertes à Bruyère arborescente (*Erica arborea* L.) dominent. Les forêts de Pin laricio (*Pinus nigra* subsp. *laricio*), abondantes sur le secteur, sont peu sélectionnées. Ces résultats peuvent à première vue surprendre. En effet, on sait depuis longtemps que les facteurs climatiques influent sur l'utilisation du couvert forestier par les ongulés (Staines, 1976) qui l'utilisent en hiver comme couverture thermique et protection contre les intempéries (pluie, neige, vent) (notion de *refuge* dans le concept *food/cover trade off*). De nombreuses études menées sur les cervidés démontrent d'ailleurs ce type de sélection (chevreuil - Mysterud et Østbye, 1995 ; cerf hémione - Ozoga et Gysel, 1972 ; élan - Schwab et Pitt, 1991 ; cerf élaphe - Staines, 1976). De même, sur le continent, les mouflons méditerranéens (des deux sexes) recherchent en hiver les forêts de feuillus, qui constituent le meilleur compromis entre sécurité, alimentation et protection climatique (Marchand *et al.*, 2015b). Cette utilisation d'habitats semi-ouverts chez le Mouflon de Corse au dépend d'habitats fermés peut s'interpréter par la configuration de la zone d'étude. En effet, du fait de l'orientation des vallées, plus de 40 % des forêts de pins sont en exposition nord, contre seulement 15 % en exposition sud. Bien que la canopée intercepte une partie de la neige, ces zones restent enneigées plus longtemps. Quand on sait que la neige est un facteur limitant les déplacements de l'espèce (Dailey et Hobbs, 1989 ; Pfeffer, 1967), il est vraisemblable que l'évitement des zones exposées au nord soit lié à ce paramètre, à l'instar de ce que l'on observe chez les mouflons nord-américains (Geist, 1971 ; Goodson *et al.*, 1991 ; Tilton et Willard, 1982 ; Walker *et al.*, 2007). L'analyse par indice de sélectivité de la variable végétation simplifiée a également fait ressortir une forte sélection par une majorité d'animaux (10 sur 13) des formations à orpins (*Sedum* spp.) et saxifrages (*Saxifraga* spp.). Cet item rassemble les formations à orpin à feuilles courtes (*Sedum brevifolium*) et œillet sauvage de moyenne montagne (*Petrorargia saxifraga* subsp. *gasparinii*), et les formations à saxifrage à trois doigts (*Saxifraga tridactylites*) et orpin blanc (*Sedum album*). Ces résultats sont intéressants car ces formations pourraient constituer des habitats importants pour l'espèce sur le plan alimentaire (deuxième volet du concept de *food/cover trade off*), à une période où les ressources sont limitées. Ils correspondent également à des habitats de milieux rocheux que l'espèce pourrait rechercher car l'enneigement y est plus limité /moins persistant.

Tableau 13 Taille des domaines vitaux selon la période et le sexe

	Période hivernale		Période estivale	
	M	F	M	F
Taille moyenne (en ha)	405 ± 97	406 ± 103	285 ± 107	312 ± 63
Taille minimum (en ha)	35	161	59	128
Taille maximum (en ha)	1 149	777	1 416	405



Domaines vitaux des mâles et femelles en période hivernale (Kernel 95%).

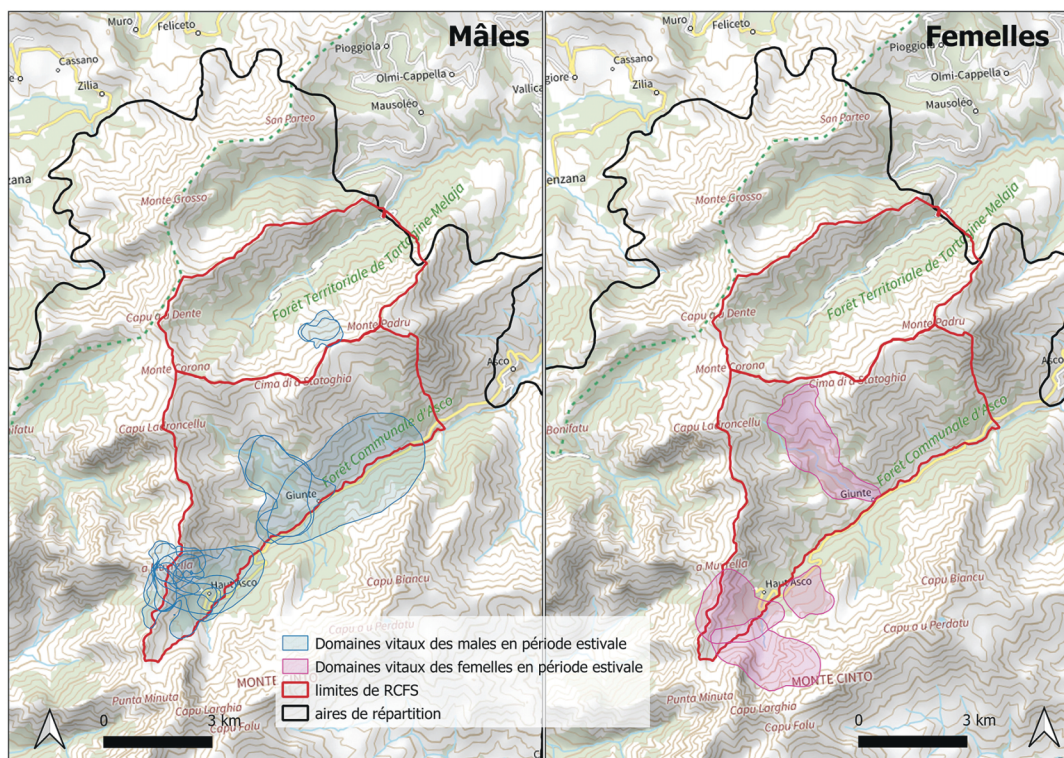
Sélection d'habitat estivale

Variabilité inter et intra individuelles – différentes stratégies d'utilisation de l'habitat

L'analyse des domaines vitaux estivaux des mâles montre une plus grande hétérogénéité en termes de milieux et d'amplitude altitudinale qu'en période hivernale. Deux stratégies de sélection semblent se dessiner : d'un côté des animaux résidents en fond de vallée (peu ou pas de gradient altitudinal, 40 % des animaux équipés), de l'autre des animaux migrants en zones d'altitude escarpées (60 % des animaux équipés). La taille moyenne du domaine vital est de 285 ± 107 ha, avec des valeurs comprises entre 59 et 1 416 ha (Kernel, 95 %) (Tableau 13 ; Figure 37). On peut noter que deux animaux ont basculé dans la vallée voisine (Tartagine), pour rejoindre leur domaine vital d'été en une seule journée, avec un dénivelé positif de 722 m pour l'un et de 763 m pour l'autre.

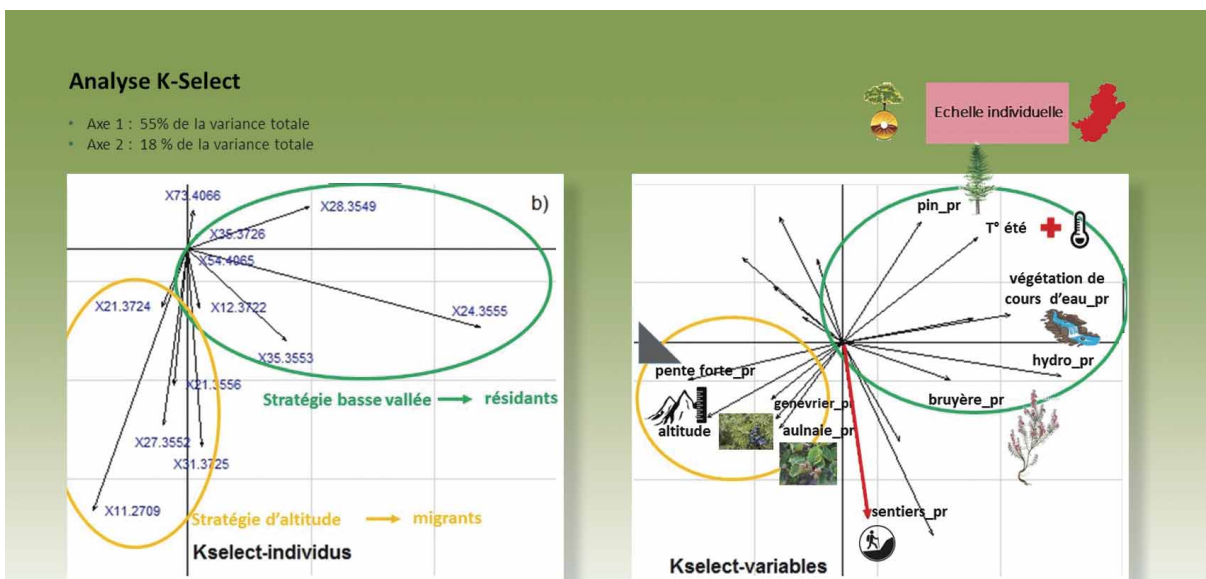
Les deux stratégies de sélection d'habitat pressenties visuellement à partir des domaines vitaux sont confirmées par les analyses exploratoires (analyse K-select ; Figure 38) qui permettent d'opposer les animaux qui migrent au printemps pour rejoindre leur domaine vital estival d'altitude et vivre préférentiellement à proximité des pentes raides et des habitats ouverts (migrants), à ceux qui choisissent de rester sur place, en fond de vallée à proximité des cours d'eau et des forêts de pins (résidents). Ces différences de stratégies entre sédentarité et dispersion saisonnière sont fréquentes chez les ongulés sauvages (Dubois et al., 1993 ; Gaudry, 2015 ; Hebblewhite et Merrill, 2009 ; Nicholson et al., 1997). Au-delà de ces grands patrons de sélection, de fortes variabilités interindividuelles peuvent exister au sein des populations, comme cela a été mis en évidence chez l'élan (Mabille et al., 2012) ou chez le Mouflon de Stone (Walker et al., 2007). Ces résultats sont importants car ils nous rappellent la nécessité de prendre en compte cette variabilité dans les études de sélection d'habitat.

Figure 37



Domaines vitaux des mâles et femelles en période estivale (Kernel 95%).

Figure 38



Résultats de l'analyse K-select (données d'utilisation vs disponible) en période estivale : projection des individus (à gauche) et des variables (à droite) sur les deux premiers axes de l'analyse K-select.

Axe 1 : horizontal ; Axe 2 : vertical. L'ellipse verte correspond aux animaux qui utilisent préférentiellement les fonds de vallée à proximité des cours d'eau et dans les forêts de pins. L'ellipse jaune regroupe les animaux qui font le choix de vivre en altitude à cette période de l'année à proximité des pentes raides et des habitats ouverts.

Un deuxième résultat intéressant concerne la variabilité intra individuelle. Sur les deux périodes étudiées (hiver et été), on observe, tant à travers l'étude des domaines vitaux que les approches exploratoires, que les animaux équipés deux années de suite sélectionnent des sites similaires d'une année sur l'autre. Cette fidélité aux sites saisonniers s'observe également chez le mouflon de Stone (Walker et al., 2007).

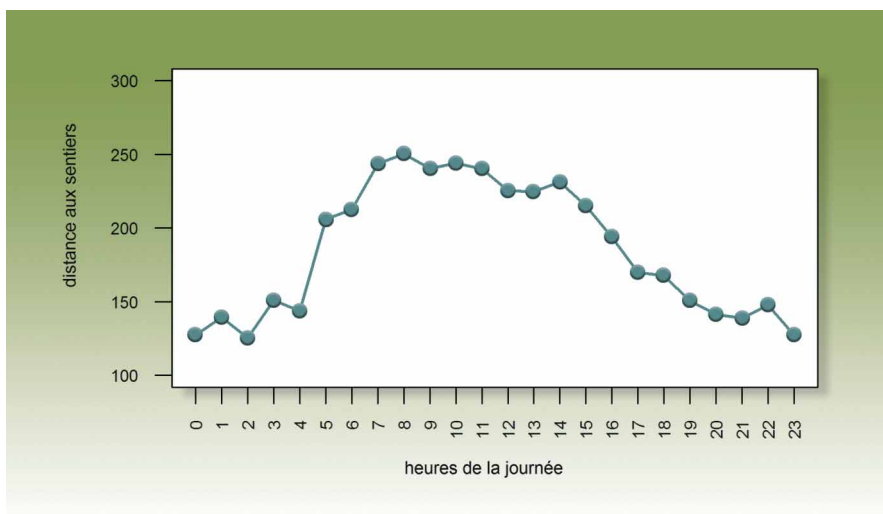
Température et thermorégulation

L'analyse exploratoire a permis d'identifier deux grandes stratégies de sélection d'habitat en période estivale au sein de l'échantillon étudié (migrants vs résidents). Une approche inférentielle (*SSF, Step Selection Function*) a été réalisée en se focalisant sur le groupe d'individus présentant une stratégie en milieu ouvert d'altitude (migrant) afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux obtenus à l'échelle populationnelle. Ce changement d'échelle spatiale a permis de confirmer le rôle clé du facteur thermique dans la sélection d'habitats du mouflon en période estivale. Les résultats montrent en effet que les animaux recherchent en été activement les secteurs frais, avec les températures les plus faibles et où le nombre de jours d'enneigement est le plus élevé. Ils sélectionnent également les secteurs les plus accidentés, avec de fortes pentes.

Dérangement

Les résultats obtenus au niveau populationnel ont montré l'effet négatif de la proximité aux sentiers/pistes/routes sur la probabilité d'occupation des mouflons. À l'échelle individuelle, le modèle de la *SSF* à l'inverse fait apparaître une tendance des animaux à rester proches des sentiers. Ces résultats s'expliquent par le fait que l'échelle temporelle d'analyse n'est pas adaptée pour mettre en évidence un comportement d'évitement. En effet, à l'échelle de la saison estivale, les animaux étudiés demeurent à proximité du GR20 car les habitats que le sentier traverse constituent des zones dont les caractéristiques écologiques leur sont globalement favorables (à plus larges échelles). Ces constatations illustrent parfaitement l'hypothèse selon laquelle l'échelle à laquelle un facteur influence le plus fortement les décisions d'un individu reflète l'importance du facteur pour sa valeur sélective (Rettie et Messier, 2000 ; Senft *et al.*, 1987). Ce postulat pourrait s'appliquer ici pour le facteur thermique (large échelle) qui primerait sur le dérangement (échelle localisée) en termes de valeur sélective, ce qui expliquerait que les animaux continuent d'occuper toujours ces zones fraîches d'altitude en dépit de la présence humaine. Pour limiter malgré tout le dérangement, les mouflons ont adapté leur déplacement en fonction des heures de la journée. Ainsi lorsque l'on passe à une analyse sur un rythme circadien, on observe très nettement un éloignement des mouflons par rapport aux sentiers aux heures où la fréquentation est la plus forte (Figure 39), comme cela a été mis en évidence chez le chamois et le mouflon méditerranéen (Duparc *et al.*, 2017 ; Claudepierre, 2020 ; Courbin *et al.*, 2022). D'autres espèces peuvent adapter leur rythme d'activité journalier et notamment les périodes d'alimentation pour limiter les dérangements d'origine anthropique (Langbein *et al.*, 1997 ; Marchand *et al.*, 2014a ; Ohashi *et al.*, 2013 ; Tolon *et al.*, 2009). Ces réponses comportementales ne sont malgré tout pas anodines. Elles peuvent générer un coût métabolique qui peut se traduire, selon les groupes taxonomiques, par une baisse de la survie, de la croissance ou de la reproduction (Creel *et al.*, 2007 ; Pangle *et al.*, 2007 ; Peckarsky *et al.*, 1993 ; Ruxton et Lima, 1997). Dans le contexte de ressources alimentaires contraintes décrites chez le Mouflon de Corse, ces coûts pourraient s'avérer particulièrement préjudiciables pour l'espèce.

Figure 39



Évolution de la distance moyenne aux sentiers sur un cycle de 24 heures, de juillet à septembre, pour les mouflons dont le domaine vital est traversé par le GR 20. (Sanchis *et al.*, 2019).

Bilan de l'étude de sélection et utilisation de l'habitat chez le Mouflon de Corse et perspectives

L'étude menée sur la sélection d'habitat du Mouflon de Corse (Sanchis, 2018) est la première de cette ampleur pour l'espèce. Elle se place à différentes échelles spatiales et temporelles.

La première approche s'intéresse à l'échelle populationnelle. Elle a permis d'étudier les variables qui influencent les probabilités d'occupation et de détection de l'espèce en zones ouvertes d'altitude, en période estivale, sur la base d'un protocole de type présence/absence (MacKenzie *et al.*, 2002, 2005). À cette occasion, une méthode d'échantillonnage inédite chez des ongulés sauvages sur un territoire de montagne a permis de tester l'effet de nombreuses variables environnementales sur la probabilité d'occupation de l'espèce. Les résultats des analyses font ressortir en particulier le rôle clé de la température, à laquelle répondent les mouflons en sélectionnant des habitats frais d'altitude, où se développent les formations à Aulne odorant. Les expositions ne semblent pas avoir une incidence forte sur la probabilité d'occupation, alors que la diversité des pentes apparaît comme un facteur de sélection important. Les résultats montrent également à cette échelle un comportement d'évitement vis-à-vis des zones à fort dérangement. Le modèle d'occupation obtenu a été utilisé pour prédire des cartes d'habitats favorables pour les zones ouvertes d'altitude, en période estivale, sur cinq sites situées en périphérie de l'aire de répartition de la population de Bavella. Ces cartes ont été intégrées dans l'étude écologique visant à servir d'appui aux décisionnaires dans le choix des futurs sites de relâcher de mouflons issus de l'enclos de Quenza.

La deuxième approche qui a été développée s'est focalisée sur l'échelle individuelle. Elle repose sur des données GPS collectées sur un échantillon de 13 mâles, entre 2011 et 2015. Cette approche a permis d'étudier la sélection d'habitat à une échelle plus fine et à différentes saisons. En période hivernale, les animaux recherchent, comme attendu, les secteurs les mieux exposés, avec de faibles accumulations de neige. Les domaines vitaux des individus sont particulièrement regroupés sur les mêmes zones. Un habitat fortement sélectionné par les mouflons, les formations à orpins et saxifrages, pourrait jouer un rôle important sur le plan alimentaire à cette saison.

En période estivale, les méthodes d'analyse exploratoires ont fait apparaître deux grands patrons de sélection, qui opposent les animaux résidents (peu ou pas de gradient altitudinal entre domaines vitaux saisonniers, 40 % des animaux équipés) aux animaux qui migrent en altitude en été (60 % des animaux équipés). En développant une analyse de type *step selection function* sur les migrants qui occupent les zones ouvertes en été, il a pu être confirmé le rôle clé du facteur thermique en période estivale, auquel les mouflons répondent en recherchant des habitats frais d'altitude. À l'échelle de la saison estivale, ces animaux ne semblent pas manifester d'évitement vis-à-vis du GR20, qui traverse pourtant leur domaine vital. Toutefois, en passant à un rythme circadien, un éloignement très net vis-à-vis du sentier est mis en évidence aux heures de la journée où la fréquentation est la plus forte.

■ Implications de gestion

L'approche multi échelle qui a été développée dans cette étude a fait ressortir l'importance du facteur thermique sur la sélection d'habitat, en particulier en période estivale, dont l'effet prégnant est apparu aux différentes échelles concernées. Pour répondre à cette contrainte, les animaux sélectionnent un couvert thermique qui diffère selon la stratégie retenue (aulnaie en altitude, forêt de pins dans les fonds de vallées à proximité des cours d'eau). La protection thermique qui en découle sera plus ou moins efficace (+ de 5°C d'écart en moyenne entre les deux stratégies, Figure 38). Dans le contexte de réchauffement climatique qui s'annonce (Collins *et al.*, 2013), la préservation de ces habitats, en particulier l'aulnaie, dans les secteurs où les populations sont présentes, paraît donc essentielle pour l'espèce. La présence de ces formations devra également être prise en compte dans la définition des futures zones de relâchers, en tant que facteur clé de distribution et d'occupation.

Par ailleurs le facteur thermique, qui s'exerce à une large échelle, semblerait prendre le pas sur un facteur plus localisé comme le dérangement, en raison de son importance sur la valeur sélective du mouflon (Rettie et Messier, 2000). Bien qu'à une large échelle, on observe un comportement général d'évitement, les résultats de l'étude

montrent que localement, alors que le dérangement est présent, les animaux choisissent de demeurer sur place car le bénéfice pourrait être supérieur au coût. Ils limitent malgré tout leur exposition à la présence humaine en modulant la distance qui les sépare du sentier en fonction des heures de fréquentation. Ces résultats sont importants, car ils montrent que sur les secteurs dérangés où l'espèce est présente ou pourrait être présente, il est possible d'agir pour sa gestion en veillant à canaliser le passage des randonneurs afin de permettre aux animaux d'adapter leur occupation circadienne du milieu. Sur les secteurs où des relâchers pourraient être envisagés, l'ouverture de nouveaux sentiers en revanche est à proscrire pour ne pas contraindre les animaux à la mise en place de réponses comportementales dont on ne connaît pas encore le coût pour eux.

■ Perspectives

Échelle populationnelle

Des extensions récentes des protocoles d'*occupancy* permettent aujourd'hui d'estimer des paramètres démographiques additionnels lorsque le protocole est répété sur plusieurs années (MacKenzie *et al.*, 2003). Il est possible ainsi d'évaluer les probabilités de colonisation et d'extinction en périphérie des aires de répartition actuelle. Comme pour la probabilité d'occupation, ces paramètres peuvent être modélisés en fonction de covariables afin d'identifier les facteurs pouvant favoriser l'accroissement/la colonisation de l'espèce. Cette évaluation serait particulièrement intéressante dans le contexte démographique des populations corses et dans le cadre des futurs relâchers.

L'influence de la faune domestique (bovin en particulier) sur l'occupation des milieux par le mouflon est une autre problématique intéressante qu'il serait possible d'explorer à travers ce protocole. Il est en effet probable qu'une forte compétition alimentaire s'exerce entre les différentes espèces mais elle reste à évaluer. La mise en place d'un protocole adapté à cette problématique pourrait permettre la mise en évidence d'une exclusion spatiale interspécifique qui constituerait déjà un premier élément de réponse.

Échelle individuelle

Les colliers GPS qui ont été posés sur les animaux sont équipés de capteurs qui permettent de déterminer le niveau d'activité (alimentation, déplacement, repos/rumination) des individus en utilisant différentes méthodes analytiques (par exemple méthode discriminante Bourgoin *et al.*, 2008). L'intégration de ces données dans des analyses de sélection d'habitat permettrait d'apporter de nouveaux éléments de connaissance sur l'écologie du mouflon, en particulier concernant l'adaptation de son activité en lien avec les températures et le dérangement (Bourgoin *et al.*, 2008).

En outre les animaux issus de l'enclos de Quenza, qui sont relâchés *in natura* depuis 2020, sont équipés pour certains de colliers GPS. Il sera intéressant d'étudier leurs déplacements et la façon dont ils occupent le milieu et de croiser ces données avec les cartes prédictives d'habitats favorables afin de tester la validité des modèles.

Enfin, la faible représentativité des femelles dans l'échantillon (n=5) a contraint à les exclure de l'analyse. Poradowski (2012), a montré dans une étude préliminaire que la sélection d'habitat est différente entre les deux sexes, les femelles (n=2) restant à des altitudes plus faibles que les mâles en période estivale (n=5). Un échantillon de plus grande taille permettrait de confirmer ces résultats et de les compléter. L'acquisition de connaissances sur la sélection d'habitat des femelles semble devoir être une priorité pour tenter de mieux comprendre les indices de reproduction enregistrés pour l'espèce qui interrogent sur sa viabilité (voir Chapitre 2 – Études démographiques). En effet, chez une espèce polygyne comme le mouflon, où le nombre de mâles n'est pas forcément un critère limitant, les femelles jouent un rôle majeur dans la dynamique des populations.

Le 22 mars 2013, un phénomène insolite et non documenté par ailleurs en Corse a été observé (Figure 40). Plus de 200 mouflons, en file indienne, se dirigent vers Bocca di Guagnarola en direction de l'Ouest, semblable à une migration. Ce témoignage est le 3^e observé au même lieu et dans les mêmes conditions, cependant jusqu'alors seuls une vingtaine d'animaux étaient observés.

De tels déplacements sont connus dans les populations naturelles d'Asie mais n'avaient encore jamais été observés dans nos populations. Sur Asco, les migrations saisonnières entre les quartiers d'été et d'hiver ont bien été confirmées par les données de géolocalisation des GPS (Poradowski, 2012 ; Sanchis, 2018), mais une telle cohésion sociale n'était pas connue jusque-là. Toutes les classes d'âge et de sexe semblent être représentées dans cette "migration".

Figure 40



© Dominique Alexandre (Cinto)

Migration de mouflons (col de Guagnarola).

Ce phénomène soulève plusieurs interrogations en ce qui concerne sa nature (réurrence, exceptionnalité...) et sa raison (effet de conditions climatiques, enneigement exceptionnel...). Il serait intéressant d'aller plus loin dans l'étude de ce phénomène en équipant par exemple le site de pièges photographiques pour étudier la période et la répétition d'une année sur l'autre.

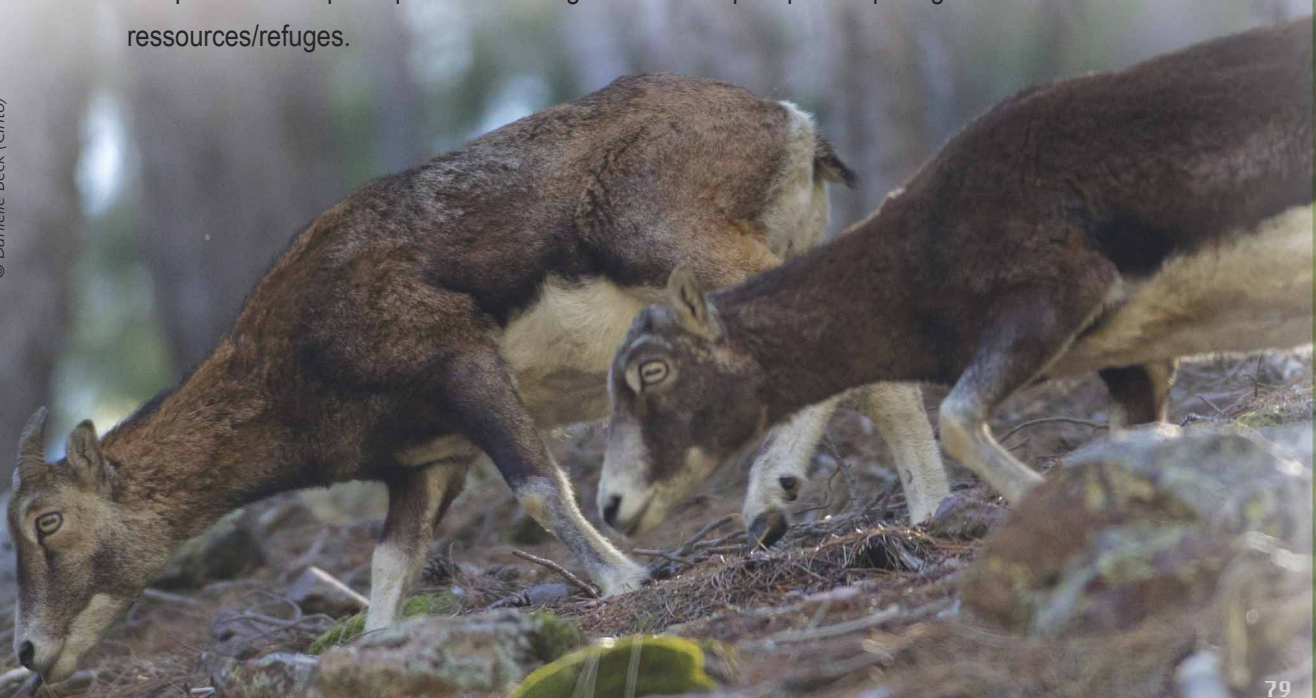
Ce groupe d'environ deux cents animaux ne doit cependant pas masquer la réalité de l'espèce en Corse, sa vulnérabilité est encore très forte.



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- Pour la première fois sur le territoire national, un protocole de *site-occupancy* a été utilisé sur un ongulé sauvage.
- Ce protocole a permis d'identifier, sur un réseau de 190 sites distribués au sein de la population du Cinto, 3 facteurs particulièrement déterminants pour expliquer la présence du mouflon : les habitats frais d'altitude offrant un couvert thermique face aux chaleurs estivales (sites enneigés tardivement, formations à aulne odorant), les habitats offrant une forte diversité de pente (et de végétations/stades phénologiques associés) et les sites éloignés des infrastructures humaines.
- Ces données ont permis de construire des cartes d'habitats favorables à l'espèce en été, qui ont ensuite été intégrées dans l'étude écologique visant à choisir les futurs sites de relâcher de mouflons issus de l'enclos de Quenza (opération de relâcher sur le site de Cagna en 2020 ; voir Partie B : développement et conservation).
- 13 mouflons mâles du Cinto équipés de collier GPS ont permis de réaffirmer à l'échelle individuelle le rôle central en été des refuges thermiques et l'évitement des infrastructures humaines, comme le GR 20, aux heures les plus fréquentées.
- En hiver, c'est au contraire les versants sud, où la neige ne persiste pas, qui sont les habitats préférentiellement sélectionnés.
- Nos connaissances restent encore très limitées sur l'écologie spatiale des femelles et sur la compétition interspécifique avec les ongulés domestiques pour le partage de l'habitat et de ses ressources/refuges.





5 - Régime alimentaire

Contexte

Les ruminants sont traditionnellement classés selon leur régime alimentaire en trois catégories distinctes (Hofmann 1989) :

- les cueilleurs (ou *browsers* ou *concentrate selectors*) qui ont une alimentation à haute valeur énergétique basée sur des végétaux facilement assimilables, principalement rangés dans le groupe des dicotylédones. La digestion est rapide et les prélèvements sont sélectifs à la fois sur les espèces et les organes de la plante consommés ;
- les paiseurs (ou *grazers* ou *grass and roughage eaters*) qui ont une digestion plus lente leur permettant de consommer une plus grande quantité de végétation et d'assimiler des espèces végétales riches en fibres cellulosiques, essentiellement des graminées ou autres espèces herbacées. Ils sont peu sélectifs ;
- entre les deux, on retrouve les mangeurs mixtes ou intermédiaires (*intermediate feeders*).

Bien qu'elle fasse l'objet de critiques, cette classification continue de faire référence et permet de classer le mouflon parmi les paiseurs qui consomment majoritairement et prioritairement des graminées ou d'autres espèces herbacées lorsqu'elles sont disponibles dans leur habitat (Marchand *et al.*, 2013). Le mouflon est cependant aussi capable de consommer une proportion importante de dicotylédones (arbustes et autres ligneux) lorsque l'abondance et la qualité des ressources herbacées sont plus réduites (par exemple en automne-hiver ou dans certains milieux où l'espèce a été introduite), ce qui lui vaut d'être considéré comme un *variable grazer* plutôt qu'un *obligate grazer* par Marchand *et al.* (2013) à l'instar d'autres espèces d'Ovis. Cet éclectisme alimentaire, associé à d'autres facteurs biologiques et comportementaux, lui a permis de s'implanter durablement dans des milieux très variés (pelouses, landes, maquis, forêts, zones rocheuses), pourvu que le sol soit bien drainé (Auvray, 1983 ; Bon *et al.*, 1991 ; Gonzalez, 1984 ; Pfeffer, 1967 ; Rigaud, 1985). Cette plasticité ne doit cependant pas cacher des conséquences parfois néfastes de régimes sub-optimaux pour l'espèce au regard de ses caractéristiques morfo-physiologiques. À ce titre, la fermeture des milieux et la raréfaction des habitats riches en graminées au profit de la forêt ont plusieurs fois été identifiés comme des processus clé dans le déclin de certaines populations ou de leur qualité phénotypique (Garel *et al.*, 2007). De telles observations, lorsqu'elles sont mises en perspectives dans le contexte corse où le réchauffement climatique pourrait avoir des conséquences très fortes sur les communautés végétales et la ressource alimentaire, interrogent les gestionnaires. Une meilleure connaissance du régime alimentaire du mouflon en Corse apparaît dès lors comme un volet déterminant dans la stratégie de conservation de l'espèce, très complémentaire des études de sélection d'habitat et de potentialité du milieu déjà évoquées (voir Chapitre 4 - Sélection et utilisation de l'habitat).

Dans la partie qui suit nous présentons les études qui ont déjà été menées en Corse sur le sujet et les perspectives qui pourraient être envisagées.

Études sur le régime alimentaire du Mouflon de Corse

Le régime alimentaire du mouflon méditerranéen a fait l'objet de très nombreuses études dont la majorité a été synthétisée dans Marchand *et al.* (2013). Le régime alimentaire du Mouflon de Corse a par contre été beaucoup moins étudié. Les premiers travaux sur la question, uniquement basés sur des observations à distance, ont été réalisés par Pfeffer (1967). Par la suite Demeautis en 1981 et 1983 (Demeautis, 1981, 1991) a également

contribué à l'acquisition de connaissances sur ce volet en travaillant pour la première fois sur l'analyse de fèces. Plus récemment Josa (2018) a pu préciser la composition et la qualité du régime alimentaire du Mouflon de Corse en automne en ayant notamment recours à des analyses spectrométriques.

■ Travaux de Pfeffer

Pfeffer est le premier à avoir intégré un volet sur l'étude du régime alimentaire dans son travail sur la population de Bavella (Pfeffer, 1967).

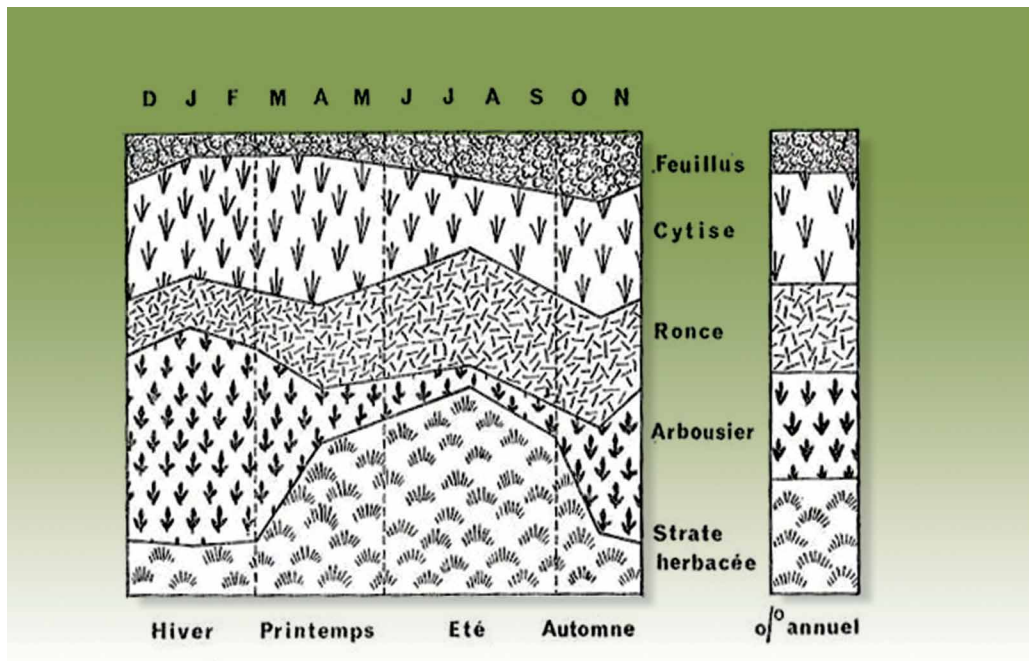
Protocole

Le protocole repose simplement sur des observations directes à différentes périodes de l'année avec un contrôle des traces d'abrutissement après chaque phase d'observation (Pfeffer, 1967).

Résultats

La liste proposée par Pfeffer est un inventaire non exhaustif des plantes que peut consommer le mouflon dans différents milieux, mais ces observations sont néanmoins informatives. Elles révèlent que bien que le nombre d'espèces consommées soit élevé (95 taxons), les plantes qui constitueraient son régime de base sont limitées en nombre, composé majoritairement d'herbacées, d'Arbousier (*Arbutus unedo*), de Cytise velu (*Cytisus villosus*), de ronces (*Rubus spp*) et de quelques feuillus. À côté des rameaux verts, les fruits sont intégrés au régime alimentaire (arbouses, mûres, glands...). Les proportions de végétaux consommés varient au cours de l'année et en moyenne la strate herbacée n'entre que pour 25 % dans le régime alimentaire, le reste étant constitué de feuilles et pousses ligneuses (Figure 41).

Figure 41



Pourcentages saisonniers et annuels des végétaux consommés par le Mouflon à Bavella (Pfeffer, 1967).

■ Travaux de G. Demeautis

La deuxième étude sur le régime alimentaire a concerné la population du Cinto, dans le secteur de la Lonca, Lindinosa. Demeautis (1981, 1991) a testé une approche combinant observation directe et analyse microhistologique des fèces.

Protocole

La méthode utilisée s'appuie à la fois sur l'observation directe et sur l'analyse microhistologique des fragments végétaux contenus dans les fèces. La signature cellulaire épidermique typique de chaque espèce végétale permet de les identifier en les comparant avec des lames microscopiques de références réalisées au préalable sur 54 espèces végétales prélevées *in natura* et représentatives de l'habitat utilisé par les mouflons. Une première série d'analyses de fèces a été effectuée à la limite entre l'étage supra-méditerranéen et subalpin au mois d'avril (1981), période où les mouflons commencent leur remontée vers les zones ouvertes d'altitude au fur et à mesure de la fonte des neiges et de la repousse végétale. Une deuxième série d'analyses a été conduite en juin 1983, à plus haute altitude à la limite entre subalpin et alpin.

Résultats

Analyse des fèces

L'analyse microscopique des fèces d'une harde de 7 mâles étudiée en avril 1981 (Figure 42) montre une nette représentation (44 % des fragments) de graminées sous forme de feuilles, tiges, graines, et même glumes (bractées de l'épillet). La Bruyère arborescente et la Fougère aigle sont également largement consommées. La fougère est présente sous la forme de vieilles frondes sèches et aplaties au sol en un tapis dense. La Bruyère arborescente est quant à elle omniprésente dans le paysage et sert de refuge aux animaux dans la journée. Les liliacées et « divers » végétaux complètent le régime dans des pourcentages très faibles. Les « divers » sont des éléments indifférenciés ou des espèces végétales rarement retrouvées dans les fèces comme l'Asphodèle ou le Pin laricio dont les quelques aiguilles identifiées ont dû être consommées passivement en même temps que l'alimentation au sol.

Observation directe

La harde de 7 mouflons mâles a également été suivie par observation directe aux pieds de quelques rochers dans la pinède en train de consommer les plantes disponibles :

- le *Rumex sp.* et le *Gaillardet sp.* sur les rochers ;
- de jeunes pousses graminéales (poa, brachypode...) et des feuilles semi cylindriques et crassulescentes de liliacées et iridacées (*Gagea sp.* et *Crocus* de Corse) sur la litière du sous-bois de Pin laricio composée de Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et d'aiguilles de pin (d'où leur abrutissement concomitant).

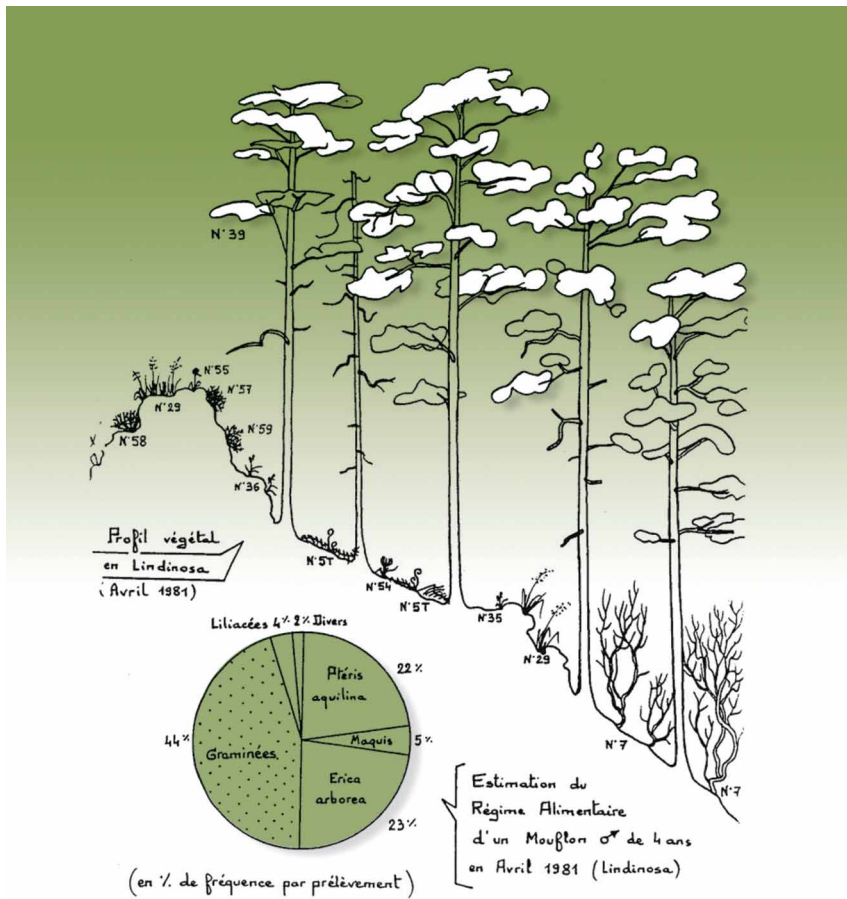
En juin 1983, ces analyses ont été reconduites aux étages subalpin et alpin (Figure 43). Les résultats montrent une proportion voisine de la représentation graminéenne mais une chute de proportion d'éléments ligneux au profit d'autres herbacées dicotylédones ou monocotylédones. Les fruticées des adrets, pourtant à un stade phénologique peu avancé, ne semblent donc pas privilégiées quand les ressources herbacées sont disponibles (Demeautis, 1991).

Limites de la méthode

La micronisation mécanique et enzymatique des fragments végétaux rend l'analyse plus difficile qu'à partir de prélèvements de panse et la précision de détermination s'arrête souvent au genre voire parfois à la famille (Demeautis, 1981 ou Josa, 2018). Les limites de la méthode résident d'une part dans le fait que la structure tissulaire est souvent trop micronisée pour que plusieurs fragments y soient reconnus, et la digestion clinique a eu raison des épidermes les plus fins et des plantes les plus digestibles et fragiles (pousses de graminées, mousses, plantes crassulescentes). Une autre difficulté est liée au fait que, pour être complète, l'analyse de fèces suppose de posséder une banque de données de référence aussi étendue que possible et couvrant l'ensemble des plantes susceptibles d'être ingérées. Le travail de Demeautis s'est concentré sur 54 plantes et ne représente probablement qu'un échantillon des plantes réellement disponibles pour le mouflon (pour rappel Pfeffer, 1967 a référencé la consommation de 95 taxons sur le site de Bavella).

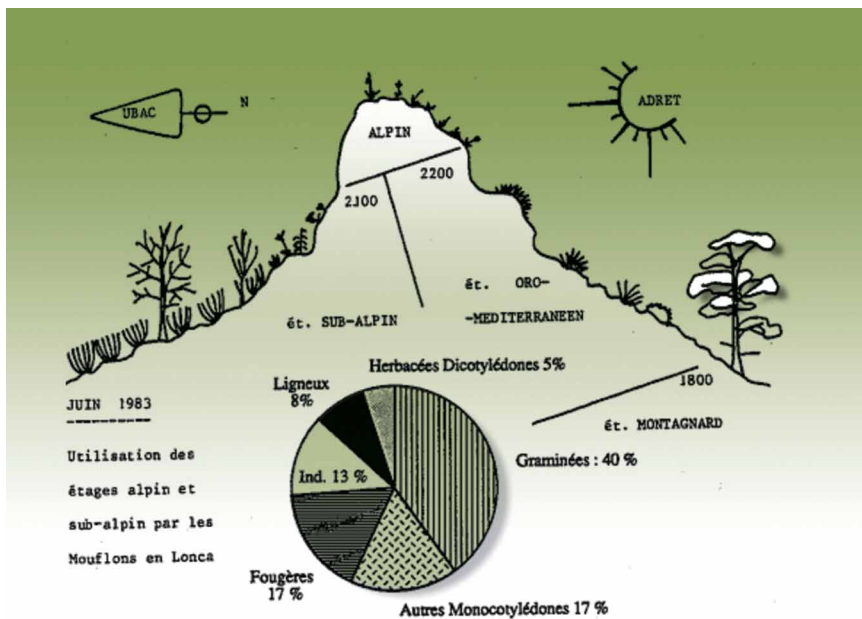
L'auteur note par ailleurs qu'il est délicat de vouloir corréler l'analyse des fèces avec les observations d'abrutissement *in situ*. En effet, un délai de 48 heures environ sépare chez les ruminants l'ingestion des aliments du rejet des fèces. Les animaux peuvent donc avoir changé de zone géographique entre temps et ne pas être observés là où ils ont mangé 48 heures auparavant.

Figure 42



Utilisation alimentaire de l'étage sub-alpin en fin avril par les mouflons mâles dans le secteur de Lindinosa (Demeautis, 1981).

Figure 43



Utilisation alimentaire des étages sub-alpin et alpin par les mouflons dans le secteur Lonca-Lindinosa en juin 1983 (Demeautis, 1991).

■ Composition et qualité du régime alimentaire du Mouflon de Corse en lien avec l'habitat

En 2016 une nouvelle étude est lancée avec un triple objectif (Josa, 2018) :

- décrire la qualité et la composition du régime alimentaire en automne ;
- explorer les relations entre la composition et la qualité du régime alimentaire ;
- évaluer les relations entre l'habitat utilisé, la qualité et la composition du régime alimentaire.

Protocole

103 échantillons de matières fécales ont été collectés sur le terrain dans le massif du Cinto (entre 646 et 1 985 m d'altitude). La période de collecte s'est étalée entre le 3 octobre et le 13 décembre 2016. La plupart des échantillons de matières fécales (86 %) étaient frais, ramassés au sol après observations des animaux, collectés dans des sacs en plastique étiquetés et congelés jusqu'à l'analyse.

La qualité du régime alimentaire a été évaluée pour chaque fèces par des analyses de spectroscopie dans le proche infrarouge (SPIR). Cette technique permet notamment d'estimer les teneurs en azote et en fibres de chaque prélèvement, deux paramètres essentiels pour déterminer la valeur alimentaire des plantes consommées. La composition du régime alimentaire a, quant à elle, été évaluée par l'analyse microhistologique des cuticules encore présentes dans les échantillons de matières fécales (Bartolome *et al.* 1995, 1998). Cette technique a été largement utilisée pour déterminer le régime alimentaire d'autres espèces d'herbivores (Villamuelas *et al.*, 2016 ; Ihl *et al.*, 2001 ; Chapuis *et al.*, 2001).

Pour étudier la relation entre le régime alimentaire des mouflons et l'habitat qu'ils utilisent, un cercle d'un rayon de 550 mètres centré sur les coordonnées de chaque fèces prélevée sur le terrain a été utilisé. La taille du rayon a été déterminée sur la base de la taille moyenne hebdomadaire du domaine vital du mouflon en Corse, obtenue à partir des données issues des 18 colliers GPS posés (Sanchis, 2018 ; voir Chapitre 4 - Sélection et utilisation de l'habitat). Les proportions des différents habitats (prairie, lande, forêt caducifoliée, forêt riveraine, forêt de conifères, forêts d'*Alnus*, maquis arbustif, zone habitée, rochers, forêt claire et eaux superficielles) inclus dans ce cercle ont ensuite été extraites.

Résultats et analyses

Composition du régime alimentaire

31,5 % des fragments végétaux contenus dans les fèces ont pu être classés au niveau spécifique, les autres (68,5 %) étant classés dans des groupes taxonomiques plus larges (« Autres graminoides », « Autres herbacées », « Autres espèces ligneuses » et « divers »). Le faible niveau de précision vient notamment de l'absence d'une banque de référence pour les espèces végétales de Corse comme déjà évoqué dans l'étude de Demeautis (1981).

Les analyses montrent que le groupe le plus consommé était celui des ligneux (60,3 %), suivi des graminoides (26,7 %), des herbacés (10,7 %) et divers (2,3 %). Les espèces identifiées les plus présentes dans les fèces sont *Festuca ovina* et *Quercus* spp. La consommation d'espèces ligneuses en Corse est particulièrement élevée par rapport aux autres populations de mouflons. À titre de comparaison, cette proportion est de 26 % dans les Alpes françaises à la même période de l'année (Babad 1997) et de seulement 7,8 % dans le sud de l'Espagne (Garcia-Gonzalez et Cuartas 1989). Plus généralement, Marchand *et al.* (2013) dans leur étude comparative ont montré que les mouflons ne consommaient en moyenne que 16 % d'espèces ligneuses (amplitude : 0 à 55 %), et 19 % si on se focalise spécifiquement sur le bassin méditerranéen. Sur les autres groupes, Marchand *et al.* (2013) trouvent que les plantes herbacées graminoides (*Graminae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*) représentent le pourcentage le plus élevé au sein du régime alimentaire chez le mouflon (en moyenne 35 % ; amplitude : 0 à 91 %), ce qui confirme l'importance de ces végétaux dans son alimentation. Les plantes herbacées des autres familles représentent quant à elles une moyenne de 24 % (amplitude : 0 à 93 %). Ces résultats soulignent la grande plasticité alimentaire de cet ongulé (Mottl, 1960 ; Marchand *et al.*, 2013) et sa capacité à coloniser un large éventail d'habitats (Cransac *et al.*, 1997).

Relation entre composition et qualité du régime alimentaire

L'analyse de la relation entre composition et qualité du régime alimentaire suggère que les régimes alimentaires riches en graminoides sont pauvres sur le plan nutritionnel (Josa, 2018). Cette faible contribution des graminoides sur le plan qualitatif s'explique par la saison de collecte des fèces, réalisée à l'automne. En début de saison de végétation (printemps), la teneur en nutriments des végétaux augmente jusqu'à atteindre un maximum (au stade de développement intermédiaire) puis diminue au fur et à mesure de l'accumulation de fibres dans les tissus (Mengel *et al.*, 2001). Cela se traduit par une augmentation de la quantité de fourrage au détriment de la qualité nutritive au fur et à mesure que la saison avance. En automne, la consommation de végétaux de type « ligneux » au sein de régimes alimentaires dominés par les graminoides pourrait permettre à l'espèce de compenser le faible apport nutritionnel de ces dernières.

Influence des habitats sur la qualité du régime alimentaire

Les animaux dont le « domaine vital » (cercle de rayon 550 m centré sur leurs fèces) présente une proportion plus importante d'habitats dominés par des graminées (lande de montagne) ont un régime alimentaire plus pauvre en azote fécale (Josa 2018). À l'inverse, des habitats dominés par du maquis arbustif améliorent le rapport entre graminées et azote dans le régime alimentaire des mouflons. Il est d'ailleurs admis que les zones de maquis arbustifs en région méditerranéenne offrent un fourrage de bonne qualité pour les ruminants en automne (Kökten *et al.*, 2012).

Bilan et perspectives en matière de gestion pour le Mouflon de Corse

Les études effectuées jusqu'à ce jour sur le régime alimentaire du Mouflon de Corse confirment le caractère éclectique et opportuniste de cette espèce capable de subsister dans des zones de végétation très différentes en adaptant son alimentation en fonction des végétaux dont elle dispose (Pfeffer, 1967 ; Demeautis, 1981 ; Marchand *et al.*, 2013 ; Josa, 2018). La proportion de plantes ligneuses peut ainsi être extrêmement élevée, atteignant les 74 % de l'apport alimentaire d'après Pfeffer (1967) pour la population de Bavella et 60,3 % pour la population du Cinto en automne (Josa, 2018). Demeautis, par ces observations de terrain, conclut que les conditions de survie du mouflon dans les secteurs montagneux de Corse sont très délicates. Les conditions d'adaptation journalière qui lui sont imposées sont difficiles notamment par les conditions climatiques contraignantes qui viennent parfois réduire une disponibilité alimentaire déjà fragile.

Il est reconnu que la quantité et la qualité des ressources, modulées par les conditions environnementales rencontrées, ont une influence sur la masse corporelle des animaux et, en cascade sur la performance reproductrice des femelles (Land, 1978 ; Garel *et al.*, 2005b ; Richard, 2016 ; Garel *et al.*, 2022). La diminution de productivité des femelles entre les environnements continentaux riches (rapports agneaux/femelles > 0,8) et les îles méditerranéennes où l'accès à une ressource abondante de qualité (riche en azote, plus facilement digestible) est beaucoup plus limité (rapports agneau/femelles < 0,5) en serait une très bonne illustration selon Ciuti *et al.* (2009). C'est le cas notamment de la population de Mouflons de Corse de Bavella qui connaît un ratio agneau/femelles (rapport agneaux/femelles entre 0,21-0,33) parmi les plus faibles enregistrés (voir Chapitre 2 – Études démographiques) et où la proportion de plantes ligneuses consommées est parmi les plus importantes (Pfeffer, 1967). Il est d'ailleurs intéressant de mettre ces valeurs en perspective avec celles relevées en captivité dans l'enclos de Quenza (rapport agneaux/femelles = 0,80, G. Comiti, com. Pers.) (voir Partie B : Conservation et développement – Chapitre 1) où les animaux reçoivent une alimentation complémentaire. Bien que la faiblesse des ressources alimentaires soit souvent incriminée dans le rendement reproductif des populations de mouflons, elle ne peut pas être le seul facteur mais reste néanmoins un paramètre essentiel pour la démographie de cette espèce.

■ Les perspectives d'études sur le sujet en Corse sont multiples.

■ 1/ L'étude du régime alimentaire sur les quatre saisons semble une priorité, surtout pour la population de Bavella où les seules données disponibles sont basées sur des observations à distance d'un nombre très limité d'animaux (Pfeffer, 1967). Le protocole d'échantillonnage devra permettre d'intégrer un maximum de la diversité des milieux et les spécificités des deux populations (comme la structure en sous-populations ; voir Chapitre 1 – Origines et génétique). Ce travail doit permettre d'avoir accès à une description plus précise des plantes consommées par l'espèce (p. ex. grâce à l'utilisation de technique moléculaire type metabarcoding) et la mise en place d'une banque de référence basée sur la flore de Corse. Ce travail pourrait être développé en lien avec le Conservatoire botanique national de Corse (CBNC). En parallèle, des mesures sur le terrain de la biomasse et de la qualité de la flore consommée par le mouflon au sein des différentes communautés végétales permettraient de référencer dans le temps et dans l'espace le paysage alimentaire du mouflon. Les informations ainsi collectées seraient ensuite utilisées pour construire des modèles permettant de prédire annuellement ce paysage, sans nouveaux relevés de terrain, sur la base d'informations annexes (télédétection, données météorologiques). Ces cartes pourraient enfin être croisées avec les données de déplacement (voir Chapitre 4 - Sélection et utilisation de l'habitat) et de distribution (voir Chapitre 3 - Aires de répartition) disponible pour l'espèce (pour une approche similaire sur un ongulé de montagne, voir Duparc *et al.*, 2020).

■ 2/ De la même manière, l'étude du régime alimentaire des autres herbivores vivant en sympatrie avec le Mouflon de Corse (cerf de Corse, vaches, moutons...) permettraient de mesurer le chevauchement de niches alimentaires entre toutes ces espèces et le niveau de compétition dans l'espace et dans le temps pour la ressource végétale.



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- En Corse, les ligneux représentent une proportion importante (> 60%) du régime alimentaire de l'espèce notamment en automne où ils pourraient constituer une alternative de meilleure qualité que les pelouses à graminées.
- La disponibilité alimentaire limitée en ressources herbacées pourrait expliquer la faible performance reproductive de l'espèce sur l'île.
- Une meilleure connaissance du régime alimentaire à l'année, des ongulés sauvages et domestiques présents sur l'île, reste un objectif prioritaire aussi bien pour mesurer le niveau de compétition entre les différentes espèces que pour cartographier précisément le paysage alimentaire du mouflon et le mettre en lien avec son écologie spatiale et sa démographie.





6 – Sanitaire

Contexte

Les mouflons peuvent contracter diverses maladies bactériennes, virales et parasitaires. Ces dernières sont les plus communes car la quasi-totalité des individus sont porteurs de parasites externes (poux, tiques) mais aussi des parasites internes digestifs et respiratoires (strongles, coccidies, douves, cestodes ; Gibert, 2018). Les maladies peuvent être communes aux ongulés sauvages et aux ongulés domestiques. Généralement, sauf cas exceptionnel, les ongulés sauvages de montagne sont victimes des maladies affectant les animaux domestiques. La Figure 44 ci-dessous illustre les cycles épidémiologiques généraux et les moyens de lutte.

Les plans de surveillance sanitaire sont ciblés en fonction de 3 enjeux majeurs :

- **sanitaire** : prévention de la transmission, à l'homme, des zoonoses par contact avec les animaux sauvages ;
- **économique** : prévention des maladies transmissibles à la faune domestique ;
- **connaissance et conservation** : amélioration des connaissances sur les pathologies en milieu sauvage et protection des populations de Mouflons de Corse.

Figure 44

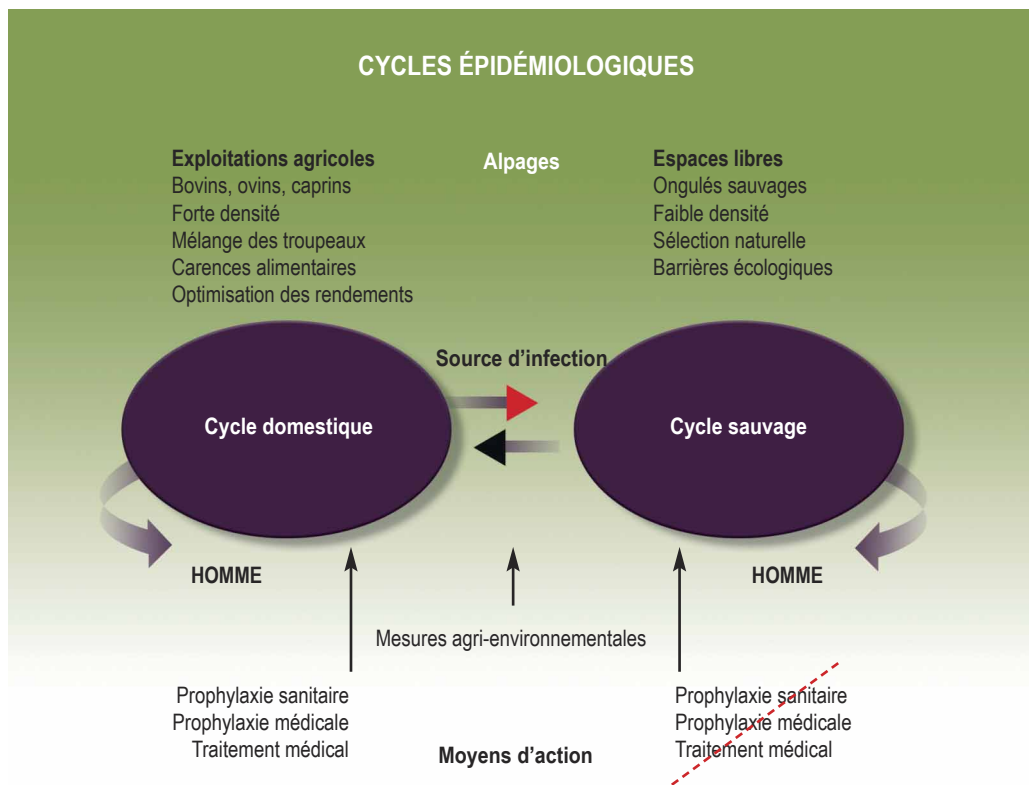


Schéma des cycles épidémiologiques et des moyens de lutte contre les maladies (Gibert, 2011).

Les projections en terme de changement climatique (réchauffement notamment), pourraient être favorables au développement des pathogènes ou à une modification du cortège de ces derniers. Les risques d'épizootie associés constituent une réelle menace pour les populations de mouflons en Corse dont la situation démographique est fragile en raison des effectifs limités et des niveaux de reproduction bas (voir Chapitre 2 – Études démographiques). C'est ce qui a motivé les gestionnaires à s'intéresser au statut sanitaire des animaux et à mettre en place une surveillance des populations *in natura*.

Analyses sanitaires réalisées sur le Mouflon de Corse

■ Contexte

Les premières analyses sanitaires portant sur les populations de mouflons ont débuté en Corse dans les années 1980. À l'époque, il s'agit d'analyses ponctuelles qui sont menées dans le cadre d'opérations de captures ou lors de signalement de cas de mortalité. Par exemple, suite à une série de mortalités observées dans la vallée de la Lonca durant l'hiver 1980-1981, le PNRC a commandé une étude à G. Demeautis, portant sur 4 axes principaux de recherches dont un volet parasitaire (Demeautis, 1981, 1985, 1991). Lors des premières captures par enclos-piège mises en place sur la Réserve d'Asco en 1984 (Vitti *et al.*, 1985, 1986 ; Dubray, 1985a ; Roux, 1988a et b), des prélèvements de sang sont également réalisés et différents pathogènes sont recherchés (Brucellose, Chlamydie, Salmonellose, Rickettsiose et Toxoplasmose, ONC, 1984 a et b). Les animaux capturés dans le cadre du programme Life mouflon (Benedetti *et al.*, 2004b, 2005a, 2006b ; voir Partie B : Conservation et développement), destinés à être élevés en enclos, ont également fait l'objet de prélèvements (prises de sang, prélèvements de fèces) pour connaître leur statut sanitaire.

Avec la mise en œuvre du Programme régional de recherche et de développement sur le Mouflon de Corse (2011-2015), un protocole de surveillance et de suivi sanitaire est pour la première fois mis en place avec pour objectif d'assurer une veille sur l'espèce sur le long terme mais aussi d'étudier l'impact des maladies sur la dynamique des populations de mouflons en Corse. Un protocole spécifique de surveillance sanitaire du Mouflon de Corse a été rédigé dans ce cadre en février 2011, par le Docteur Philippe Gibert (Gibert, 2011). Cette veille sanitaire s'est poursuivie après 2015, notamment à partir d'animaux capturés dans la RCFS d'Asco.

■ Matériels et méthodes

Protocole

Le suivi sanitaire repose sur différents types d'exams.

Examen des animaux morts

La découverte occasionnelle de cadavres, dans le cadre de suivis ou par des promeneurs, peut dans certains cas fournir des informations exploitables.

Examen nécropsique

Les animaux morts trouvés dans un état de conservation satisfaisant sont autopsiés au laboratoire vétérinaire départemental de Haute-Corse afin d'identifier l'origine de la mort. En complément de la recherche de la cause probable de la mort, des analyses sont menées afin de mettre en évidence des causes associées et des agents pathogènes. Les résultats de l'autopsie sont transmis en parallèle au réseau SAGIR¹⁰ (Surveiller les maladies de la faune sauvage pour agir).

Examen des animaux vivants

L'observation à distance permet de relever des anomalies liées à la locomotion, la vision, la digestion, la respiration, les troubles nerveux, le pelage ...

Examens des animaux vivants capturés

Ces examens concernent les animaux capturés dans le cadre de suivis réalisés à Asco (CMR). Les résultats des analyses sanitaires réalisées sur les animaux de l'enclos n'ont volontairement pas été intégrés. L'objectif ici est d'avoir l'état sanitaire d'une population naturelle non captive, en l'occurrence la population du Cinto. Il faut

10 - SAGIR est un réseau de surveillance épidémiologique des oiseaux et des mammifères sauvages terrestres en France. Cette surveillance, fondée sur un partenariat constant entre les Fédérations des chasseurs et l'OFB, s'exerce depuis 1955, s'est consolidée en 1972 et a pris la dimension actuelle en 1986 sous le nom de SAGIR. Elle repose sur un réseau de correspondants qui surveillent et organisent la collecte et l'analyse sanitaire.

préciser que les captures *in natura* se sont poursuivies après l'arrêt du protocole CMR afin d'assurer une veille sanitaire sur la population du Cinto. Les animaux capturés font l'objet de prélèvements de sang, de fèces et de tiques.

Prélèvements de sang

Une première liste d'agents pathogènes à rechercher a été établie de 1985 à 1988. Celle-ci a été complétée à partir de 2010 par le Dr Gibert dans le cadre du protocole de surveillance. Par la suite d'autres agents ont été ajoutés à l'analyse, plus ponctuellement. La liste complète est présentée ci-après.

- **Brucellose** : pathologie bactérienne
- **Chlamydie** : pathologie bactérienne
- **Fièvre Q** : pathologie bactérienne à *Coxiella burnetii* – Maladie vectorielle
- **Para influenza type 3 (Pi3)**
- **Salmonellose** : pathologie bactérienne
- **Toxoplasmose** : pathologie parasitaire
- **Arthrite encéphalite caprine à virus (CAEV)** : pathologie virale à Lentivirus
- **Diarrhée virale bovine (BVD)** : pathologie virale à Pestivirus
- **Paratuberculose** : pathologie bactérienne
- **Fièvre catarrhale ovine (FCO)** : pathologie virale à Orbivirus – Maladie vectorielle
- **Virus respiratoire syncytial (RSV)**
- **Schmallenberg** : pathologie virale à Orthobunyavirus – Maladie vectorielle
- **Agalaxie contagieuse** : pathologie bactérienne à mycoplasmes
- **Néosporose** : pathologie parasitaire
- **Ehrlichiose (EHRL)** : maladie bactérienne véhiculée par les tiques
- **Rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR)** : pathologie virale à Herpesvirus
- **Fièvre hémorragique du Cerf (EHDV)** : pathologie virale infectieuse
- **Anaplasmoses / Borrélioses / Bartonelloses / Babésioses / Theilérioses / autres rickettsioses** : maladies bactériennes véhiculées par les tiques

Les prélèvements sanguins ont été analysés par les laboratoires départementaux d'analyse de Haute-Corse et de Savoie.

Prélèvements de fèces

Les premières analyses sur le parasitisme interne du Mouflon de Corse ont été réalisées par autopsies (3) et coproscopies (17) sur des mouflons qui se trouvaient dans la vallée de la Lonca en 1980-1981 (Demeautis, 1981 ; Dubray, 1984e). Les coproscopies étaient effectuées au laboratoire vétérinaire de Corse-du-Sud par sédimentation en eau douce, ou directement sur le terrain par flottaison sur iodomercurate de potassium, méthode plus toxique mais plus fiable pour les prélèvements moins frais. Dans tous les cas, la diagnose s'arrêtait généralement au genre ou à la famille à cause des limites techniques (absence de réfrigérateur, conditions de prélèvements) (Demeautis, 1985).

Par la suite, dans le cadre des captures réalisées de 2011 à 2015, des analyses coproscopiques ont été réalisées par le Dr. Gilles Bourgoïn sur la période de 2013 à 2015 (VetAgro Sup à Lyon, Laboratoire de Biométrie et de Biologie Évolutive (LBBE)). Le protocole de récolte des fèces est présenté dans le document Bourgoïn (2012).

À ces analyses coproscopiques, viennent s'ajouter les résultats des autopsies qui intègrent une évaluation du parasitisme respiratoire et digestif.

Prélèvements de tiques

Les tiques (acariens, ixodidés) sont les premiers vecteurs d'agents pathogènes d'animaux dans le monde et sans doute les seconds, après les moustiques, en santé humaine (Grech-Angelini, 2017). Ils peuvent jouer un rôle de vecteur d'agents pathogènes bactériens (*Anaplasma*, *Rickettsia*...), viraux (encéphalite à tiques...) ou parasitaires (*Babesia*...).

Entre janvier et avril 2015, 140 prélèvements de tiques ont été réalisés sur 24 mouflons lors des captures à Asco. Ces échantillons ont été intégrés à une étude portant sur différents hôtes domestiques et sauvages qui visait à réaliser un état des lieux des espèces de tiques présentes en Corse, déterminer leur dynamique saisonnière et leurs préférences animales et identifier les agents pathogènes qu'elles peuvent transmettre (Grech-Angelini *et al.*, 2016a et b ; Grech-Angelini, 2017). 37 agents pathogènes d'Europe et de Méditerranée ont été recherchés et testés sur les tiques prélevées.

Cette étude a été portée par l'INRAE (Laboratoire de recherche sur le développement de l'élevage-Corte, UMR Biologie moléculaire et immunologie parasitaires-équipe vectotiq) et le CIRAD (unité Contrôle des maladies animales exotiques et émergentes-Montpellier) avec la collaboration de l'ANSES de Maison-Alfort.

■ Résultats et analyses

Mortalités et autopsies

L'interprétation des causes de mortalité est rendue difficile par l'absence d'approche standardisée dans la classification des causes de la mort. Toutefois, les observations faites lors de l'étude des cadavres depuis 1968 (n = 31 ; animaux en enclos non pris en compte) permettent de conclure à une certaine homogénéité du tableau clinique (Tableau 14) en ce qui concerne l'amaigrissement marqué, associé à un état de faiblesse généralisée et des animaux fortement parasités (ecto- et endoparasites) (Santini, comm. Pers.). Parmi les 31 animaux retrouvés morts, 9 présentaient un mauvais état général, 13 un parasitisme marqué et 9 un mauvais état et un fort parasitisme.

Vingt-six autopsies ont pu être recensées depuis 1968, référencées en annexe 11. Il se peut que cette liste ne soit pas exhaustive, certaines informations historiques pouvant manquer. Parmi les causes de mortalité recensées, on trouve principalement les traumatismes et le parasitisme pulmonaire et digestif. Le nombre de morts sans cause évidente décelée (n=8) montre la difficulté d'aboutir à un diagnostic en faune sauvage (découvertes tardives, altérations cadavériques...).

L'interprétation des résultats doit tenir compte de la faible taille de l'échantillon.

Tableau 14

Distribution des causes de mortalités recensées depuis 1968 sur les animaux retrouvés morts (n=31) et ceux autopsiés (n=26)

Cause de mortalité	Nombre d'animaux retrouvés morts	Nombre d'animaux autopsiés
Infectieuse	3	3
Infectieuse à tropisme respiratoire	3	3
Infectieuse à tropisme digestif	3	3
Traumatiques	5	4
Métaboliques	1	1
Braconnage	4	1
Prédation	1	1
Usure Physiologique	3	3
Inconnue	8	7
Total	31	26

Analyses de sang des animaux capturés

Les analyses de sang réalisées essentiellement sur la population du Cinto montrent une séroprévalences faible vis-à-vis des différents agents pathogènes (97 échantillons de sang analysés depuis 1985 ; voir annexe 12). Bien que tous les pathogènes n'aient pas pu être testés systématiquement (voir Matériels et méthodes), le tableau de synthèse (Tableau 15) montre un niveau d'infestation limité, tant sur le plan du nombre de pathogènes détectés (4 bactéries, un parasite, un virus) qu'en termes de nombre de cas recensés (n=10). Les cas de Chlamydomphila détectés illustrent un bruit de fond sans doute en lien avec la séroprévalence mesurée dans les cheptels domestiques (Gibert *in* Benedetti *et al.*, 2019).

Type d'agent	Nature de l'agent	Maladie concernée	statut		
			négatif	douteux	positif
Bactéries	<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	Paratuberculose			
	<i>Brucella melitensis et abortus</i>	Brucellose (Bru RB)			
	<i>Chlamydomphila abortus</i>	Chlamydomphiloze (CHLAM)		1	3
	<i>Mycoplasma agalactiae</i>	Agalaxie contagieuse			
	<i>Coxiella burnetti</i>	Fièvre Q (FVQ)			
	<i>Salmonella abortus ovis</i>	Salmonellose abortive ovine (SAO)			
	Anaplasma phagocytophilum	Ehrlichiose granulocytaire			1
	Rickettsioses	Rickettsioses			
	Borrélioses	Borrélioses			
	Bartonelloses	Bartonelloses			1
	Babésioses	Babésioses			1
	Theilérioses	Theilérioses			
	Parasites	<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmose (TOXO)		2
<i>Neospora caninum</i>		Neosporose			
Virus	Lentivirus	Arthrite Encéphalite Caprine à Virus (CAEV)			
	Pestivirus	Pestivirose (Bovine Viral Diarrhea) (BVD)			
	Orthobunyavirus	Schmallenberg			
	Orbivirus	Fièvre Catarrhale Ovine (FCO)			
	Orbivirus	Fièvre hémorragique du cerf (EHDV)			
	Herpès virus	Rhinotrachéite Infectieuse Bovine (IBR)			
	Paramyxovirus/Pneumovirus	Virus Respiratoire Syncytial (RSV)			1
Paramyxovirus	Para Influenza Type 3 (Pi3)				

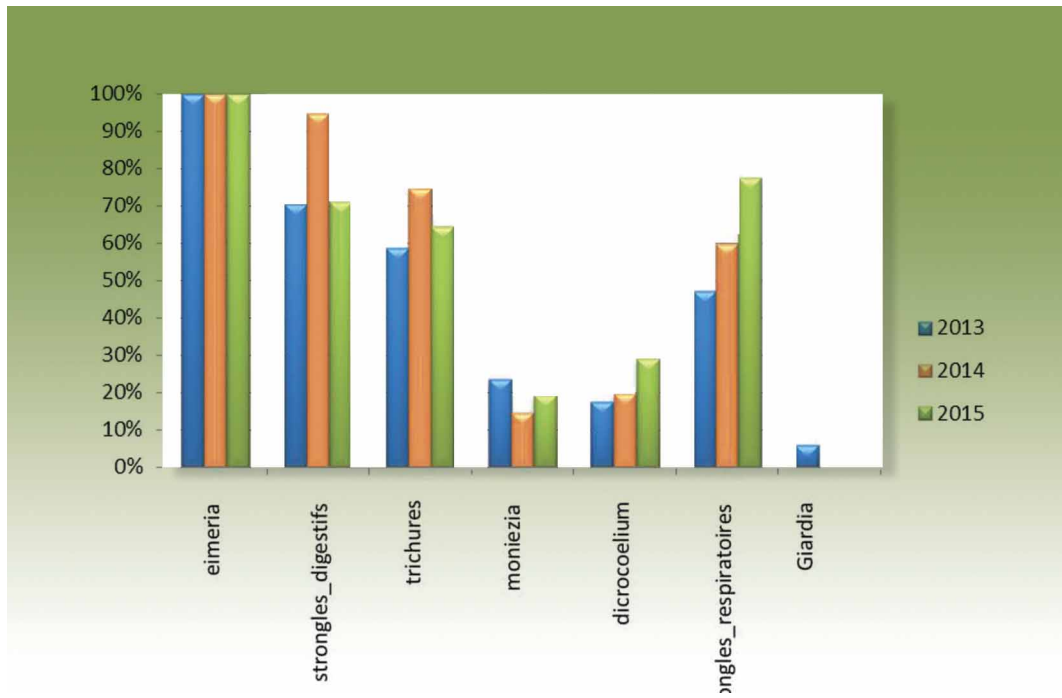
Parasitisme

Coprosopies

La première étude sur le parasitisme des Mouflons de Corse réalisée par Demeautis (1981, 1985) fait apparaître deux groupes de parasites dominants dans le tableau clinique des Mouflons de Corse, petite douve et strongles pulmonaires, à l'origine de pathogénie réduite souvent chronique. Ce tableau a cependant, dans certains cas (3 des 17 mouflons étudiés), pris une forme plus aiguë en signant un état de polyparasitisme et de faiblesse immunitaire générale (Demeautis, 1981).

Par la suite, les résultats des analyses coproscopiques de 2013 à 2015 ont permis d'identifier un total de sept espèces, ou groupes d'espèces, de parasites (Bourgoin, 2015 ; Figure 45) :

- strongles digestifs (nombreuses espèces non identifiables à l'examen coproscopique simple) ;
- *Eimeria* (= coccidies ; nombreuses espèces non identifiables à l'examen coproscopique simple) ;
- *Trichuris ovis* (trichures) ;
- *Dicrocoelium dendriticum* (petite douve) ;
- *Moniezia sp.* (« taenia des ruminants ») ;
- *Giardia sp.* ;
- larves de strongles respiratoires.



Prévalence en parasites internes mesurée entre 2013 et 2015.

Les parasites les plus fréquemment retrouvés dans les prélèvements sont les eimeria et les strongles digestifs. Les trichures et les strongles respiratoires présentent aussi des prévalences élevées (Figure 45).

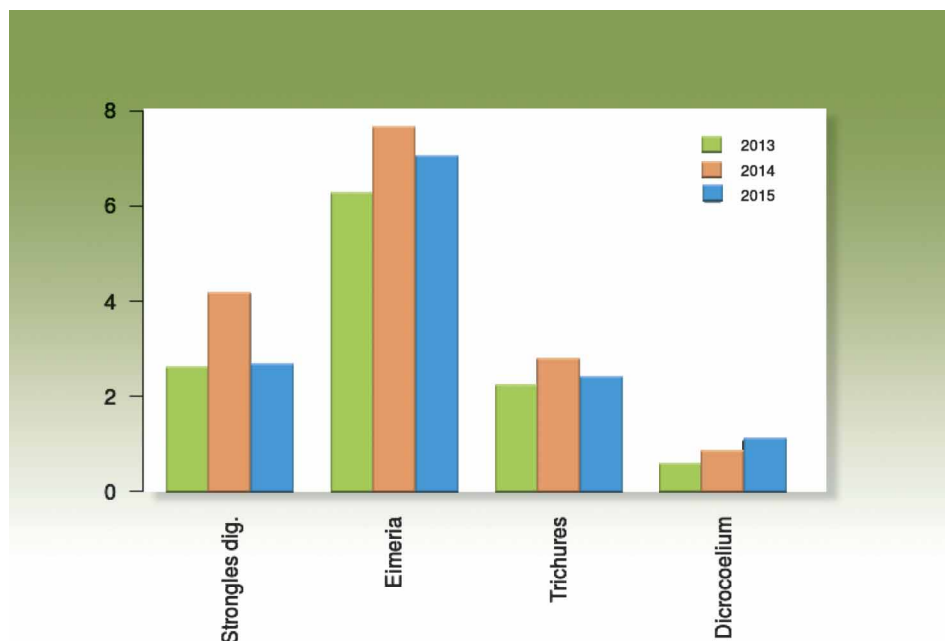
Il apparaît des constantes déjà connues chez le mouflon continental mais aussi des spécificités corses notamment par la présence de *Giardia* et la faible prévalence de *Dicrocoelium* (en métropole, 90 % des mouflons sont infestés) ; (Gibert *in* Benedetti *et al.*, 2019).

Ces résultats vont dans le sens de ce qui est observé en Europe occidentale, où la plupart des parasites digestifs rencontrés chez le mouflon sont les strongles (nématodes) et les coccidies (protozoaires). Ces parasites peuvent occuper différents endroits de l'appareil digestif tels que l'abomasum (estomac), l'intestin grêle, le colon ou le caecum et, selon les espèces, ils peuvent vivre libres dans l'intestin, fixés à la muqueuse ou encore dans les cellules de la muqueuse (Taylor *et al.*, 2015).

Les coccidies digestives les plus souvent retrouvées chez les ongulés de montagne appartiennent au genre *Eimeria* colonisant les cellules de la muqueuse intestinale (Taylor *et al.*, 2015). Elles peuvent causer des diarrhées aboutissant à des déshydratations sévères et de l'anorexie, notamment chez les jeunes, augmentant les risques de mortalité (Taylor *et al.*, 2015).

Les strongles digestifs quant à eux, peuvent être hématophages, chymivores (consommant le chyme qui est composée du bol alimentaire partiellement digéré accompagné d'eau et de sucs gastriques) ou histophages (se nourrissant de tissus de l'hôte) causant ainsi possiblement des anémies, des amaigrissements et des retards de croissance par spoliation d'énergie ou encore des dommages tissulaires (Sutherland et Scott, 2010, Taylor *et al.*, 2015). Les strongles digestifs les plus fréquents chez les ongulés de montagne, tel que le mouflon, sont les trichostrongylidés (p. ex. *Teladorsagia sp.*, *Trichostrongylus sp.*, *Haemonchus sp.*, *Ostertagia sp.*, Morgan et Van Dijk, 2012 ; Maerten, 2014 ; Cockenpot, 2013).

Pour quatre parasites, ou groupes d'espèces de parasites, il est possible de quantifier leur présence dans les fèces (mesurée en œufs par gramme de fèces = opg). Les *Eimeria* sont les plus fortement excrétés, suivis par les strongles digestifs, les trichures et *Dicrocoelium* (Figure 46).



Charge parasitaire exprimée en log (œuf par gramme de fèces + 1) mesurée entre 2013 et 2015.

Les valeurs observées en 2015 sont plus faibles qu'en 2014 sauf pour *Dicrocoelium*. Comme pour la prévalence, l'interprétation est délicate du fait des nombreuses sources de variation de l'excrétion fécale. Durant la période des prélèvements, l'excrétion peut être faible pour certains parasites, alors qu'ils sont présents sous forme enkystée dans le tube digestif (pathogènes lors de leur réveil). Globalement les excrétions fécales sont peu importantes ici. Une comparaison des mêmes groupes de parasites échantillonnés sur la même période (février 2015) dans une population de mouflons méditerranéens (massif du Caroux-Espinouse, Bourgoin, 2015) a permis d'observer que les niveaux d'excrétion tendent à être supérieurs en Corse, essentiellement pour les *Eimeria* et les trichures. Néanmoins, les niveaux observés restent peu élevés.

Le déclenchement de la réponse immunitaire pour lutter contre les parasites internes peut induire de nombreux coûts phénotypiques pour l'hôte. Colditz (2008) les divise en différentes catégories. Premièrement, la mise en place de la réponse immunitaire induit une augmentation du taux métabolique qui induit un surcoût énergétique. Ensuite, l'immunité semble jouer un rôle dans la diminution de la prise alimentaire, provoquant l'anorexie souvent associée à un fort taux d'infestation parasitaire. La réponse immunitaire induit aussi une perturbation de la disponibilité et de l'utilisation des nutriments en circulation par les cellules, pouvant entraîner des retards de croissance et impacter d'autres traits. Ainsi, l'un des éléments les plus déterminants de l'efficacité de la réponse immunitaire est la condition corporelle de l'hôte. Puisque la réponse immunitaire est coûteuse en énergie, il est attendu qu'un hôte en mauvaise condition puisse allouer moins d'énergie dans les mécanismes de défense (Chandra, 1996). Ce compromis entre résistance et quantité de ressources est notamment illustré par la relation négative entre condition corporelle et charge parasitaire observé chez de nombreux taxons (chevreuil : Body *et al.*, 2011 ; élan : Davidson *et al.*, 2015).

Un élément important à noter également est que la condition corporelle des hôtes dépend de l'environnement dans lequel ils évoluent et de leur patrimoine génétique (Wilson et Nussey 2010). Ainsi, habitat et génétique peuvent impacter la résistance et la tolérance, deux stratégies de défense des hôtes face à leurs parasites (voir Portanier, 2018 chez le mouflon méditerranéen). Elle peut également dépendre du statut social des individus si ce dernier conditionne l'accès aux ressources.

Tiques

Les mouflons capturés en 2014-2015 sur la RCFS d'Asco ont présenté un niveau de parasitisme très important (Figure 47).



Photographies d'infestation de tiques entraînant un phénomène de dépilation.

Ce parasitisme externe intense peut exacerber les conséquences limitantes des conditions environnementales sur les animaux (Bourgoin *in* Benedetti *et al.*, 2019) et la faible survie de ces derniers (voir chapitre 2) pourrait être liée à la charge en tiques mais le sens de la relation n'est pas clairement établi. Deux hypothèses peuvent en effet être envisagées :

- la présence de tiques diminue la survie des animaux ;
- les animaux fragiles donc ayant une probabilité de survie diminuée sont par nature plus parasités.

La deuxième hypothèse semble la plus probable.

L'étude de Grech-Angelini *et al.* (2017) sur les échantillons de tiques prélevés fait ressortir des conclusions intéressantes sur les particularités des tiques insulaires. Elle révèle une forte infestation des bovins corses et questionne sur le niveau de circulation des agents pathogènes transmis par les tiques chez les bovins, alors que ces animaux élevés de façon très extensive sont peu suivis sur le plan sanitaire. Certaines maladies pourraient être présentes sur le territoire insulaire sans pour autant être repérées ou signalées par les éleveurs. Mais ce phénomène questionne également sur le niveau d'infestation de la faune sauvage et notamment les mouflons puisque les deux espèces vivent en sympatrie.

Sur le plan de la diversité spécifique, 10 espèces de tiques ont été répertoriées dont 5 sont présentes chez le mouflon, avec une prédominance de *Rhipicephalus bursa* (91 %) (Tableau 16).

Espèces de tiques trouvées chez le Mouflon de Corse (d'après Grech-Angelini et al., 2016a)

Espèces de tiques présentes	Nombre de spécimens	Pourcentage (%)
<i>Rhipicephalus bursa</i>	127	90,7
<i>Haemaphysalis punctata</i>	7	5,0
<i>Haemaphysalis sulcata</i>	4	2,9
<i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i>	1	0,7
<i>Dermacentor marginatus</i>	1	0,7
Total	140	100

À titre de comparaison, l'espèce *Ixodes ricinus*, qui est absente des prélèvements réalisés sur les Mouflons de Corse, a été observée dans la plupart des zones d'étude en Europe et était souvent la seule espèce observée dans les régions du nord et de haute altitude (Allemagne, Pays-Bas, Pologne, Tchécoslovaquie, Autriche, Alpes françaises). Dans les parties plus méridionales de l'Europe (Chypre : Ioannou et al., 2011 ; au sud de la France et en Corse : Mercier, 2016 ; Grech-Angelini et al., 2016a et b ; Italie : Pogliayen et al., 2018 et en Ukraine : Hille, 2003), une plus grande diversité d'espèces de tiques a été observée avec 5-8 espèces par pays, appartenant au genre *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Rhipicephalus* et *Dermacentor* (Garel et al., 2022).

L'analyse des pathogènes montre que, pour le mouflon, seulement 12 % des tiques sont infectées, contre 50 % sur le cheptel bovin domestique (Grech-Angelini, 2017), les principaux agents identifiés étant des bactéries du genre *Rickettsia*, *Anaplasma*, *Babesia* et *Borrelia*.

Ces pathogènes ont un impact modéré en santé animale et ne peuvent expliquer, à eux seuls, la mortalité observée à Asco dans le cadre du suivi par CMR (voir chapitre 2). Une étude sur l'ehrlichiose a révélé par exemple que 100 % des chamois des Bauges sont séropositifs sans effet visible sur la dynamique de la population (Gibert, 2017).

Il faut néanmoins garder en tête que ces pathogènes peuvent provoquer chez certains ongulés une baisse de l'immunité sur les animaux atteints, faisant le lit d'autres infections (souvent parasitaires ; cas du chevreuil, Portier, 2008).

De 2007 à 2010, suite à une mortalité anormale de jeunes chevreaux d'isards dans le massif de Bazès, les gestionnaires et chercheurs ont réalisé un suivi rapproché. En étudiant les signes cliniques, ils ont mis en évidence le rôle pathogène direct des tiques sur les chevreaux par la spoliation sanguine entraînant leur affaiblissement et leur anémie, puis leur mort (considérant qu'une tique prélève 2 ml de sang, 150 tiques = 300 ml ; Gibert, 2017). Les récoltes régulières de tiques effectuées sur le site dans les années suivantes, par la méthode du drapeau, ont confirmé que la récolte de ces parasites était maximale au moment du pic de naissance des chevreaux (fin mai-début juin).

Bilan de l'étude sanitaire et implications en matière de gestion

L'essentiel du suivi sanitaire des populations de Mouflons de Corse a été mené sur la population du Cinto entre 2011 et 2019 d'abord à l'occasion des captures réalisées dans le cadre du programme de capture-marquage-recapture (CMR) entre 2011 et 2015, puis jusqu'à 2019 pour la veille sanitaire.

La synthèse des données collectées permet de dégager différents éléments (Gibert, comm. Pers) :

- une population exempte de pathologies sur le plan viral et bactérien contrairement à ce qu'on peut rencontrer en faune domestique ;
- une population qui présente un endo et ecto parasitisme couramment décrits chez le mouflon avec quelques spécificités notamment par la présence de *Giardia* et la faible prévalence de *Dicrocoelium* et par la diversité des espèces de tiques récoltées (5 espèces avec *Rhipicephalus bursa* à 91 %, alors qu'en métropole, *Ixodes ricinus* est l'espèce dominante chez les ongulés de montagne ; Gibert in Benedetti et al., 2019) ;
- un nombre d'animaux parasités (parasites internes) important ;
- un mauvais état physiologique (dénutrition marquée) à relier à plusieurs facteurs (nutritionnels, environnementaux, parasitisme).

Ces éléments doivent être interprétés dans le contexte où sont réalisées les captures : au cœur de l'hiver quand la disponibilité des ressources est au plus bas et que les mâles sortent de la période du rut où ils réduisent fortement leurs phases d'alimentation. L'échantillon pour les mâles est aussi principalement constitué d'animaux âgés à très âgés qui sont en phase de sénescence (voir Chapitre 2 – Études démographiques ; 5/ Estimations du taux de survie par capture-marquage-recapture (C.M.R.)).

En ce qui concerne les principaux facteurs de mortalité, les traumatismes et les syndromes entériques et respiratoires sont identifiés, sur la base de l'échantillon disponible (31 individus depuis 1978). Le nombre de morts sans cause évidente montre néanmoins la difficulté d'aboutir à un diagnostic en faune sauvage. Il est évident que les cadavres retrouvés ne représentent qu'un très faible pourcentage (3 à 8 %) des animaux réellement morts (Gibert *in* Benedetti *et al.*, 2019). C'est la raison pour laquelle le suivi sanitaire doit toujours s'inscrire sur du long terme (10 ans *a minima*). Dans un objectif d'assurer une réelle fonction d'épidémiologie, il faudrait augmenter la sensibilité et la spécificité des systèmes de surveillance, optimiser et majorer l'échantillonnage, mettre en place une vigilance coopérative et élaborer un programme pluriannuel de suivi sanitaire. Cet objectif n'est aujourd'hui pas réalisable par rapport aux moyens disponibles. Les maladies ne sont qu'une composante des causes de fluctuation des populations et l'action prioritaire pour appréhender les causes de mortalité reste la récolte des cadavres (ou des animaux moribonds) suivie d'une autopsie et des examens complémentaires (Gibert, comm. Pers.).

Pour le parasitisme interne, il est constaté une énorme divergence entre les animaux autopsiés qui présentent souvent un fort parasitisme et les coproscopies réalisées sur les animaux capturés qui révèlent peu d'éléments parasitaires par gramme de fèces. Cela peut venir du fait que les animaux autopsiés n'étaient pas en état et donc fortement parasités mais également du fait que pour faire un véritable état de la situation parasitaire d'un individu, il faut faire une analyse coproscopique sur 8 à 10 jours d'affilée, ce qui n'est pas possible *in natura*. On ne peut donc pas comparer les deux méthodes.

Plusieurs préconisations ont été proposées en 2019 afin d'améliorer la compréhension de certains aspects (Memmi *in* Benedetti *et al.*, 2019) :

- approfondir les études de terrain sur certains facteurs de risque notamment la dénutrition et le parasitisme ;
- évaluer les différents stades par cotation des réserves graisseuses lors de l'autopsie : graisses superficielles (les premières à être mobilisées) ; graisses cavitaires (mobilisées lors de fluctuations physiologiques comme la reproduction) ; moelle osseuse (mobilisée en ultime recours lors d'un stress extrême par exemple) ;
- maintenir une veille et étudier les solutions face à la persistance d'un parasitisme chronique ;

En ce qui concerne le parasitisme externe, bien qu'il ne soit pas possible d'incriminer les tiques dans la mortalité observée des mouflons juste à partir des données de comptage sur les animaux, des études complémentaires seraient nécessaires pour identifier le rôle des tiques dans la dynamique de cette population de mouflons (Bourgoin *in* Benedetti *et al.*, 2019). Une recherche systématique sur cadavre et sur animal "sain" permettrait d'aborder les effets délétères des pathogènes que portent ces animaux (Gibert *in* Benedetti *et al.*, 2019). Une convention entre l'OFB et l'Université de Corse a été signée en 2021 et donne en perspective un partenariat sur la veille épidémiologique des pathogènes véhiculées par les tiques. Il serait également intéressant pour poursuivre les études, de récolter des tiques sur différentes périodes de l'année (Grech-Angelini *in* Benedetti *et al.*, 2019).

Les parasites peuvent impacter la survie et le succès reproducteur des hôtes (Newey et Thirgood, 2004, Schwanz, 2008). L'un des premiers effets du parasitisme sur les hôtes, comme déjà évoqué, est de réduire l'énergie disponible pour les individus. Certains parasites peuvent avoir des effets spoliateurs, de par leur mode de nutrition, ou réduire la prise alimentaire, induire des modifications comportementales et agir sur la condition corporelle ou encore sur la probabilité de prédation (Goater *et al.*, 2013). La perte d'énergie causée par les coûts de l'infestation induit la mise en place de compromis évolutifs entre les mécanismes de résistance et d'autres traits liés à la valeur sélective (Cody, 1966 ; Van Noordwijk et De Jong, 1986 ; Forbes, 1993 ; Perrin *et al.*, 1996). Ainsi, chez le mouflon, chez qui le succès reproducteur et la survie sont liés à la condition corporelle (Portanier, 2018), le parasitisme pourrait dans certaines conditions impacter la dynamique des populations.

Dans le cas où, comme évoqué précédemment, l'état sanitaire du mouflon peut dépendre de l'habitat et de son statut génétique, certaines questions éthiques se posent sur des thématiques variées à caractère interventionnistes : amélioration de l'habitat, intervention sanitaire, alimentation des animaux... Ainsi, suite au constat du taux de parasites (internes et externes) important, lors d'une réunion du « Groupe grands ongulés » (2016), il a été décidé de continuer le suivi sanitaire via des captures de mouflons mais la proposition d'une intervention prophylactique n'a pas été validée. En effet, dans les troupeaux domestiques, la méthode la plus utilisée pour lutter contre les infections est l'utilisation de traitement médicamenteux (Sayers et Sweeney, 2005). Dans les populations sauvages, la gestion des infections (parasitaires, bactériennes ou virales) est beaucoup plus compliquée avec les méthodes classiques. La vaccination et les traitements nécessitent des interventions anthropiques régulières (captures), susceptibles de perturber les individus et populations, et induisant un coût important, qu'il n'est probablement pas possible d'assumer sur du long terme et à large échelle spatiale par les autorités compétentes. Ce type de stratégie peut, de plus, avoir une efficacité variable selon les espèces de parasites (Murray *et al.*, 1996) et des conséquences inattendues, telle que l'augmentation des taux d'infections par d'autres parasites (Pedersen et Antonovics, 2013). Cela demeure donc des stratégies utilisées uniquement dans les cas les plus critiques, où la conservation des espèces (Woodroffe, 1999 ; Calvete, 2006), la santé humaine ou celle des animaux domestiques sont engagées (p. ex. infections par la rage, Rosatte *et al.*, 1992 ; Slate *et al.*, 2005 ; Boyer *et al.*, 2011).

Portanier (2018), dans sa thèse qui étudie les relations entre les risques sanitaires et la variabilité génétique dans le fonctionnement des populations, propose d'utiliser des alternatives comme la résistance génétique. En effet, comme de plus en plus de parasites développent une résistance accrue face à ces traitements (Gilleard, 2006), les éleveurs ont recours à la sélection artificielle (croisements entre individus résistants, Sayers et Sweeney, 2005). Ainsi, pour les espèces sauvages, cela pourrait s'appliquer au moment de fonder une population ou lorsque l'on planifie la translocation d'individus pour renforcer une population déjà existante (sauvetage génétique). Il est alors possible de sélectionner des individus porteurs d'allèles de résistance afin d'accroître la valeur sélective des descendants qui seront issus du croisement entre immigrants et résidents de la population cible (Whiteley *et al.*, 2015). Également, afin de permettre aux individus de la population néoformée d'avoir une hétérozygotie optimale, il faut veiller à assurer une diversité génétique suffisante au sein des fondateurs pour limiter la consanguinité, tout en s'assurant de ne pas causer non plus de dépression hybride : les deux pouvant accroître la sensibilité des individus aux parasites (Portanier, 2018). Par ailleurs, une réflexion sur les lieux des relâchers doit être menée afin de s'assurer que les individus pourront assurer des déplacements et des flux de gènes suffisants au maintien d'un niveau de diversité génétique maximisant la résistance face aux parasites et la diffusion des allèles de résistance. Tous ces éléments peuvent être utiles dans le cadre des réintroductions menées à partir des individus de l'enclos de Quenza, issus de la population de Bavella (voir Partie B : Conservation et développement).



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- La population de Mouflon de Corse du Cinto semble exempte de pathologies jusqu'à aujourd'hui sur le plan viral et bactérien.
- Un mauvais état physiologique général (dénutrition) et un parasitisme externe important ont été observés. Ces constatations pourraient être reliées à plusieurs facteurs, nutritionnels, environnementaux mais peuvent également être dues au faible échantillon et à l'utilisation de cages appâtées en période de faible disponibilité alimentaire (hiver), sélectionnant possiblement les animaux les plus faibles.
- Une veille épidémiologique pérenne, dans l'objectif du suivi sanitaire général et de l'étude des maladies émergentes (zoonoses) est à maintenir.



7 – Biométrie

Contexte

La biométrie (littéralement « mesure du vivant ») désigne dans son sens initial, l'étude quantitative des êtres vivants et de ses variations. Ici, nous nous intéresserons plus particulièrement à la mesure de traits morphologiques (taille, poids, etc.) et à leurs variations entre individus. Les dimensions entre individus peuvent en effet varier significativement sous l'influence de différents facteurs qu'ils soient propres à l'animal comme son sexe, son âge, ses caractéristiques génétiques ou qu'ils soient externes comme le climat, la saison, la disponibilité en ressources du milieu ou la densité d'individus.

Les mesures biométriques réalisées sur les mouflons à partir de captures d'animaux (Corse et continent) ou de données issues de plans de chasse (population continentales exclusivement) ont permis de constituer une base de données comparative de plus de 10 000 mesures. Ces données ont été intégrées dans une monographie détaillée (Garel *et al.*, 2022).

Nous abordons ici plutôt les spécificités corses des populations de mouflons en nous appuyant sur les données collectées dans le cadre des différents protocoles mis en œuvre sur l'île.

Morphologie

Les mouflons méditerranéens et corses sont parmi les plus petits des *Ovis* sauvages du monde, leur masse corporelle ne dépassant pas 64 kg pour les mâles, 38 kg pour les femelles (Tableau 17). Le dimorphisme sexuel est marqué tant en termes de taille, de masse corporelle (jusqu'à 64 %, en automne) que du point de vue du cornage (Garel *et al.*, 2022). Avec l'âge, chez les mâles adultes, le cou s'épaissit, le chanfrein se bombe pour devenir carrément busqué chez les plus vieux animaux et le jabot se développe. Une selle blanche fait également son apparition.

L'analyse comparative de différentes mesures biométriques disponibles montrent quelques différences entre populations continentales et corses (population du Cinto) (Tableau 17). Cependant, bien que les maximums (borne supérieure de l'intervalle de prédiction à 95 %) en terme de masse corporelles et de longueurs de cornes soient plus importants dans les populations continentales, il faut garder en tête que les mesures de masse pour la Corse proviennent d'animaux capturés au cœur de l'hiver (janvier-février), après la période du rut très consommatrice d'énergie pour les mâles, et sur des animaux qui pourraient ne pas représenter un échantillon aléatoire de la population (voir Chapitres 2 – Études démographiques - Estimations du taux de survie par capture-marquage-recapture [CMR]). La disponibilité des ressources alimentaires et l'origine génétique des individus fondateurs peuvent aussi expliquer ces différences (Garel *et al.*, 2022).

Mesures de la morphologie et de la masse corporelle des adultes (moyenne et intervalle de prédiction à 95 %) dans 9 populations françaises continentales et insulaires de mouflons

	Populations continentales					Population Corse (Cinto)				
	min	max	moy	n	pop	min	max	moy	n	pop
Mâles										
Longueur du corps	124,5	145,6	135	95	1.2	-	-	-	-	-
Masse corporelle	27,7	63,9	45,8	212	1.2.5.6.7.8	29,6	44,3	36,9	56	3
Longueur du tarse	30,3	35,0	32,6	98	1.6	31,8	35,3	33,5	57	3
Hauteur au garrot	70,6	86,8	78,7	97	1.2	-	-	-	-	-
Diamètre du cou	29,9	46,3	38,1	50	1	31,0	50,9	40,9	49	3
Longueur des cornes	48,6	92,3	70,4	237	1.2.4.6.7.8	51,3	79,4	65,3	58	3
Femelles										
Longueur du corps	102,7	133,8	118,2	201	1.2	-	-	-	-	-
Masse corporelle	18,8	37,8	28,3	1053	1.2.5.6.7.8.9	20,7	31,3	26	25	3
Longueur du tarse	28,8	33,5	31,1	574	1.6	29,7	33,9	31,8	24	3
Hauteur au garrot	61,4	80,4	70,9	200	1.2	-	-	-	-	-
Diamètre du cou	20,7	33,2	26,9	276	1	23,8	36,5	30,1	18	3
Longueur des cornes	0,0	19,2	9,6	119	1.2.7	-	-	9,1	2	3

min = borne inférieure de l'intervalle de prédiction à 95 %
 max = borne supérieure de l'intervalle de prédiction à 95 %

Les données ont été collectées à la fois au printemps-été (capture) et en automne-hiver (capture, chasse). Nous avons rapporté les valeurs prises à ≥ 7 ans et ≥ 4 ans pour les mâles et les femelles, respectivement, c'est-à-dire lorsque la croissance corporelle asymptotique a été atteinte pour la plupart des mesures (Garel et al., 2005d ; Hamel et al., 2016 ; Hoefs et Hadjisterkotis, 1998 ; Lincoln, 1998)

a Populations: 1- Caroux-Espinouse (43.63°N, 2.97°E) ; 2- Gap-Chaudun (44.63°N, 5.98°E) ; 3- Cinto (42.38°N, 8.90°E) ; 4- Chartreuse (45.33°N, 5.79°E) ; 5- ouest du Vercors (44.86°N, 5.26°E) ; 6- Bauges (45.69°N, 6.24°E) ; 7- Queyras (44.76°N, 6.88°E) ; 8- Briançonnais (44.97°N, 6.61°E) ; 9- nord-est du Vercors (45.11°N, 5.56°E).

■ Masse corporelle et physiologie de la reproduction

Comme cela a été montré chez de nombreuses espèces de grands ongulés (Gaillard et al., 2000), la masse corporelle semble être le principal facteur contrôlant la maturité sexuelle et les performances de reproduction chez les mouflons (Lincoln, 1989 ; Santiago-Moreno et al., 2001 ; Garel et al., 2005b). Chez les femelles, le début de la puberté dépendrait d'un seuil correspondant à environ 80 % de la masse corporelle adulte (Santiago-Moreno et al., 2000, 2001). En règle générale, il est atteint à la fin de la deuxième année de vie des femelles qui peuvent alors participer à leurs premiers accouplements et mettre bas l'année suivante (à 2 ans révolus qui correspond à leur 3^e année de vie). Nous avons vu précédemment (voir Chapitre 2 – Études démographiques) que l'âge de première reproduction pourrait être retardée d'un an chez les femelles de Mouflon de Corse et que les indices de reproduction étaient très inférieurs à ceux des populations continentales de mouflons. Comme déjà évoqué, il est probable que ces phénomènes soient liés à la faible disponibilité alimentaire en Corse, et à ses effets sur la croissance et la masse corporelle des femelles (Ciuti et al., 2009). Les observations réalisées dans l'enclos de Quenza, (voir Partie B Conservation et développement - Chapitre 1) où les femelles reçoivent une alimentation complémentaire et s'accouplent alors presque toutes dès leur deuxième année (G. Comiti, communication personnelle, Garel et al., 2022) vont dans le sens de cette hypothèse.

■ Cornage des mouflons

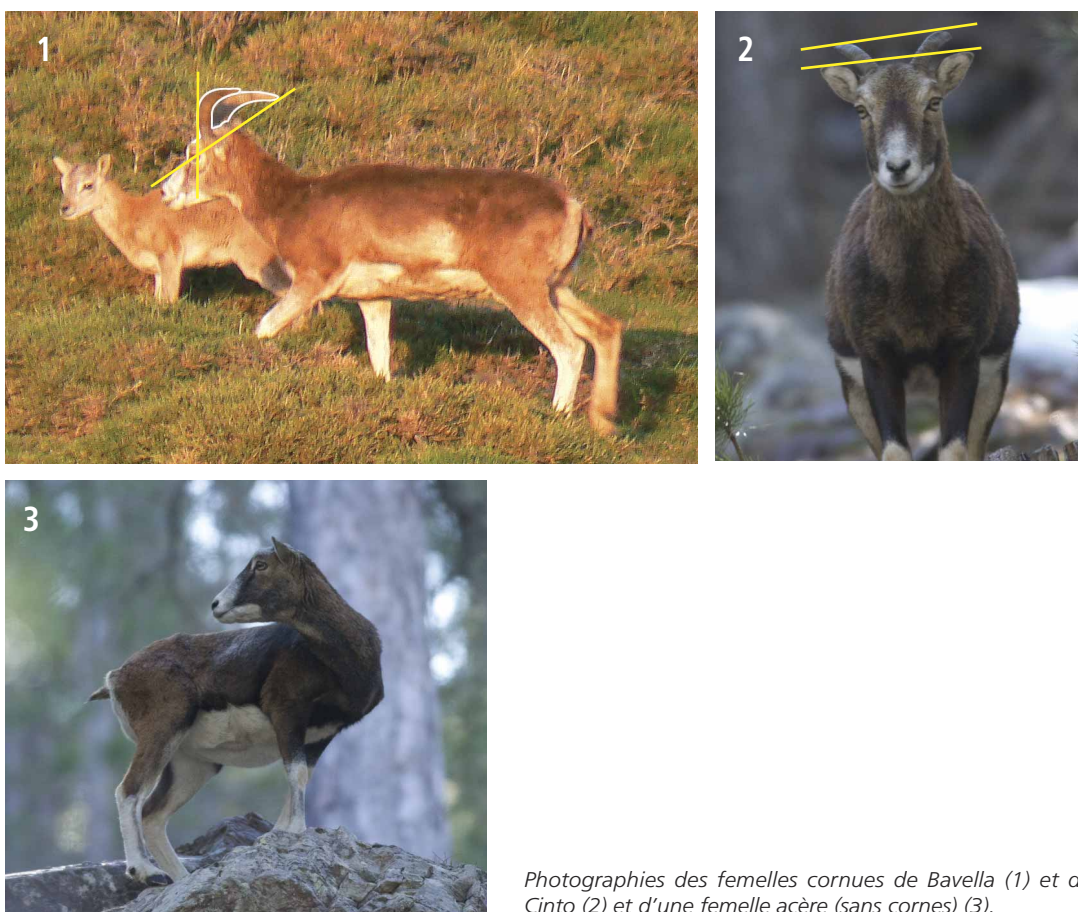
Les mâles ont systématiquement des cornes constituées d'un pivot osseux recouvert d'un étui corné qui croissent et s'enroulent avec l'âge. Elles sont épaisses, ovoïdes à la base et présentent une circonférence qui diminue de la base à l'extrémité. Elles sont symétriques et présentent trois côtés avec un bord fronto-nucal marqué et le bord fronto-orbital presque complètement arrondi. La croissance des cornes est continue tout au long de la vie des individus et est marquée chaque année par un arrêt de croissance en hiver qui forme un anneau de croissance (« cerne » ; Geist, 1966 ; Lincoln, 1998 ; Toledano-Diaz *et al.*, 2007). Ces anneaux permettent d'estimer l'âge de l'animal chez les mâles. La croissance en longueur et en circonférence des cornes présente des variations individuelles (Tableau 17), qui sont en grande partie liées à la disponibilité des ressources alimentaires et à l'origine génétique des animaux (Garel *et al.*, 2022). Il existe aussi une grande variation dans la forme du trophée chez les mâles. Les cornes commencent à être visibles chez les agneaux une dizaine à une quinzaine de jours après la naissance, voire plus dans les populations où la disponibilité alimentaire est très faible. Leur croissance est très rapide jusqu'à la troisième année de vie. Elle ralentit ensuite fortement avec l'âge (Garel *et al.*, 2005c). Au delà de la huitième année, leur croissance est très faible et elle compense juste l'usure ou la fracture des pointes.

Les femelles peuvent également être pourvues de cornes, bien plus fines que celles des mâles, de forme cylindrique, et présentent un écartement à la base plus important.

Particularités du cornage des Mouflons de Corse, différences observées entre Bavella et Cinto

En ce qui concerne les femelles, 43 % sont cornues à Bavella contre 13 % sur le Cinto (Sanchis, 2018). Les observations de terrain suggèrent que les cornes des femelles de Bavella seraient plus développées qu'au Cinto (Figure 48) et pourraient atteindre chez certaines femelles 15-20 cm. L'épaisseur de leur base serait aussi plus importante. À noter que la proportion de femelles cornues est bien plus faible dans la plupart des populations introduites (Pfeffer et Genest, 1969 ; McClelland, 1991). Ceci pourrait s'expliquer par une contribution beaucoup plus importante d'animaux provenant de Sardaigne (où les femelles sont acères) que de Corse durant les premières phases d'introduction du mouflon en Europe continentale (Pfeffer et Genest, 1969 ; Apollonio *et al.*, 2010 ; Garel *et al.*, 2022).

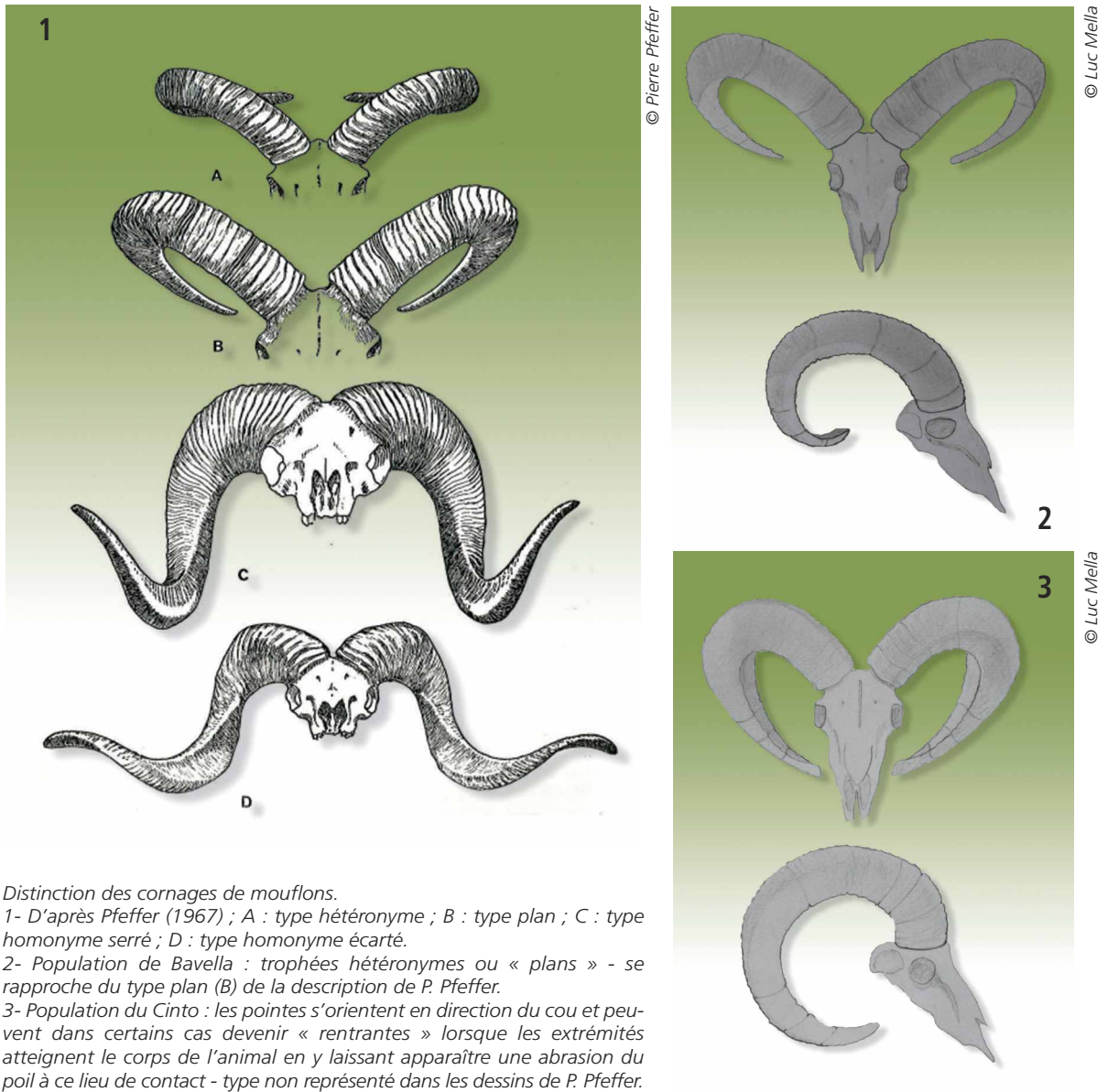
Figure 48



Photographies des femelles cornues de Bavella (1) et du Cinto (2) et d'une femelle acère (sans cornes) (3).

En ce qui concerne les mâles, il existe une forte variabilité dans la conformation du trophée entre sous-populations/populations probablement du fait d'effets fondateurs persistants. Les principaux types de cornes de mouflons sont présentés dans la Figure 49 ci-après.

Figure 49



Distinction des cornages de mouflons.
 1- D'après Pfeffer (1967) ; A : type hétéronyme ; B : type plan ; C : type homonyme serré ; D : type homonyme écarté.
 2- Population de Bavella : trophées hétéronymes ou « plans » - se rapproche du type plan (B) de la description de P. Pfeffer.
 3- Population du Cinto : les pointes s'orientent en direction du cou et peuvent dans certains cas devenir « rentrantes » lorsque les extrémités atteignent le corps de l'animal en y laissant apparaître une abrasion du poil à ce lieu de contact - type non représenté dans les dessins de P. Pfeffer.

La majorité des mâles de Bavella présentent par exemple, à partir de l'âge de 6-7 ans, des trophées hétéronymes ou « plans ». Dans les deux cas, la croissance des cornes se fait de manière convergente avec des cornes se recourbant derrière la tête de l'animal en direction de l'axe antéro-postérieur. L'écartement entre les pointes des cornes devient de plus en plus faible avec l'âge par rapport à l'écartement maximal des cornes (qui, animal de face, peut être très important dans la population de Bavella, Figure 50). Dans le type hétéronyme, la corne se tord sur son axe au cours de sa croissance s'enroulant d'abord (pour la corne gauche) dans le sens des aiguilles d'une montre avant de changer de sens (et inversement pour la corne droite). Dans le type plan (cornes dites en forme de faucille), les cornes s'incurvent en restant toujours dans le même plan. La croissance peut se faire en direction du cou (cervicale) ou au-dessus (supra-cervicale). Les trophées supra-cervicaux sont relativement rares chez les mouflons et se retrouvent de manière dominante principalement chez les Mouflons de Chypre et d'Arménie (Groves et Grubb, 2011 ; Hadjisterkotis *et al.*, 2016).

Les trophées supra-cervicaux sont bien moins présents chez les mâles du Cinto où la croissance des cornes suit un axe plus vertical qu'à Bavella (Figure 50). Les pointes s'orientent avec le temps en direction du cou voire du nez/de la face de l'animal et peuvent dans certains cas devenir « rentrantes » lorsque les extrémités atteignent le corps de l'animal en y laissant apparaître une abrasion du poil à ce lieu de contact (Figure 50).

Sur le continent, on peut observer ces différentes formes de trophée en fonction de l'origine des animaux bien que, comme au Cinto, les trophées supra-cervicaux soient peu représentés. On observe aussi une orientation des pointes qui peuvent prendre la direction du chanfrein, voire des yeux avec des trophées dont la croissance des cornes est plus « parallèle » et l'écartement beaucoup moins marqué qu'en Corse. Enfin, on peut aussi retrouver dans les populations de mouflons méditerranéens une croissance de type homonyme (divergente) notamment chez les sujets les plus âgés, où la pointe des cornes finit par s'écarter avec le temps du corps de l'animal (Figure 49). Ces deux derniers types de trophée n'ont à ce jour jamais été observés sur l'une ou l'autre des populations originelles de Corse.

Entre toutes ces formes de trophée, il peut exister de nombreuses formes intermédiaires dans chaque population.

L'observation d'un trophée de face ne permet pas de caractériser suffisamment l'origine des individus entre le Cinto et Bavella. Les axes cranio-cervicaux vus de profil peuvent être plus caractéristiques des différences entre les populations. La forme et l'incurvation des pointes des trophées peuvent également apporter des indications sur l'origine de l'animal.

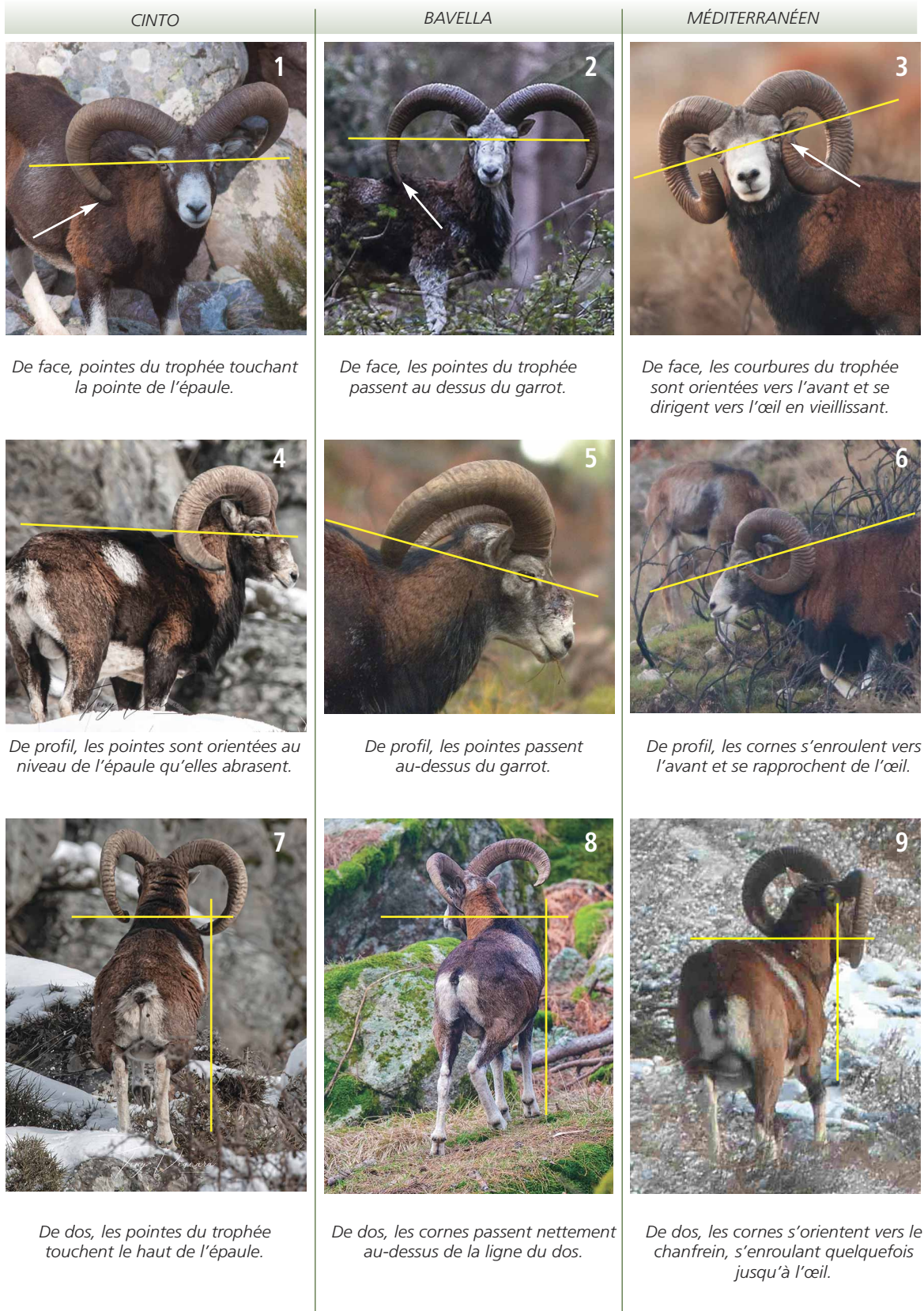
Si ces différences de forme du trophée peuvent permettre de distinguer dans certains cas l'origine génétique/géographique des animaux, le développement des cornes des mâles apporte aussi des informations précieuses sur les conditions environnementales rencontrées par l'animal au cours de sa vie. Au-delà de facteurs génétiques, la croissance des cornes est en effet connue pour dépendre chez l'espèce de la disponibilité des ressources et de tous facteurs à même de l'affecter (densité, climat, contexte sanitaire...Garel *et al.*, 2007). La structure des stries annulaires de l'étui corné caractérise le niveau d'abondance alimentaire, la couleur détermine également le milieu qu'occupe de façon privilégié l'animal, couleur sombre : milieu forestier ; couleur claire : milieu plutôt rupestre (Benedetti comm. Pers.). Il est notamment possible en estimant l'âge de l'animal et en mesurant la longueur de ses cornes de quantifier les effets cohortes, c'est à dire comment les conditions environnementales rencontrées par l'animal l'année de sa naissance ont influencé sa croissance à court, moyen et long terme. Les effets cohortes sont très marqués chez les ongulés où, classiquement, un mauvais départ dans la vie est souvent difficile à compenser par la suite (Douhard, 2014) et aura des conséquences sur de nombreux traits d'histoire de vie (reproduction, survie, etc...).

■ Particularités du pelage des Mouflons de Corse

La coloration typique du pelage des femelles est relativement homogène en Corse. Les variations sont surtout saisonnières, généralement l'été les nuances de leur pelage s'estompent et s'éclaircissent pour laisser apparaître une robe fauve-clair. Certaines femelles ont une bande ventrale longitudinale de couleur noire, cette dernière s'étend sur le côté au niveau du sternum jusqu'à la région abdominale (Figure 51). Elle ne se prolonge pas sur les épaules ou sur les cuisses. En hiver, la couleur des femelles est plus foncée (brune), le masque facial peut finir par être envahissant avec l'âge, même si ce dernier n'a pas de valeur significative quant à la détermination de l'âge (Garel *et al.*, 2005d). La tache dorsale est absente ou indistincte.

D'une manière générale, les oreilles sont grisâtres, les bords et une partie de leur intérieur sont blancs. De même, les fesses et toutes les parties inférieures, à l'exception d'une étroite bande noire le long des pattes avant, sont blanches. Les membres présentent également une bande blanche sur la surface postérieure, au-dessus des genoux et des jarrets. Les mâles et les femelles portent un masque facial blanc qui présente une grande variabilité de taille entre les individus (Garel *et al.*, 2005d, 2006).

Chez le mâle du Cinto, les couleurs sont homogènes, comme pour les femelles le pelage s'éclaircit en période estivale pour ne laisser apparaître qu'une robe de couleur généralement fauve-clair. En hiver, les couleurs sont beaucoup plus marquées, la robe devient brun-roux. De nombreux individus portent une marque blanche caractéristique appelée « selle ». Certains individus ont une toison importante sous le cou et le poitrail de couleur noire dénommée « jabot ».



© 1 - D. Beck, 2 - J. Mirande, 3 - 9 - C. Itty - OFB, 4 - 7 - T. Viacara, 5 - S. Mondoloni - PNRC, 6 D.Maillard - OFB, 8 - P. Graziani

Photographies du cornage de mouflons mâles de Bavelle, du Cinto et méditerranéen de face, de profil et de dos. Nous présentons ici des hypertypes qui caractérisent la forme et le port du trophée. Il est bien entendu que ces différences se distinguent bien après la 5^e année et s'accroissent en vieillissant.

Chez les mâles de Bavella, les effets de nuances saisonnières sont identiques à ceux du Cinto, il faut noter cependant que certains individus ont une robe parsemée de poils gris sur l'ensemble du corps. Le jabot est souvent mélangé de gris et pour quelques individus, les panachures grises deviennent envahissantes avec l'âge (Figure 51). À ce jour, aucun mâle de la population du Cinto avec ces particularités n'a été observé (Figure 51).

Ces nuances de pelage n'ont pas été observées sur les femelles du Cinto et de Bavella.

Les différences marquées du cornage et ce particularisme de couleur entre ces deux populations méritent sans doute d'être analysés par des recherches approfondies quant à l'étude plus fine du phénotype et du génotype associés (Benedetti, comm. Pers.). Les remarques présentées dans ce présent chapitre, sont le fruit de plusieurs dizaines d'années d'observations. Les individus présentés peuvent être considérés comme des hypertypes. Toutefois un œil exercé pourra préciser généralement à quelle population Cinto, Bavella ou méditerranéen appartient l'animal observé.

Figure 51



© 1 - F.M. Colombani, 2 - 4 - G. Comiti - P.N.R.C., 3 - T. Viacara

Spécificités du pelage chez les mâles de Mouflons de Corse.
Évolution de la couleur du pelage chez les sujets issus de la population de Bavella et du Cinto chez un mâle de 4 ou 5 ans (1 et 2) et un mâle de 8 ou 10 ans (3 et 4).

Bilan et perspectives

Encore très peu de données biométriques sont disponibles pour la Corse, aucune pour la population de Bavella *in natura*. Ces données permettraient pourtant, avec un suivi dans le temps et en contrastant des habitats/sous-populations différents, de mieux comprendre le rôle des conditions environnementales (et d'identifier les facteurs limitants) sur le développement de la condition physique des animaux et, *in fine*, sur leur performance démographique (reproduction des femelles notamment). Pour une espèce protégée comme le Mouflon de Corse, ces données

nécessitent la mise en place de captures qui imposent une logistique lourde et contraignante. Pour les mâles, l'analyse des cornes (et des incréments de croissance) récupérées sur des cadavres morts pourrait être une piste à creuser même si la quantité de matériel récolté risque d'être un frein important. Chez d'autres espèces protégées comme le bouquetin, des alternatives moins invasives que la capture ont été développées (p. ex. Bergeron, 2007) mais pose la question de l'estimation de l'âge à distance (Garel *et al.*, 2006) un paramètre essentiel pour l'analyse et qui nécessite le plus souvent d'avoir l'animal en main.

La collecte de données biométriques à plus grande échelle spatiale, par exemple au sein de chaque sous-populations identifiées génétiquement (voir Chapitre 1 – Origines et génétique), permettraient aussi d'apporter des éléments quantitatifs quant aux différences phénotypiques observées sur le terrain. Croisés avec des approches génétiques, ces éléments pourraient notamment nous éclairer sur l'histoire évolutive de l'espèce et nous permettre de mieux comprendre la différence importante de proportion de femelles cornues entre les deux populations. Cette différence pourrait par exemple être associée à des pressions de sélection différentes sur ce caractère en lien avec les caractéristiques environnementales de chaque population et serait alors à même d'orienter les politiques de conservation de l'espèce sur l'île.



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- Très peu de données biométriques sur le Mouflon de Corse sont disponibles (aucune sur la population de Bavella).
- Les Mouflons de Corse (Cinto) pèsent en moyenne au cœur de l'hiver 26,0 kg pour les femelles (≥ 4 ans) et 36,9 kg pour les mâles (≥ 7 ans) dont les cornes atteignent en moyenne 65,3 cm.
- Des différences de phénotypes existent entre les deux populations corses :
 - on note une proportion beaucoup plus importante d'animaux dont la croissance des cornes est supra-cervicale à Bavella qu'au Cinto – un type de trophée relativement peu présent dans la majorité des populations de mouflons méditerranéens.
 - en terme de proportion de femelles cornues : 43 % à Bavella contre 13 % au Cinto alors que les femelles sont totalement acères pour Chypre et la Sardaigne et en grande majorité non cornues sur le continent.
- Continuer la collecte des données biométriques sur un échantillon plus représentatif pourra permettre de mieux comprendre les déterminants des différences observées.







- 112 ■ 1 - Programmes de réintroduction
- 133 ■ 2 - Espaces protégés et réseau Natura 2000
- 152 ■ 3 - Évolution statutaire et menaces pour l'espèce
- 161 ■ 4 - Actions de communication



1 – Programmes de réintroduction

Contexte

Pour renforcer la population d'une espèce, ou reconstituer une population disparue, il est parfois nécessaire d'envisager un programme de réintroduction. Les objectifs d'un tel programme peuvent être multiples, le principal restant l'établissement d'une population viable, en liberté, dans son milieu naturel. De nombreuses actions préparatoires doivent être menées, sur des aspects purement biologiques (l'évaluation du site, le choix et le nombre d'individus à relâcher, les risques sanitaires, les techniques de lâcher...) ou socio-économiques et juridiques (autorisation ministérielle dérogatoire nécessaire quand il s'agit d'espèce protégée, sensibilisation et acceptation des acteurs...). Une telle démarche ne peut être mise en œuvre avec succès que si l'ensemble des acteurs est convaincu de l'intérêt d'une réintroduction et est favorable au projet (institutions gouvernementales, autorités locales, associations, population etc). Ces programmes sont complexes à mettre en œuvre car ils imposent de maîtriser de nombreuses techniques et paramètres, de la capture des animaux jusqu'au relâcher, en passant par l'élevage lorsque cette stratégie est retenue.

Les nombreuses menaces qui pèsent sur les populations de mouflons asiatiques dans leur aire de répartition originelle et dans les îles méditerranéennes ont justifié d'importants efforts au cours des deux dernières décennies. Entre 2004 et 2007, deux réintroductions de mouflon d'Anatolie ont eu lieu en Turquie centrale. À Chypre et en Corse, des élevages en captivité se sont organisés pour de futures tentatives de réintroduction (Hadjisterkotis et Bider, 1993 ; Rieu, 2007a et b). Cependant, ces opérations sont extrêmement délicates, comme en atteste l'échec du programme d'élevage du mouflon de Chypre (Hadjisterkotis et Lambrou, 2001).

En Corse, les premières tentatives historiques de réintroduction qui ont été organisées s'appuyaient sur des animaux allochtones, issus du continent. À l'époque, le caractère patrimonial et la singularité génétique des Mouflons de Corse ne sont pas reconnus. Ainsi dans les années 1960, un parc de plus de 100 hectares est construit sur la commune de Venaco dans le Verghello, afin d'accueillir des mouflons hybrides dits « méditerranéens », offerts par le Professeur J. Nouvel, Directeur du Jardin zoologique de Paris et l'Ingénieur Général F. Vidron, Secrétaire général du Conseil supérieur de la chasse. De 1967 à 1971, 9 à 15 mouflons issus de la « Ménagerie du Jardin des plantes » à Paris vont constituer la harde initiale de cet enclos. Six agneaux issus d'Asco viennent compléter les effectifs mais ces derniers ne survivront pas (Benedetti, comm pers). Au début des années 1980, un épisode météorologique entraîne de fortes crues, détruisant en plusieurs endroits la clôture de l'enclos et occasionnant la fuite de l'ensemble des individus restants. En 1986, P. Benedetti constate après plusieurs mois d'observation la survie de 6 individus sur la zone du Monte Cardo (Benedetti *et al.*, 1986), En 1992, il ne restait que 3 individus (Battesti *et al.*, 1992) et en 1995 d'après P. Benedetti et D. Dubray, il ne restait plus qu'un seul individu. Cette population semble avoir complètement disparu.

Par la suite d'autres évènements d'introductions et de fuites accidentelles¹ de mouflons méditerranéens, associés à la prise de conscience des gestionnaires locaux sur la valeur patrimoniale de l'espèce en Corse, incitent les autorités locales à interdire toute introduction sur l'île de mouflons allochtones. Cette interdiction prendra la forme en 1989 d'une circulaire du Secrétariat d'État chargé de l'Environnement, François Letourneux. Cette circulaire est toujours en vigueur aujourd'hui² (annexe 1).

1 - Au début des années 1980, un enclos privé contenant des daims et quelques mouflons méditerranéens sur le domaine du Comte de Foix, propriétaire du vignoble Comte de Peraldi, fut dégradé par une action malveillante, laissant échapper les animaux sans informations précises sur le nombre (Spinosi et Benedetti comm. Pers).

2 - Malgré cette circulaire et de nombreux rappels de la DDAF de Haute-Corse et d'une procédure d'avertissement de l'ONCFS, entre 2004 et 2007, un parc de vision privé dans la région de Ghisonaccia introduit illégalement quelques individus de mouflons méditerranéens qui se sont enfuis dans la région du Fiumorbu.

C'est à partir du début des années 1990 que les gestionnaires locaux changent de vision sur le développement de l'espèce et s'orientent vers une stratégie de conservation basée sur une extension numérique et spatiale, en établissant de nouveaux noyaux de population à partir d'animaux autochtones.

Réintroduction à partir d'animaux autochtones

Deux stratégies de réintroduction ont été testées en Corse afin de développer les populations de mouflons à partir d'individus sauvages autochtones :

- 1- une stratégie de **translocation**, consistant à capturer des animaux sur un site, pour les relâcher sur un site éloigné favorable au développement de l'espèce, après une courte période d'acclimatation dans un enclos de pré-lâcher ;
- 2- une stratégie d'**élevage en enclos** à partir d'animaux capturés *in natura*, dont les descendants sont relâchés à intervalles réguliers sur des sites favorables au développement de l'espèce.

Les opérations associées à ces deux stratégies sont décrites après avoir présenté les techniques de captures.

■ Techniques de captures utilisées en Corse

Historique

La réintroduction d'animaux indigènes débute nécessairement par la capture d'individus dans leur milieu naturel et les méthodes ont bien évolué au fil des années.

Il semblerait que les toutes premières reprises de mouflons en Corse datent au XVIII^e siècle (Boswel, 1769). La technique de reprise semble alors être unique, à savoir la capture de très jeunes agneaux encore peu véloces au moment des mises-bas après effarouchement de la mère. Des informations sur des reprises de mouflons sont reportées dans les correspondances de 1820 à 1823 relatives à l'achat de mouflons corses pour le compte du gouvernement (Dubray, 1984d, 1985c). De nombreuses demandes de captures d'animaux vivants ont été faites de 1820 à 1968, généralement à des fins de repeuplement sur le continent (Tableau 1).

Tableau

1

Opérations de captures historiques par la technique de récupération des jeunes
(M = mâle ; F = femelle ; NR = non renseigné)

Date	Nombre de mouflons	Objectif	Lieu de capture	Source
1820-1823	4 (3 M et 1 F)	Expédiés au Jardin du Roi (Versailles)	NR	Dubray, 1984d, 1985c
1934	3 (2 M et 1 F)	Expédiés parc Cadarache (Bouches-du-Rhône)	Bavella	lettre 1935 (voir annexe 2 de la partie A) ; Dubray, 1988b
1956		NR	Asco	Dubray, 1988b
1957	3 F	Expédiées à Chambord mais mortes (sevrage trop précoce)	Bavella	Dubray, 1988b
1957	Demande 2 mouflons vivants de la région de Bavella pour M. le Colonel Commandant le 3 ^e Régiment de Tirailleurs algériens afin de remplacer le mou-ton mascotte du régiment – demande non réalisée			Conservateur des Eaux et Forêts, 1957
1967-1968	6 (3 M et 3 F)	Transférés dans le parc d'élevage de Venaco mais la plupart ont péri avant le lâcher	Asco	Benedetti <i>et al.</i> , 1986 ; Dubray, 1988b

■ Méthodes de captures employées

Protocole

Techniques

À partir de 1984, les techniques de capture évoluent et se modernisent. Les sept premières cages-pièges sont construites dans la RCFS d'Asco cette année-là (Roux, 1986e). Par la suite d'autres cages viendront compléter ce dispositif pour arriver aujourd'hui à un total de 15 cages-pièges encore en fonction réparties sur la réserve (voir Chapitre 2 – Espaces protégés et réseau Natura 2000- Les aménagements de la RCFS). Cette méthode, qui semble être la plus adaptée au territoire corse, a permis de capturer un nombre important d'animaux pour différents programmes de développement ou de recherche.

D'autres dispositifs ont également été testés avec plus ou moins de succès (Figure 1) :

- pièges à pattes de type *Soft-coyote* ou *Godwin* ;
- pièges à lacets ;
- télé-anesthésie.

Le choix des techniques de capture tient compte des caractéristiques naturelles de la zone (milieu, niveau d'enneigement, relief, disponibilités alimentaires, météorologie hivernale).

Figure 1



Présentations des différentes techniques de capture. 1, 2, 3 : cage-piège sur Asco ; 4 : lacets à pattes ; 5 : le soft-coyote ; 6 : le godwin.

Période

Quelle que soit la technique employée, les captures de mouflons en Corse sont réalisées pendant l'hiver, entre janvier et mars, pour garantir un maximum de réussite. Le choix de la période tient compte de la saison qui s'avère être celle qui offre le moins de disponibilités alimentaires aux animaux, facilitant leur capture au moyen d'appâts naturels (lierre, gui). L'hiver correspond aussi à la période où les animaux se concentrent en basse altitude sur les secteurs les moins enneigés, comme c'est le cas sur le secteur de Mutola au cœur de la RCFS d'Asco où a été installée une grande partie des cages-pièges.

Opérations de capture des 50 dernières années

Cette partie permet de faire un point sur les opérations de captures qui ont été menées au cours de ces 50 dernières années et de leurs objectifs (Tableau 2). Toutes n'ont pas donné suite directement à un programme de réintroduction mais ont contribué indirectement par l'acquisition de précieuses informations et connaissances sur l'écologie de l'espèce (domaines vitaux, déplacements saisonniers, démographie, état sanitaire...).

Tableau

2

Récapitulatif des campagnes de captures de Mouflons de Corse et leurs objectifs
(M = mâle ; F = femelle)

Date	Objectif	Opérateurs	Population	Site	Méthode	Nombre d'animaux capturés	Nombre d'animaux mis en enclos
1984 à 1987	Études des domaines vitaux et déplacements (CMR)	ONC	Cinto	RCFS d'Asco	Cages-pièges	18 (7 F et 11 M)	Pas de mise en enclos
1993 -1994	Relâcher dans la région du Cruzzini	ONCFS	Cinto	RCFS d'Asco	Cages-pièges ; télé anesthésie ; pièges à lacets	13 (6 F et 7 M)	12 (6 F dont 5 gestantes et 6 M)
2004 à 2006	Élevage en enclos – programme LIFE	ONCFS - PNRC	Bavella et Cinto	RCFS de Bavella et d'Asco	Cages-pièges ; télé anesthésie ; Soft-Coyotte, Godwin ; pièges à lacets	79 (50 M et 29 F)	41 (28 F et 13 M) : 23 à Asco (16 F et 7 M) 18 à Quenza (12 F et 6 M)
2010 à 2015	Études sur l'écologie de l'espèce (CMR) et suivi sanitaire	ONCFS - PNRC	Cinto	RCFS d'Asco	Cages-pièges	93 (54 M et 39 F)	Pas de mise en enclos
2016 à 2019	Suivi sanitaire	ONCFS - PNRC	Cinto	RCFS d'Asco	Cages-pièges	42 (26 M et 16 F)	Pas de mise en enclos

N.B. Il faut noter que des tentatives de reprises ont également été réalisées sans succès en 1970 sur la réserve d'Asco, au moyen de fusil CAP'CHUR à projectiles anesthésiants par l'ONCFS et en 1981 par la mise en place de cages de reprises au lieu-dit Felce sur la commune d'Evisa par la Fédération des chasseurs de Corse-du-Sud (Dubray et Roux, 1990).

■ Réintroduction par translocation

Le premier projet de réintroduction à partir de mouflons indigènes en Corse a été mis en place dans les années 1990. À l'époque, le Parc naturel régional de Corse souhaitait organiser une réintroduction par translocation de mouflons sur la haute-vallée du Cruzzini, région qui était autrefois occupée par les animaux de la population du Cinto. L'ONCFS (P. Benedetti ; BMI Corse) est ainsi mandatée en 1993 pour réaliser la capture d'une vingtaine d'animaux sur la RCFS d'Asco (Cugnasse 1997a, b). La mise en œuvre de cette opération s'est appuyée sur divers retours d'expériences (Houssin, 1984 ; Dubray et Roux, 1988 ; Feracci *et al.*, 1990).

■ Captures

L'opération de reprises de mouflons s'est déroulée de février à avril 1993 dans la Réserve d'Asco, menée par la BMI Corse de l'ONC, dans le cadre du protocole d'accord ONC-PNRC (Dubray, 1986b, 1993a, b ; Benedetti, 1993 ; Hitzel, 1993 ; Torre, 1993 ; Vitti, 1993). Trois techniques de capture ont été utilisées : par cages-pièges (n = 7), par lacets à pattes et par fusil hypodermique.

Figure 2



© OFB

Campagne de capture à Bavella.

Ces trois méthodes complémentaires ont permis de capturer au total **13 animaux, 7 mâles et 6 femelles**, dont 5 gestantes, placés dans un enclos de pré-lâcher de 1,5 ha environ situé sur la commune de Pastricciola, au niveau du site de relâcher. L'objectif de cette mise en enclos était de regrouper les animaux au fur et à mesure des captures, leur donner un temps d'acclimatation et permettre un lâcher unique par simple ouverture de l'enclos (Benedetti, 1993).

En janvier 1994, une deuxième campagne de reprise a été organisée afin de capturer de nouvelles femelles mais sans succès (Courthial, 1994).

■ Bilan de la réintroduction

Les 5 femelles gestantes sont mortes dans l'enclos. Seuls 3 ou 4 individus dont une agnelle ont été relâchés. Cantonnés dans le secteur de la pointe de Pinzi Corbini (commune Pastricciola), ce petit noyau d'animaux a disparu. Plusieurs observations répétées de mouflons (2 à 4 individus) par des agents du PNRC à l'automne 1994 et au printemps 1995 laissent penser qu'un groupe issu du lâcher s'est maintenu quelque temps (Dubray, 1995). Mais les animaux ont déserté le secteur pour se réfugier dans le massif du Monte d'Oro et la forêt de Vero et n'ont plus jamais été observés.

■ Les raisons de l'échec

Plusieurs raisons ont été avancées pour expliquer l'échec de cette opération. En premier lieu, les conditions et les distances de transport inadéquates entre le site de capture et celui du relâcher, provoquent un stress post-capture bien connu maintenant, qui engendre une forte mortalité sur les femelles gravides. Une erreur de nutrition a par ailleurs été commise, l'apport de granulés de luzerne ayant eu pour conséquences d'occasionner des météorisations³ fatales sur la quasi-totalité des animaux (4 sur 13 ont survécu).

Face à ce constat d'échec, le Parc naturel régional de Corse a choisi de réorienter la stratégie de création de nouveaux noyaux de populations en s'appuyant sur des individus issus d'enclos d'élevage. Il commande, à l'automne 1994, une expertise technique au Centre national d'études et de recherches appliquées (CNERA) faune de montagne, qui émet alors diverses recommandations pour l'élevage en enclos et le relâcher (Cugnasse, 1995, 1997 b). Cette étude a reçu le soutien financier de l'État (ministère de l'Environnement) et de la Région Corse (Office de l'Environnement de Corse).

3 - La météorisation a lieu quand trop de gaz sont produits dans le rumen. Le flanc gauche est gonflé et la respiration devient difficile. Cela peut survenir soudainement, surtout quand l'animal broute de l'herbe mouillée le matin. La météorisation peut entraîner la mort subite.

■ Réintroduction à partir d'enclos d'élevage

Les premières opérations d'élevage débutent avec le programme LIFE mouflon, conduit par le PNRC, initié en 2003. Celui-ci reposait sur trois axes majeurs :

- conservations des populations dans leurs aires naturelles ;
- extension numérique et spatiales en créant de nouveaux noyaux de population ;
- sensibilisation du public et communication sur l'espèce.

Pour créer ces nouveaux noyaux de population, les partenaires du programme LIFE optent pour une stratégie d'élevage en enclos. Les premiers résultats des études génétiques (Maudet, 2001) indiquant déjà à l'époque une différenciation entre les deux populations, il a été décidé de ne pas interchanger les animaux d'une population à l'autre. C'est la raison pour laquelle, deux enclos d'accueil ont été prévus : l'un à Quenza pour les animaux de Bavella et l'autre à Asco pour les animaux du Cinto (Benedetti *et al.*, 2004b). L'objectif était fixé à 15 mouflons (10 femelles et 5 mâles) par enclos.

Le bilan des opérations de captures est présenté en détail pour chaque population dans le Tableau 3 :

- 79 mouflons (50 mâles et 29 femelles) ont été capturés de 2004 à 2006 ;
- 34 animaux non sélectionnés ont été relâchés *in natura* ;
- 4 sont morts pendant les reprises ;
- 41 ont été mis en enclos sur trois saisons de captures (23 dans l'enclos d'Asco et 18 dans l'enclos de Quenza) ;
- 20 animaux sont morts dans l'enclos dont 18 femelles ;
- 12 agneaux sont nés pendant la période des captures (10 à Quenza et 2 à Asco).

Tableau 3

Bilan des actions de captures et d'élevage réalisées entre 2004 et 2007 sur Asco (population du Cinto) et Quenza (population de Bavella) dans le cadre du programme LIFE mouflon

		Captures	Relâchés	Mortalité capture	Mis en enclos	Fuite	Mortalité en enclos
Quenza	M	17	8	3	6	0	2
	F	13	0	1	12	0	11
	Total	30	8	4	18	0	13
Asco	M	33	26	0	7	7	0
	F	16	0	0	16	8	7
	Total	49	26	0	23	15	7
Total des 3 opérations 2004-2005-2006	M	50	34	3	13	7	2
	F	29	0	1	28	8	18
	Total	79	34	4	41	15	20

■ Population du Cinto

Captures

Les opérations de reprise ont eu lieu en 2005 et 2006 dans la RCFS d'Asco. Elles ont été réalisées principalement au moyen de cages-pièges (75 %). À l'issue des deux saisons de capture, 23 animaux ont été placés dans l'enclos d'élevage d'Asco (Tableau 4).

Tableau 4

Bilan des actions de captures dans la population d'Asco dans le cadre du programme LIFE

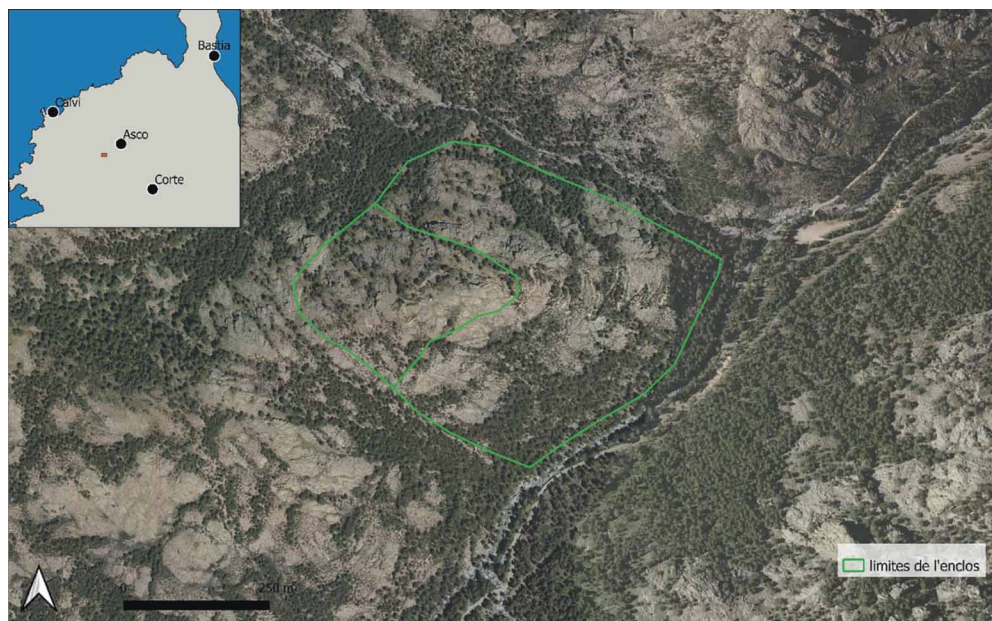
Certains mâles ont été relâchés immédiatement soit parce qu'ils étaient trop vieux, soit parce que le quota de mâles mis en enclos était déjà atteint.

		Captures	Relâchés	Mortalité capture
Asco	M	33	26	0
	F	16	0	0
	Total	49	26	0

Enclos

L'enclos a été construit dans le cadre du programme LIFE. Il est situé dans la RCFS d'Asco, à la confluence du ruisseau de Tassineta et du cours d'eau Stranciacone, à une altitude moyenne de 1 000 mètres. La structure, présente deux enclos mitoyens : un de 5 ha construit pour accueillir temporairement les premiers animaux capturés, et un de 20 ha, englobant le premier et devant accueillir à terme l'ensemble des animaux pour l'élevage (Figure 3). La végétation est principalement constituée de formations arborées à Pin laricio et Pin maritime en mélange et de formations arbustives à Bruyère arborescente.

Figure 3



Localisation des enclos d'élevage mouflons sur la commune d'Asco (2005).

Bilan d'élevage

L'élevage des mouflons dans l'enclos d'Asco a été un échec. Sept femelles sont décédées pendant l'hiver 2005 qui a été particulièrement rigoureux, avec un enneigement important. À cela s'est ajoutée la fuite d'animaux lors de deux épisodes distincts :

- en avril 2005, fuite de 5 mouflons par un trou formé dans la clôture à la suite d'un enneigement important et d'un ravinement du sol lié aux pluies de printemps ;
- en décembre 2006, fuite de 10 mouflons à la suite de combats entre mâles captifs et sauvages durant la période du rut qui ont entraîné un soulèvement de la clôture permettant le passage d'animaux.

Malgré les deux naissances observées en 2006, il ne restait plus que 3 femelles dans l'enclos à la fin du LIFE en 2007. En l'absence de mâles, l'élevage a été suspendu dès 2008.

Les raisons de l'échec

Pour le PNRC et la mairie, l'implantation de l'enclos dans la RCFS d'Asco offrait différents avantages :

- le site correspond aux habitats naturellement fréquentés par l'espèce avec un versant nord et un versant sud, une alternance de pentes, de massifs rocheux et de zones de végétation ;
- il est contigu aux zones de captures des animaux (temps de transport réduit) ;
- il assure aux mouflons une tranquillité totale (interdit au public, réserve).

L'ONCFS n'était toutefois pas favorable à l'édification de l'enclos dans cette zone (Benedetti, comm pers), suggérant que les intempéries en montagne, telles que celles qui s'étaient produites sur l'enclos de Verghello au début des années 1980 (voir 1/ Contexte) pouvaient mettre en péril les structures (clôtures et abris), ce qui s'est confirmé.

La deuxième principale raison de cet échec est à chercher du côté des retards et de la mauvaise qualité des travaux réalisés par l'entreprise chargée de la construction de la clôture de l'enclos, qui ont abouti, associés aux intempéries, à la fuite de nombreux animaux.

Ces expériences ont confirmé qu'il ne fallait pas confondre un enclos d'élevage avec un enclos de pré-lâcher. L'enclos d'élevage doit être construit dans une zone accessible en véhicule, présenter des caractéristiques de proximité et de sécurité que jamais un enclos en montagne ne peut garantir.

■ Population de Bavella

Captures

La campagne de capture s'est étalée sur 2004 et 2005 dans la RCFS de Bavella. **18 mouflons** ont été capturés, principalement au moyen de pièges à pattes (93 % des captures) pour être placés dans l'enclos de Quenza et entrer dans le processus d'élevage (Tableau 5). Huit mâles n'ont pas été retenus, 4 animaux sont morts lors des captures.

Tableau 5

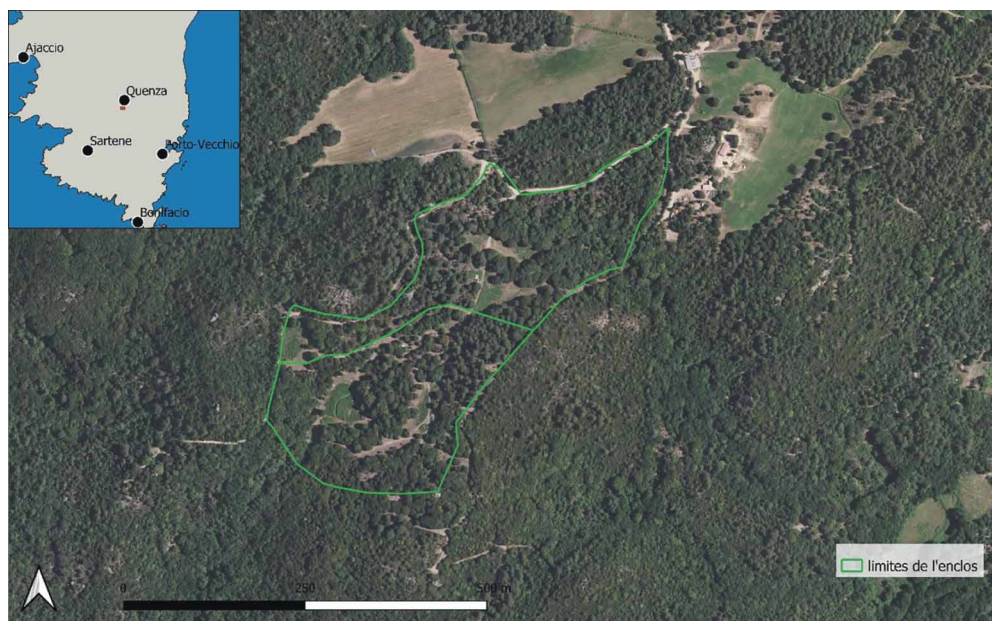
Bilan des actions de captures entre 2004 et 2007 dans le cadre du programme LIFE mouflon sur Quenza (population de Bavella)

		Captures	Relâchés	Mortalité capture
Quenza	M	17	8	3
	F	13	0	1
	Total	30	8	4

Enclos

Contrairement à l'enclos d'Asco, l'enclos de Quenza est toujours en fonction. Cet enclos existait avant le programme LIFE et était initialement destiné à l'élevage du Cerf de Corse. Il est situé à 700 m d'altitude et occupe une superficie de 13 hectares, dont 7 sont réservés au mouflon ; les 6 restant étant dévolus à l'élevage du cerf (Figure 4). La végétation est constituée d'une strate arborée et arbustive composée en majorité de Chêne vert, d'Arbousier, de Bruyère arborescente et de Pin maritime alternant avec quelques clairières aux dispositions fourragères limitées.

Figure 4



Localisation des deux enclos d'élevage cerfs (haut) et mouflons (bas) sur la commune de Quenza.

Une note de présentation détaillée de l'enclos de Quenza est disponible dans le document du PNRC (PNRC, 2020).

Bilan d'élevage

Pendant les dix premières années d'élevage (2004 à 2013), l'important taux de mortalité lié à une gestion inadéquate de l'enclos a soulevé une véritable inquiétude sur l'avenir de cette population captive. À la demande de la DREAL, une expertise a été commandée à l'ONCFS en octobre 2013 (annexe 2) afin d'en identifier les causes et apporter des préconisations. Les visites de terrain ont permis d'établir que les animaux étaient en acidose avec un état physiologique très déficient. La quasi-totalité des jeunes étaient prédatés par des renards et des chiens errants qui franchissaient une clôture en mauvais état. Aucun traitement antiparasitaire ni apport supplémenté n'était envisagé. La population en enclos était en train de s'éteindre.

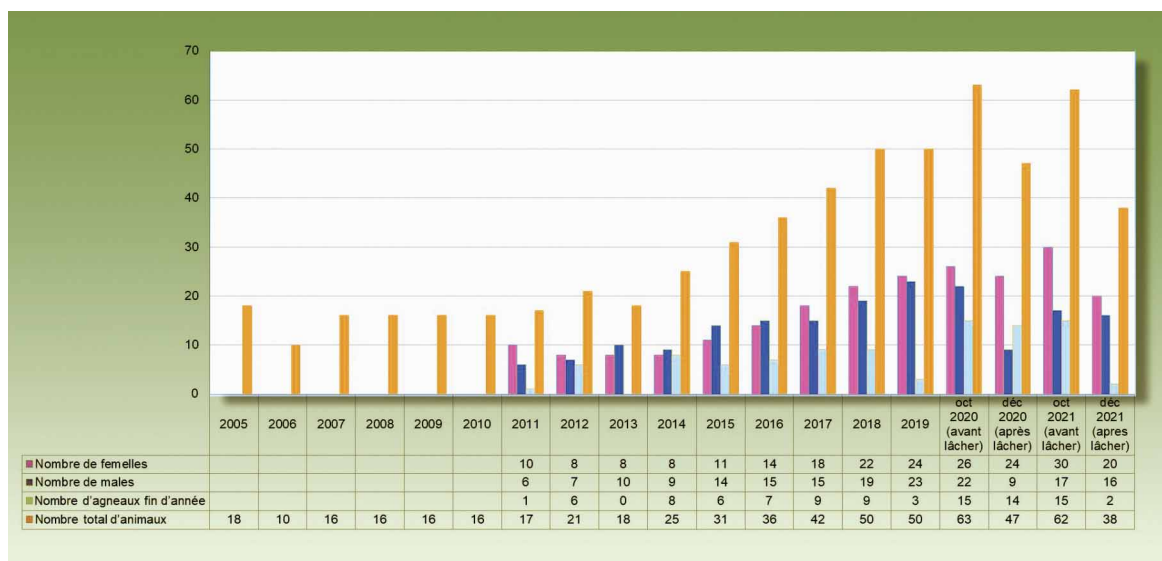
Le recrutement de Galdys Comiti en 2013, en qualité d'agent permanent du PNRC dédié à l'élevage, a permis de voir aboutir toutes les préconisations. L'ensemble des mesures, d'étanchéité de l'enclos, d'adaptation du régime alimentaire, et des autres soins à apporter aux animaux ont pu être mis en place. Dès le printemps 2014, des naissances ont été à nouveau observées et la survie des jeunes assurée.

En 2015, de nouvelles préconisations sont établies par l'ONCFS qui suggère de mettre en place un enclos de capture afin de pouvoir, comme l'exige la loi (Loi n°2016-1087 du 8 août 2016 - art. 154 - article L413-6 du code de l'environnement), identifier individuellement les animaux. Cette identification n'est plus obligatoire d'après l'article 3 de l'arrêté préfectoral du 8 octobre 2018 fixant les règles générales de détention d'animaux d'espèces non domestiques, stipulant que « l'obligation de marquage ne s'applique pas aux spécimens qu'il est prévu de relâcher dans le milieu naturel ».

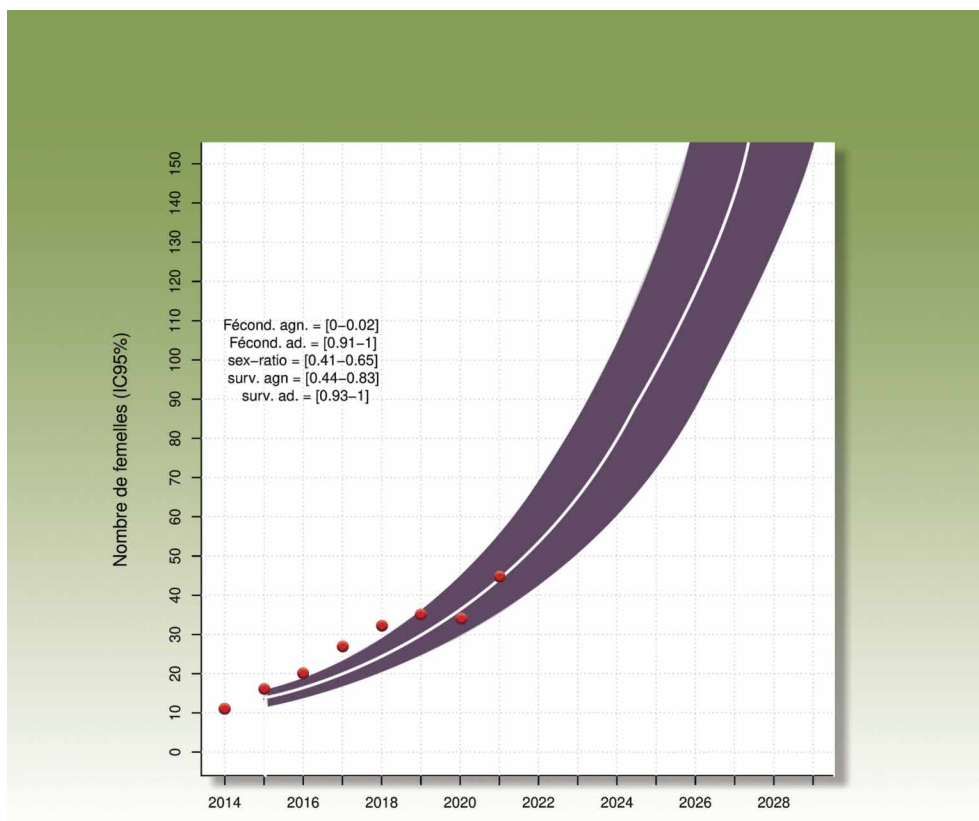
Les effectifs continuent de progresser (n = 31) sur une surface jugée limitée par l'ONCFS (4 ha à l'époque) (Benedetti, comm. pers.). Face à l'augmentation rapide de la densité d'animaux dans l'enclos et les risques sanitaires qui peuvent en découler, une nouvelle expertise est demandée en 2016 à l'ONCFS qui réalise, sur la base de modèles démographiques, une prédiction sur le nombre de femelles attendues dans l'enclos sur plusieurs années. Ce modèle, basé sur une matrice de Leslie, intègre l'ensemble des paramètres démographiques observés sur la population de l'enclos jusqu'en 2016 (fécondation, survie des agneaux et des femelles adultes). Une mise à jour est réalisée en 2021 en même temps que la consolidation d'un certain nombre de données collectées dans l'enclos. Le modèle prédit qu'avec les valeurs de paramètres enregistrés et dans cette configuration d'élevage, la croissance de la population serait exponentielle, avec une quarantaine de femelles prévues en 2021 [valeur observée : 45 (30 femelles en 2021 + 13 agnelles + 2 relâchées en octobre 2020)], puis une soixantaine en 2023 (Figure 6). La comparaison entre les chiffres prédits et observés montre le bon ajustement du modèle (Figure 5 et Figure 6).

En parallèle, une expertise de l'ONCFS sur l'enclos a permis de constater que les mouflons étaient en excellent état physique, vifs et très sauvages, sans imprégnation de l'homme. Ce succès et l'évolution prévisionnelle modélisée laissait présager dès 2017 que la capacité d'accueil maximum de l'enclos serait vite atteinte et qu'une opération de relâcher devait être envisagée rapidement.

Figure 5



Évolution des effectifs dans l'enclos de Quenza entre 2005 et 2021. Données Gladys Comiti.



Modèle prédictif de l'évolution du nombre de femelles dans l'enclos de Quenza basé sur une matrice de Leslie - (mise à jour 2021).

■ Définition des sites de relâcher favorables

La densité d'animaux dans l'enclos liée à la réussite de l'élevage oblige les gestionnaires à envisager un relâcher dès l'année 2020. La stratégie retenue était de constituer un nouveau noyau de population *in natura* à proximité mais en dehors de l'aire de répartition de la population de Bavella. Il était donc nécessaire en amont d'étudier le potentiel du milieu afin de définir le site le plus favorable à cette réintroduction.

Pour répondre à cette problématique, une convention cadre de partenariat est signée en novembre 2017 entre l'OEC, la DREAL, le PNRC et l'OFB afin de définir les contours de l'étude qui doit permettre d'identifier le site le plus favorable au relâcher *in natura* des mouflons issus de l'enclos de Quenza.

Cette étude s'articule autour de plusieurs axes :

- étude génétique et sanitaire des animaux de l'enclos d'élevage de Quenza ;
- étude écologique des zones favorables réalisée par l'ONCFS ;
- étude sociologique (prise en compte des activités humaines et enquête sur l'acceptation locale) réalisée par le PNRC ;
- identification d'un ou plusieurs sites de relâcher par le groupe Grands ongulés en croisant les différentes études.

Des préconisations relatives au protocole de relâcher et au suivi des animaux *in natura* sont également formulées. Les détails de cette étude peuvent être retrouvés dans Charrier *et al.* (2018).

Étude génétique et sanitaire

Volet génétique

En 2017, le statut génétique des mouflons de l'enclos n'était pas connu et notamment le fait de savoir si la reproduction entre animaux apparentés n'avait pas engendré un niveau important de consanguinité qui pourrait avoir à terme des effets délétères sur la valeur sélective des individus (Keller et Waller 2002). En outre, dans le cadre de ré-introductions, le lâcher d'individus qui seraient génétiquement trop différenciés des individus natifs pourrait faire perdre les adaptations locales des individus sauvages (Edmands, 2007). La diversité génétique des individus relâchés est aussi un élément important pour les futurs noyaux de populations créés, dans la mesure où elle offre aux animaux une meilleure capacité à s'adapter à des futurs changements de leurs conditions environnementales (Frankham *et al.*, 2004). S'assurer que cette diversité génétique soit suffisante sans que la différenciation génétique avec les individus sauvages ne soit trop marquée sont deux paramètres d'importance pour atteindre le succès des futures ré-introductions.

Des prélèvements génétiques ont donc été réalisés sur les animaux vivant dans l'enclos en 2018-2019 afin de quantifier ces éléments. Les prélèvements, une fois génotypés et confrontés à ceux d'individus sauvages, ont permis de vérifier plus généralement :

- que la diversité génétique est comparable entre les individus de l'enclos et ceux de la population sauvage ;
- qu'il n'est pas possible de différencier génétiquement sur une base statistique les individus de l'enclos et ceux de la population sauvage ;
- que la reproduction entre individus apparentés n'a pas eu d'effet délétère sur le patrimoine génétique des animaux de l'enclos.

Méthode

Des prélèvements de poils ont été réalisés sur 16 individus de l'enclos lors d'une session de capture. L'ADN a été extrait en suivant le protocole détaillé dans l'article de Portanier *et al.* (2017) et le génotypage des individus à 16 marqueurs microsatellites a été réalisé.

La diversité génétique a été évaluée par le nombre d'allèles, la richesse allélique et l'hétérozygotie. Un indicateur (Fis) du niveau de consanguinité a également été mesuré.

La distance génétique entre les individus de l'enclos et ceux de la population sauvage a été estimée par le biais d'une Analyse en composante principales (ACP), associée à une mesure du degré de différenciation génétique (Fst) entre ces deux groupes.

Résultats

Sur les 16 échantillons récoltés et pour lesquels l'ADN a été extrait, seulement 6 ont abouti à des génotypes exploitables. L'analyse fait ressortir que la diversité génétique mesurée dans l'enclos reste assez comparable à celle observée dans la population sauvage. Cela ne retranscrit donc pas de forts impacts de la consanguinité, comme en témoigne également la faible valeur de Fis, non significativement différente de zéro (Fis = -0.013, p-valeur = 0.61, p-valeur seuil = 0.0016). Ces résultats suggèrent donc que **la reproduction des individus en enclos n'a pas conduit à une perte de diversité génétique.**

L'ACP montre que les individus de l'enclos de Quenza sont répartis de manière homogène au sein des individus de la population sauvage de Bavella ce qui indique **qu'ils ne sont pas différenciés de ces derniers**, comme confirmé par la faible valeur de Fst non statistiquement différente de zéro entre les 2 groupes d'animaux (Fis = -0.013, p-valeur = 0.61).

Il faut toutefois garder à l'esprit la faible puissance statistique que cette taille d'échantillon confère.

Le détail des méthodes et des résultats de ces analyses est présenté annexe 3 (Portanier et Garel, 2018).

Volet sanitaire

Avant de relâcher des animaux *in natura*, il a été convenu d'établir un bilan sanitaire par des analyses sérologiques sur un échantillon d'animaux de l'enclos capturés de façon aléatoire, sur lequel des analyses sérologiques seraient conduites, en se basant sur les pathologies définies dans le plan de veille sanitaire mis en place pour la population

du Cinto (voir Partie A : Études et recherches - Chapitre 6). La première campagne de prélèvements n'a pu être réalisée qu'au printemps 2020, portant sur un échantillon de 11 mouflons (5 femelles, 6 mâles). Les analyses ont révélé 2 cas positifs au virus Schmallerberg⁴. La deuxième campagne de prélèvements a concerné les 15 individus relâchés *in natura* pour l'opération de réintroduction en octobre 2020 (voir Bilan du 1^{er} relâcher dans le massif de Cagna) où 4 individus ont été testés positifs au virus Schmallerberg. Enfin, une troisième campagne a été réalisée sur 10 juvéniles (nés en 2020) (annexe 4).

L'absence de pathologies détectées en dehors du virus Schmallerberg, a permis de programmer l'opération de relâcher.

Étude écologique

L'ONCFS a été missionné pour mettre en œuvre le volet écologique de l'étude. Cette partie avait pour objectif d'évaluer le potentiel écologique de plusieurs sites prédéfinis afin de faire ressortir les territoires les plus favorables aux relâchers des animaux de l'enclos.

Il faut noter qu'en 1985 déjà, l'élaboration d'une carte de potentialités devait permettre de quantifier le développement potentiel des populations de mouflons et de préciser les sites les plus favorables, en particulier en période hivernale, puisque Cruveille et Tuffery (1981) ont montré qu'un des principaux facteurs limitant du développement d'une population de mouflons était l'enneigement (Roux et Dubray, 1988, 1993). Les zones inter-altitudinales ont été référencées et des « zones-refuges » indispensables pour la survie des populations durant l'hiver ont ainsi été identifiées.

Les sites pour le relâcher prévu en 2020, ont été évalués à travers trois approches distinctes (deux approches statistiques, une approche fonctionnelle) afin d'offrir aux décisionnaires une vision la plus objective possible sur les différents sites.

Définition des sites d'étude

Les sites sur lesquels a porté l'analyse croisée ont été définis en amont. Quatre critères déterminants ont été identifiés pour orienter la définition des contours géographiques :

- 1 - proximité avec l'aire de répartition actuelle, le nouveau noyau de population doit être suffisamment proche pour permettre une reconnexion naturelle avec les mouflons de la population de Bavella ;
- 2 - le site doit inclure des zones d'hivernage, des zones d'estive (basse vallée ou altitude selon stratégie) et des zones refuge ;
- 3 - la taille du site doit être suffisante pour permettre une implantation pérenne du noyau de population ;
- 4 - nécessité de tenir compte des éléments linéaires de paysage (anthropiques ou naturels) qui peuvent constituer des « barrières comportementales » pour les mouflons.

Sur la base de ces critères, 5 sites ont été identifiés (Tableau 6 ; Figure 7) dont les caractéristiques écologiques et sociologiques ont été étudiées. Ils se situent autour de l'aire de répartition de la population de Bavella.

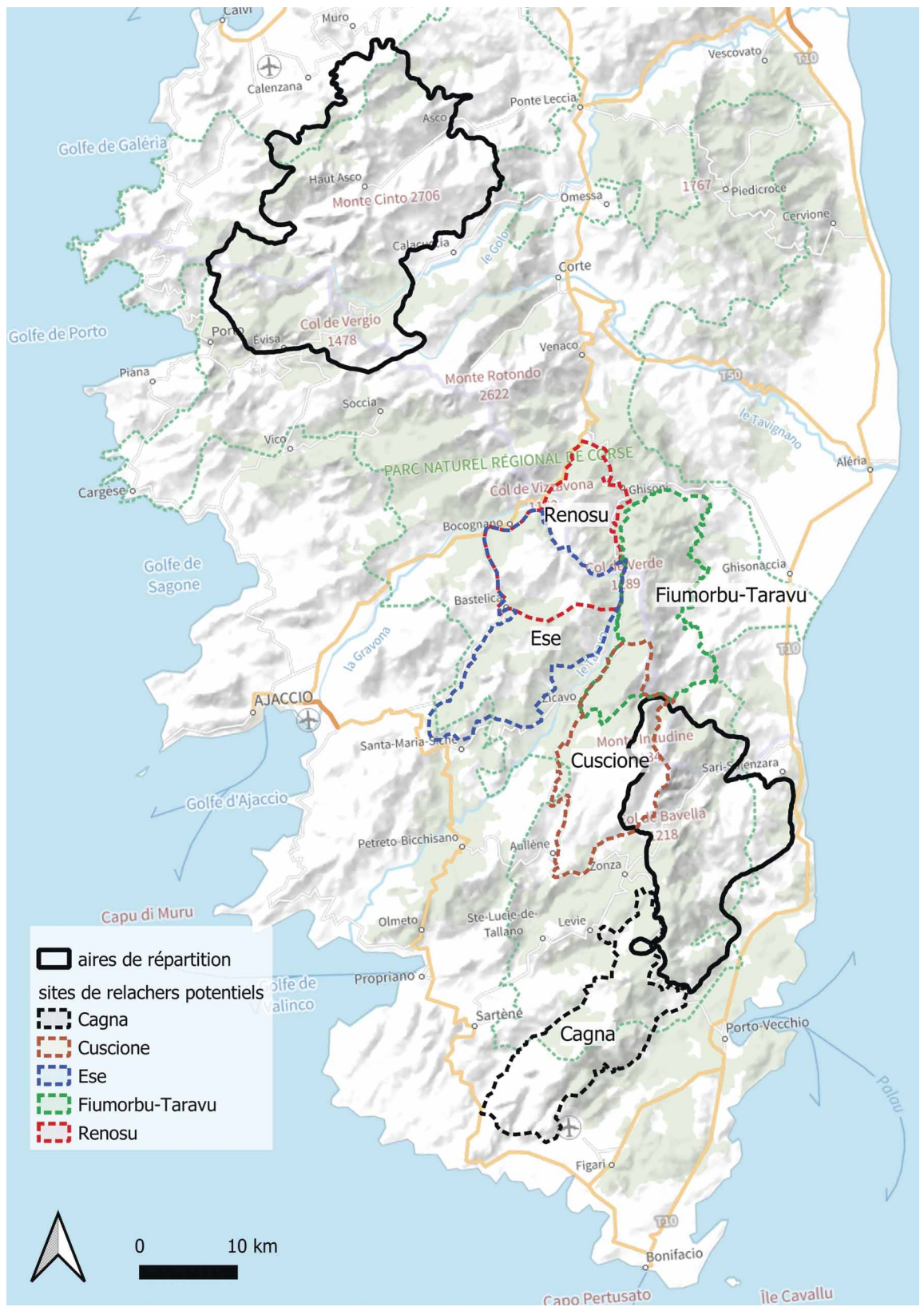
Tableau 6

Synthèse des caractéristiques générales des sites étudiés (Charrier et al., 2018).

Site	superficie	altitude min	altitude max	distance (vol d'oiseau) population Bavella	nombre communes concernées	pourcentage en milieux fermés	pourcentage en milieux ouverts
Cagna	18 763 ha	27 m	1 340 m	0	10	79 %	21 %
Cuscio	17 589 ha	721 m	2 134 m	0	7	38 %	62 %
Ese	20 999 ha	429 m	2 352 m	7 km	11	56 %	44 %
Fiumorbu-Taravu	18 194 ha	182 m	2 042 m	0	10	72 %	28 %
Renosu	16 676 ha	429 m	2 352 m	10 km	6	52 %	48 %

4 - Le virus de Schmallerberg est un virus, apparu en Europe en 2011, qui affecte le bétail provoquant des maladies congénitales fœtales et de la mortalité.

Figure 7



Zones de relâchers potentielles définies dans le cadre de l'étude sur les sites écologiquement favorables pour le Mouflon en Corse.

Principes analytiques et résultats

L'évaluation des 5 sites identifiés a été réalisée aux travers de 3 approches complémentaires :

- approche exploratoire :

cette approche repose sur l'identification des variables environnementales qui permettent de caractériser les 7 territoires (aires de répartition de Bavella, du Cinto et les 5 sites étudiés) et d'évaluer leur proximité écologique. Elle s'appuie sur une analyse en composante principale (ACP) affinée par une analyse de variance interclasses (ou *Between Class Analysis*, BCA) ;

- approche à l'échelle populationnelle :

cette approche s'appuie sur les prédictions des modèles d'occupation de sites (*site occupancy*) développés pour la population de mouflons du Cinto (voir Partie A : Études et recherches - Chapitre 4). Ces modèles ont permis de prédire des zones d'habitats estivaux *a priori* favorables au sein des zones ouvertes d'altitude, sur les cinq sites sélectionnés. Un classement des zones écologiques les plus favorables a pu être ainsi proposé, en calculant pour chaque site le pourcentage de surface où la probabilité d'occupation prédite par le modèle d'*occupancy* est supérieure à 75 % ;

- approche fonctionnelle des sites :

cette approche reprend certains critères retenus pour la définition des sites (zones d'hivernage, zones d'estive, zones refuge). En s'appuyant sur les déterminants d'occupation spatiale de l'espèce et sur les avis d'experts, ces différentes zones potentielles ont été cartographiées au sein de chaque site. Les surfaces des différentes zones ainsi délimitées ont permis de se faire une idée de la valeur fonctionnelle de chaque site.

Le détail des méthodes et des résultats pour chacune de ces approches sont consultables dans le rapport d'étude concernant le choix du site de relâcher (Charrier *et al.*, 2018).

Le croisement des trois approches décrites a permis de classer les sites les uns par rapport aux autres selon les critères écologiques caractérisant les populations actuelles de mouflon en Corse (Tableau 7). **Les sites du Fiumorbu et de Cagna sortent aux deux premières places de ce classement écologique.**

Tableau

7

Synthèse des trois approches

Bavella (+) signifie que le site présente des caractéristiques de Bavella. Unique (-) signifie que le site présente des caractéristiques uniques. Chaque + donne 1 point et chaque - en retire 1.

	Cagna	Cuscio	Ese	Fiumorbu-Taravu	Renosu	
Approche exploratoire	Bavella (+)	Unique (-)	Unique (-)	Bavella (+)	Unique (-)	
Approche populationnelle	--	++	+	-	+++	
Approche fonctionnelle	Zone d'estive altitude	-	+	+	+	
	Zone d'estive basse vallée	+++	+	++	+++	
	Zone d'hivernage	+++	+	+	++	-
	Zone refuge	+++	-	-	++	-
	Distance aire Bavella	0 (+)	0 (+)	7 km (-)	0 (+)	10 km (-)
Total points	8	4	2	9	3	
Classement	2	3	5	1	4	

Étude sociologique

La réintroduction d'une espèce menacée peut être une opération controversée et clivante. Le regard que portent les habitants sur ce type de programme et la façon dont elles occupent le territoire sont des éléments essentiels à connaître afin d'assurer la protection à long terme de l'espèce réintroduite.

La partie concernant les aspects sociologiques de cette étude de potentialité a été confiée au service « patrimoine culturel » du PNRC (PNRC, 2018). Ce travail sociologique a pris la forme d'une enquête dont l'objectif était de fournir un état des lieux le plus juste possible de la fréquentation par les hommes et les animaux sur les sites retenus. Cela s'est traduit par des interviews directifs et non directifs auprès de personnes ressources (maires, chasseurs, bergers utilisateurs de la nature, personnes âgées ayant fréquenté les lieux...), par une recherche bibliographique ainsi que des enquêtes de terrain. L'analyse des usages de la nature, des types d'occupation du territoire, des modes de fréquentation a été placée dans une perspective synchronique mais aussi en replaçant celle-ci dans l'évolution historique. Parmi ces éléments, trois ont été identifiés par les auteurs comme réellement impactants et défavorables à l'implantation des animaux, pouvant être hiérarchisés comme suit :

- 1 - les chiens dans les chasses en battue ;
- 2 - les bovins sauvages et la compétition interspécifique associée ;
- 3 - la circulation d'engins motorisés.

La prise en compte de ces éléments a permis d'aboutir à un classement sur le plan sociologique où les sites du **Fiumorbu-Taravu** et de **Cagna** apparaissent comme les plus favorables pour la réintroduction. Au sein de ces deux espaces sauvages quasiment abandonnés, les éléments perturbateurs identifiés (chiens, bovins, engins motorisés) apparaissent comme très faibles voire absents.

Choix des sites

Le choix du site final de relâcher s'est fait en deux étapes. Dans un premier temps, les études écologiques et sociologiques ont été présentées au groupe « Grands ongulés » réuni à Corte en juin 2018. Les membres ont pu ainsi donner une note (de 1 à 4) sur la base de ces études et enquêtes, pour classer les sites qui leur semblaient les plus favorables à l'implantation d'un nouveau noyau de mouflons.

À l'issue du vote, les sites du **Fiumorbu-Taravu** et de **Cagna** sont ressortis en tête du classement (Tableau 8).

Tableau 8

Résultats des votes et classement des sites

	Cagna	Cuscio	Ese	Fiumorbu-Taravu	Renosu
Classement enquête écologique	2	3	5	1	4
Classement enquête sociologique	1	3	2	1	2
Votes GGO					
SMPNRC	5	1	2	4	3
ONF	2	3	4	5	5
ONCFS	5	4	4	5	4
DREAL	4	1	2	5	3
OEC	4	2	3	5	4
FDC 2A	5	1	2	4	3
FDC 2B	Réponse sans classement				
DDTM 2A	Pas de réponse				
DDTM 2B	Réponse sans classement				
LDA 2A	Pas de réponse				
LDA 2B	Pas de réponse				
note	25	12	17	28	22
Classement	2	5	4	1	3

À la suite de ce vote, des réunions publiques ont été organisées afin d'évaluer l'acceptation locale pour les deux sites retenus comme les plus favorables par le GGO. Ces réunions publiques ont fait l'objet d'un compte rendu (GGO, 2019).

Pour le site du **Fiumorbu-Taravu**, classé en première position, la réunion publique du 9 mars 2019 organisée à U Poghju di Nazza n'a pas permis d'emporter l'adhésion des participants en raison de la forte opposition des chasseurs locaux, soutenus dans cette voie par leur organisation représentative. Les craintes de ces derniers portaient sur une éventuelle restriction de la chasse sur le secteur et la mise en réserve d'une partie du site au profit du mouflon. Hormis celle de Prunelli-di-Fiumorbu qui a voté pour le relâcher, aucune des communes du Fiumorbu n'a délibéré en faveur du projet (GGO, 2019).

Pour le site de **Cagna**, la réunion publique organisée à Figari le 9 février 2019 a trouvé en revanche un écho beaucoup plus favorable à cette opération. Les représentants des communes de Sotta, Figari, Pianottoli-Caldarello, San-Gavino-di-Carbini, Carbini, Aullène, Levie, Monacia-d'Aullène et Sartène, composant le site de Cagna, ont perçu l'intérêt majeur de conservation des mouflons de Bavella sur ce site où il était autrefois naturellement présent, et ont donc toutes délibéré en faveur de cette réintroduction (GGO, 2019).

À l'issue du processus de décision mis en place en plusieurs étapes (Tableau 8), c'est donc le site de **Cagna** qui a été retenu pour la 1^{re} opération de réintroduction à partir de mouflons élevés dans l'enclos de Quenza.

Relâcher

Protocole

La translocation d'animaux élevés en enclos vers le milieu naturel est une technique largement utilisée pour créer de nouvelles populations d'ongulés sauvages (Appolinaire *et al.*, 1992 ; Crampe *et al.*, 2012 ; Gauthier *et al.*, 1994 ; Wegener, 2011) en particulier pour le genre *Ovis* (Cugnasse, 1993b ; Irby et Andryk, 1987, Briedermann, 1992). Elle a été utilisée quasi exclusivement pour le développement du mouflon en France métropolitaine (Cugnasse, 1997b). Les expériences acquises par les services techniques de l'ONCFS et d'autres organismes à partir des opérations passées, ont servi de base de réflexion pour cette opération.

Sur le plan opérationnel, différents points doivent être étudiés et cadrés en amont : la période, le nombre d'individus relâchés, la composition du groupe, la technique de capture utilisée dans l'enclos, les manipulations sur les animaux, leur acheminement sur les sites de relâcher, les conditions et méthodes de relâcher sur site. Certaines espèces peuvent mal supporter le stress infligé par les manipulations et le transport. **Les femelles de l'espèce mouflon sont extrêmement sensibles au stress lié au transport et aux manipulations concomitantes. La mortalité des femelles peut être extrêmement importante y compris plusieurs semaines après leur relâcher. Le protocole le plus rigoureux possible doit être appliqué par les agents chargés de ces manipulations.**

Sur le plan réglementaire, les opérations de réintroduction/introduction d'espèce doivent en outre respecter un certain nombre de dispositions.

Obligations réglementaires

La convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe signée à Berne le 19 septembre 1979 prévoit que la réintroduction d'espèces indigènes fasse l'objet d'une étude d'efficacité et d'acceptabilité constituée ici par l'étude de Charrier *et al.* (2018).

Par ailleurs, le statut d'espèce protégée en France du Mouflon de Corse impose la délivrance en amont d'une dérogation, déposée à la DREAL et instruite par le Préfet, à l'interdiction de capture, de transport et de relâcher dans le milieu naturel. Celle-ci a été obtenue par l'arrêté n°2A-2020-09-21-003 du 21 septembre 2020 (DREAL, 2020).

Aspects opérationnels

Période de relâcher

Sur la base des prédictions de modèle sur le nombre de femelles en enclos (voir figure 6), Charrier *et al.* (2018) ont préconisé de réaliser un premier relâcher à partir de 2020. Celui-ci sera finalement organisé le **21 octobre 2020**.

Effectif et composition du groupe

La synthèse bibliographique des différentes opérations de réintroduction d'ongulés sauvages réalisées entre 1971 et 2012 (chamois, isards ou mouflons) a fait ressortir qu'un sex-ratio déséquilibré en faveur des femelles permettait d'optimiser la reproduction les premières années. De plus, ce noyau doit être constitué d'une quinzaine d'individus minimum entre 1 et 3 ans, afin de maximiser la garantie d'une croissance démographique rapide (ONCFS, 2008), de minimiser la perte de diversité génétique par rapport à la population mère et de faire face à d'éventuelles mortalités. Plus généralement, la majorité des auteurs s'accordent à dire que plus le nombre d'individus relâchés est élevé, plus les chances de succès sont grandes (Griffith *et al.*, 1989 ; Armstrong et Seddon, 2007 ; Seddon *et al.*, 2007 ; Fischer et Lindenmayer, 2000 ; Kleiman, 1989 ; Komers et Curman, 2000 ; Wolf *et al.*, 1996).

Sur la base de ce retour d'expérience et des contraintes d'effectif de l'enclos, les objectifs de reprise ont été fixés à **15 individus, avec un minimum de 10 à 12 femelles** et des renforcements les années qui suivent.

Techniques de reprise

Les mouflons ont été capturés à l'aide de la technique du filet tombant (voir présentation de l'enclos dans PNRC, 2020). Ces filets permettent de séparer les animaux dans l'enclos de reprise, sans qu'ils se blessent, afin de pouvoir ensuite les attraper et les manipuler sans danger pour eux ni pour les opérateurs.

Figure 8



© Magali Cancel (PNRC)

Capture dans l'enclos de Quenza pour l'opération de relâcher.

Prélèvements et matériels de suivi

Chaque animal a fait l'objet de prélèvements (sang et poils), de mesures morphométriques et d'un marquage par une puce d'identification électronique. Ils ont été équipés de marques optiques (boucles auriculaires, bandes) et de collier VHF (*Very high frequency*) pour permettre des recaptures visuelles et télémétriques lors du suivi démographique par capture marquage recapture (CMR) mis en place sur le site de relâcher (voir Suivi des animaux sur site). Enfin des colliers GPS ont été posés sur certains individus pour assurer un suivi comportemental (occupation spatiale, activité, température).

Acheminement

Tous les mouflons ont été placés individuellement dans des caisses de transport en bois, les sabots de contention adaptés aux animaux, afin de diminuer leur stress (Figure 9). Pour le premier relâcher (octobre 2020), ils ont été transportés par camion depuis l'enclos jusqu'à la *Drop Zone* (DZ) de l'hélicoptère, sur la commune de Carbini. L'héliportage a été effectué par rotation de quatre caisses, placées sur une structure métallique adaptée au transport aérien, jusqu'au site de relâcher, situé au lieu-dit « Monte Tignosu ». Pour le deuxième relâcher (octobre 2021), les animaux ont été héliportés depuis le site de l'enclos directement afin d'éviter le temps de transport en camion qui représentait une source de stress supplémentaire.

Figure

9



© Magali Cancel (PNRC)

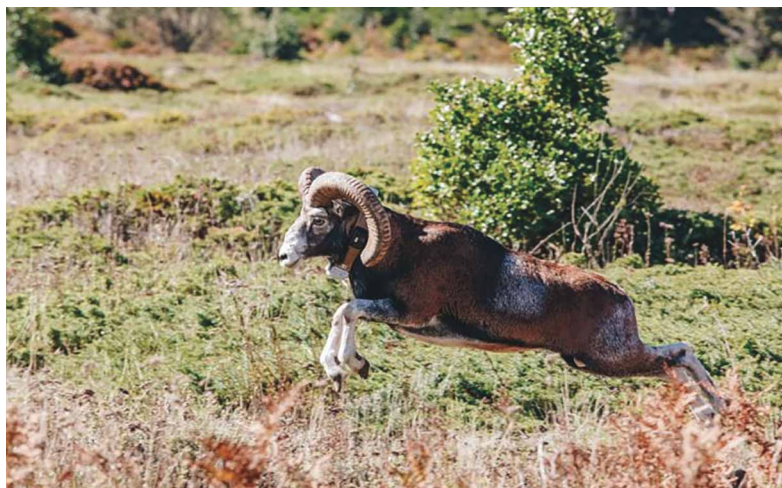
Manipulation dans l'enclos de Quenza avant relâcher (en arrière plan le sabot de transport).

Relâcher sur site

Les caisses ont été placées côte à côte sur la zone du lâcher. Les femelles et agneau ont été relâchés en premier et en même temps, puis les mâles l'un après l'autre (Figure 10).

Figure

10



© Magali Cancel (PNRC)

Relâcher in natura (Massif de Cagna).

Un compte rendu détaillé du déroulement de l'opération et du suivi post-relâcher a été rédigé par le PNRC (Comiti, 2020).

Bilan du 1^{er} relâcher dans le massif de Cagna

Quinze mouflons, 2 femelles et 13 mâles dont un agneau, ont pu être capturés pour être relâchés sur le site de Cagna lors de cette première opération de réintroduction. Sept d'entre eux ont été équipés d'un collier GPS. L'opération a été un succès, il n'y a pas eu de mortalité ou de blessures occasionnées par les manipulations ou le transport vers le site. Les préconisations évoquées précédemment concernant la proportion plus importante de femelles dans le groupe d'animaux à relâcher, n'ont pas pu être suivies dans cette première opération, indépendamment de la volonté du PNRC.

Suivi des animaux sur site

Les suivis des mouflons relâchés sur le site de Cagna doivent permettre de répondre à deux grands axes de recherche (ces deux grands axes venant alimenter une stratégie plus générale de conservation de l'espèce et de la population de Bavella).

■ Un axe **démographie** où la ré-observation des animaux marqués va renseigner sur :

- le taux de reproduction de l'espèce ;
- le taux de survie des agneaux ;
- le taux de survie des adultes ;
- la phénologie des naissances.

Ces suivis imposent que chaque animal puisse être identifiable individuellement avec un marquage qui persiste jusqu'à sa mort.

■ Un axe **comportemental**

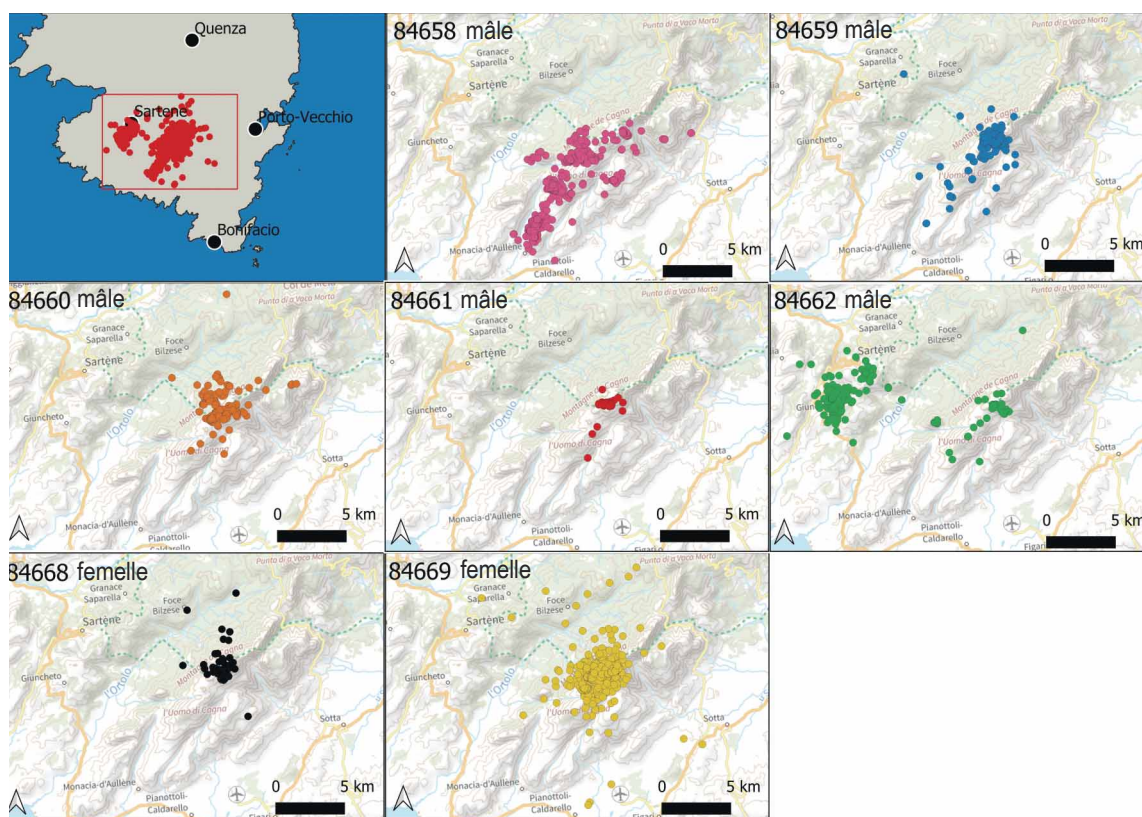
Cet axe est étudié grâce aux GPS/capteurs dont sont équipés certains animaux et qui renseignent sur leurs localisations, leur rythme d'activité et la température. Ces données permettent de comprendre l'utilisation/sélection de l'habitat par les moutons sur le massif, leurs ajustements comportementaux face aux conditions climatiques (notamment stress thermique), leur réponse à la présence humaine et aux infrastructures associées (sentiers, routes, chemins).

Les suivis de terrain sont hebdomadaires, en mettant l'accent surtout sur les périodes de printemps (avril-juin) et d'automne (septembre-novembre), l'idée étant de pouvoir mesurer la survie estivale et la survie hivernale et d'identifier la période la plus limitante pour l'espèce. La pression de suivi sur les femelles est également accentuée à la période de mise-bas, puis à l'automne afin de déterminer leur statut de reproduction.

Les premiers suivis réalisés sur le massif de Cagna ont révélé la mort d'une des deux femelles quelques semaines après le relâcher.

Sur le plan comportemental, les données de localisation transmises par les colliers GPS montrent que les animaux sont en majorité restés cantonnés sur le site de relâcher, à l'exception d'un mâle (n°84662) qui semble s'être fixé au sud de Sartène (Figure 11).

Figure 11



Localisations GPS des animaux relâchés en octobre 2020 sur le massif de Cagna (les localisations reportées sur la carte s'arrêtent à septembre 2021).

Bilan et perspectives

L'accroissement limité des effectifs (Dubray et Roux, 1990) et la propension limitée du mouflon à coloniser des nouveaux espaces (Geist, 1971, Irby et Andryk, 1987) ont conduit à orienter la stratégie de conservation du Mouflon de Corse vers une extension numérique et spatiale, à travers l'établissement de nouveaux noyaux de populations.

La première tentative de réintroduction a été menée dès les années 1970, sur la commune de Venaco dans la région du Verghello. Mais celle-ci concernait des mouflons hybrides dits « méditerranéens » qui présentaient des caractères morphotypiques très éloignés du Mouflon de Corse. Heureusement, cette population a disparu à la fin des années 1980.

L'opération suivante a été coordonnée par le PNRC en 1993 et 1994 dans la haute vallée du Cruzzini et reposait sur une méthode de translocation indirecte, à partir d'animaux capturés par l'ONCFS dans la réserve d'Asco. Après la mise en enclos de pré-lâcher de 12 animaux, seuls cinq individus ont été relâchés puisque les 7 autres n'ayant pas supporté le stress, sont décédés, mettant fin à cette opération de réintroduction.

C'est finalement suite aux captures de mouflons menées dans le cadre du programme LIFE (2004-2007), et au succès d'élevage de ces animaux dans l'enclos de Quenza qu'un groupe de mouflons issus de la population de Bavella a pu être réintroduit dans son milieu naturel en octobre 2020. 13 mâles (dont un agneau) et 2 femelles sont retournés à l'état sauvage sur le site de Cagna. Cette réintroduction a nécessité au préalable un travail important d'évaluation écologique des sites pouvant recevoir dans les meilleures conditions, ces animaux issus d'élevage (Charrier *et al.*, 2018), mais également une étude sociologique pour s'assurer de l'acceptation locale (PNRC, 2018). Les communes de ce territoire ont perçu l'enjeu majeur que représentait cette opération de réintroduction sur ce massif où l'animal avait disparu depuis plusieurs décennies.

Quelle que soit l'espèce considérée, l'élevage d'animaux sauvages de première génération reste toujours extrêmement délicat à mener. Une mortalité importante a d'ailleurs été observée lors des premières années d'élevage à Quenza comme à Asco. Les mouflons sont en effet connus pour être les ongulés sauvages les plus sujets au stress (comm. pers. D. Gauthier), notamment chez les femelles. Même si les opérations de transport et de manipulation des animaux peuvent toujours être améliorées, les différents programmes menés depuis les années 1980 en Corse ont permis d'acquérir expérience et compétence et de constituer des équipes de capture qualifiées. Entre 1984 et 2019, 245 mouflons (148 mâles et 97 femelles) ont ainsi été capturés en Corse par les agents de l'ONCFS et du PNRC. Ce savoir-faire acquis au fil des années permet d'envisager le programme de réintroduction sur un pas de temps long et constitue un outil de gestion important dans la conservation du Mouflon de Corse.

Mais le succès d'une réintroduction ne peut se limiter à l'établissement d'une population viable, indépendante de l'homme, dans le milieu sauvage (Keliman *et al.*, 1991). Elle doit s'accompagner de méthodes qui permettront d'évaluer les résultats, sur le court et le long terme.



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- Dès les années 1970, la stratégie de conservation du Mouflon de Corse est orientée vers son extension numérique et spatiale, par des programmes de réintroduction.
- Dès la fin des années 1980, l'ensemble des partenaires et les institutions ont compris la valeur de l'aspect originel des Mouflons de Corse. En 1989, une circulaire de la Direction de la protection de la nature interdit toute importation de souches d'ongulés exogènes sur l'île.
- 2 stratégies de réintroduction ont été réalisées en Corse ;
 - une translocation d'animaux capturés à Asco, réintroduits dans la haute-vallée du Cruzzini en 1993 ;
 - des élevages en enclos à partir d'animaux capturés *in natura* à Asco et Bavella en 2004 dans le cadre du LIFE « Mouflon ».
- Plusieurs campagnes de captures ont été menées :
 - dans la RCFS d'Asco, de 1984 à 2019, ce sont 215 mouflons qui ont été capturés, en dehors de 12 animaux dans le Cruzzini, tous ont été relâchés sur place après avoir été mesurés ou fait l'objet de prélèvements biologiques ;
 - dans la RCFS de Bavella, de 2003 à 2007, 30 mouflons ont été capturés dont 18 mis en enclos.

Des opérations de renforcement de la population de Bavella sur le massif de Cagna ont pu voir le jour en 2020 grâce à la réussite de l'élevage des animaux dans l'enclos de Quenza.





2 – Espaces protégés et réseau Natura 2000

Contexte

Selon l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), un espace protégé est « un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés » (Lefebvre et Moncorps, 2010). La désignation des espaces naturels protégés est une composante majeure des stratégies de protection et de gestion du patrimoine naturel. L'ensemble des aires protégées en France couvre d'ores et déjà plus de 20 % du territoire métropolitain et mobilise une grande diversité d'outils de protection. Selon le contexte, la protection se traduit par des mesures d'acquisition foncière, des mesures réglementaires, ou encore des mesures contractuelles entre les acteurs des territoires. Selon les instruments, la création d'une aire protégée relève de l'État ou d'une collectivité territoriale (Régions, Départements), alors que la gestion peut relever d'une très grande variété d'acteurs, y compris des organisations non gouvernementales (Lefebvre et Moncorps, 2010).

En 2007, la France lance sa première stratégie de création et de gestion d'aires marines protégées (SCGAMP), renouvelée en 2012. Cette stratégie est complétée en 2009 par la mise en place de la stratégie de création des aires protégées (SCAP) pour le milieu terrestre. Cette stratégie nationale constituait un des chantiers prioritaires du Grenelle de l'environnement (loi du 3 août 2009) avec l'objectif de placer sur 10 ans 2 % au moins du territoire terrestre métropolitain sous protection forte (Réserve naturelle ou Arrêté de protection de biotope ou Réserve biologique ou cœur des parcs nationaux). Cette première phase a permis de faire émerger des priorités nationales de création. En Corse, près d'une quarantaine de projets potentiellement éligibles (PPE) ont alors été identifiés dès 2011. Aujourd'hui, pour aller plus loin dans les actions menées, une nouvelle stratégie nationale pour les aires protégées (SNAP) a été publiée en janvier 2021. Elle ambitionne de protéger 30 % des espaces naturels nationaux d'ici 2030, dont 10 % en protection renforcée. Actuellement, seulement 1,8 % de ces espaces sont sous protection forte. La SNAP se veut plus ancrée dans les territoires pour une meilleure implication de l'ensemble des acteurs. L'Office français de la biodiversité a contribué à la définition, la mise en œuvre et l'évaluation de l'ensemble de ces stratégies.

Deux types de protections sont abordés dans ce chapitre, les Réserves de chasse et de faune sauvage (RCFS) et le réseau Natura 2000. La mise en place d'espaces protégés réglementaires en Corse, en l'occurrence les RCFS, à partir de 1953, a eu un rôle majeur dans la protection du Mouflon de Corse. C'est pourquoi, une présentation des RCFS concernées est proposée dans ce chapitre. Aussi, le site d'Asco ayant été un site pilote dans le cadre de la mise en place du réseau Natura 2000 dès 1998, il paraissait important d'aborder ici cette protection qui a permis de prendre en compte l'espèce dans les documents d'objectifs (DOCOB). En effet, Natura 2000 représente le plus grand réseau d'espaces protégés au monde, rassemblant des sites naturels ou semi-naturels de l'Union européenne ayant une grande valeur patrimoniale. La mise en place de ce réseau s'appuie sur deux directives européennes « Oiseaux » et « Habitats » avec l'objectif de conserver ou de rétablir ces habitats et espèces d'intérêt communautaire, tout en prenant en compte les exigences économiques et sociales des territoires concernés.

Les Réserves de chasse et de faune sauvage

Les premiers espaces protégés par l'Homme, aux temps anciens, l'ont été soit pour des raisons religieuses, soit le plus souvent pour des raisons cynégétiques, essentiellement pour assurer l'exclusivité du droit de chasse aux classes dirigeantes. En France, les premières bases juridiques pour la création d'espaces réglementant ou interdisant la chasse ont été créées en 1934, par l'arrêté ministériel du 1^{er} septembre. Ces réserves de chasse ont vocation à l'époque à servir de réservoirs d'espèces de gibier. Certaines grandes réserves françaises, aujourd'hui devenues « Réserves nationales de chasse et de faune sauvage » (RNCFS) ont été créées sur ces bases. Au fil des décennies et des textes réglementaires, le statut des réserves de chasse va évoluer, jusqu'à l'adoption de la loi du 23 janvier 1990, qui va entraîner la première mutation importante de ces espaces. Ce texte et le décret qui l'accompagne créent un nouveau statut de réserves de chasse ne se contentant pas de la seule préservation du gibier, mais comprenant également un volet relatif à la préservation de l'habitat de la faune sauvage. Avec ce texte, puis celui du 13 décembre 2006, les réserves de chasse deviennent des « réserves de chasse et de faune sauvage » (RCFS) et leur gestion est, à partir de là orientée vers des actions participant à la protection des habitats et la conservation de la faune sauvage. Les RCFS visent aujourd'hui quatre grands objectifs :

- protéger les populations d'oiseaux migrateurs conformément aux engagements internationaux ;
- assurer la protection des milieux naturels indispensables à la sauvegarde d'espèces menacées ;
- favoriser la mise au point d'outils de gestion des espèces de faune sauvage et de leurs habitats ;
- contribuer au développement durable de la chasse au sein des territoires ruraux ;

Bien que les RCFS ne soient initialement pas créées pour la conservation d'espèces protégées, les RCFS de Corse ont indéniablement joué un rôle essentiel dans la conservation du Mouflon de Corse.

■ Statut des RCFS de Corse

D'après la loi française (arrêté du 13 décembre 2006), les RCFS sont instituées par arrêté préfectoral sur demande du détenteur du droit de chasse sur les terrains considérés. En Corse, les RCFS ont un statut particulier. En effet, les lois du 22 janvier 2002 relative à la Corse et du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité ont élargi les compétences de la Collectivité de Corse (CDC) en matière de chasse et d'environnement, par le transfert de certaines compétences et biens autrefois à la charge de l'État. L'élargissement du champ de ses missions rend la CDC aujourd'hui incontournable sur le plan régional puisqu'elle a notamment en charge :

- la préservation et la promotion de la faune et de la flore ;
- l'institution et le fonctionnement des RCFS et d'autres espaces protégés ;
- l'établissement des plans de chasse.

Conformément à l'article L.422-27 du code de l'environnement, la procédure d'institution et de fonctionnement des RCFS a été adoptée par l'Assemblée de Corse lors de sa séance du 1^{er} avril 2005. Cette procédure comprend la délibération n° 05/62 AC de l'Assemblée de Corse et, en complément, l'arrêté n° 05.38 CE du Conseil exécutif. Les RCFS dans l'île sont donc instituées par le Président du Conseil exécutif de Corse, à la demande du détenteur du droit de chasse sur le territoire.

Réseau des RCFS de Corse

On recense 42 RCFS terrestres de Corse (<https://www.oec.corsica>). La gestion de ces espaces est assurée par trois acteurs distincts du monde de l'environnement : l'Office français de la biodiversité (OFB), l'Office national des forêts (ONF) et les Fédérations départementales de chasseurs (FDC).

Une charte graphique (Figure 12 ; Figure 13 ; Figure 16 ; Figure 21 ; Figure 22) élaborée en 2011 conjointement par l'OEC et l'ONCFS et les partenaires permet d'identifier ces réserves et d'en baliser les limites.

L'OFB a en charge la gestion de trois RCFS en Corse, Bavella-Sambuccu, Asco et Tartagine (en cogestion avec l'ONF), qui représentent en cumul près de 8 000 ha d'espaces remarquables de montagne. Chacune d'elles a fait l'objet d'un plan de gestion élaboré sur 5 ans, bâti sur le modèle des réserves naturelles (ONCFS, 2003, 2009, 2010). Ces plans, aujourd'hui caduques, ont été évalués ce qui a permis d'analyser la pertinence des objectifs définis, des mesures mises en place et de faire un bilan humain et financier (Benedetti *et al.*, 2016b,c,d,e).

Figure 12



Panneau de délimitation Réserve de chasse et de faune sauvage de Corse.

Figure 13



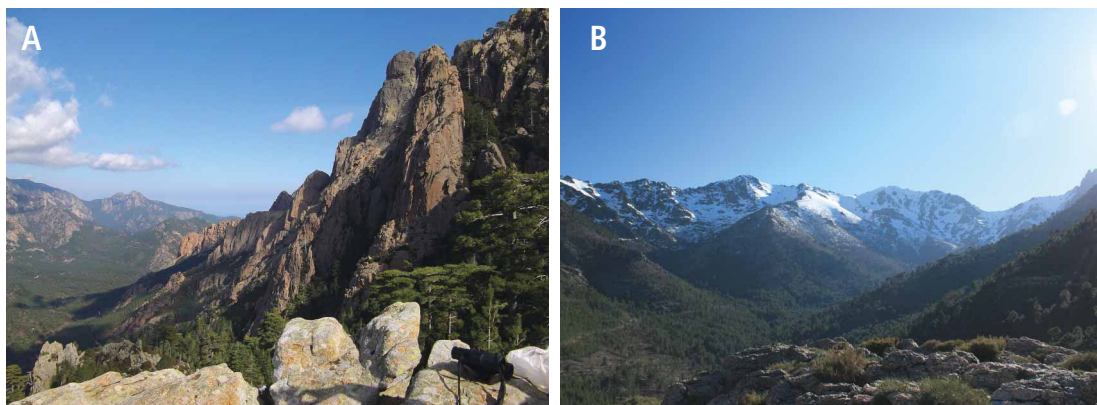
Exemple de panneau d'information réglementaire installé dans les 3 RCFS de Corse.

■ Les RCFS et la conservation du Mouflon de Corse

Les trois RCFS gérées par l'OFB (Asco, Tartagine et Bavella-Sambuccu ; Figure 14) ainsi que la RCFS d'Omita, gérée par l'ONF, recoupent une partie des aires de présence du Mouflon de Corse (Tableau 9 ; Figure 14). Sur le massif du Cinto, elles croisent 12 % de l'aire de répartition de la population concernée (6 612 ha / 55 236 ha). Sur le massif de Bavella, ce recouvrement atteint 6,7 % (1 972 ha / 29 546 ha).

Ces territoires protégés, chacun à leur niveau, ont joué un rôle essentiel dans la préservation des deux populations de mouflons en Corse.

Figure 14

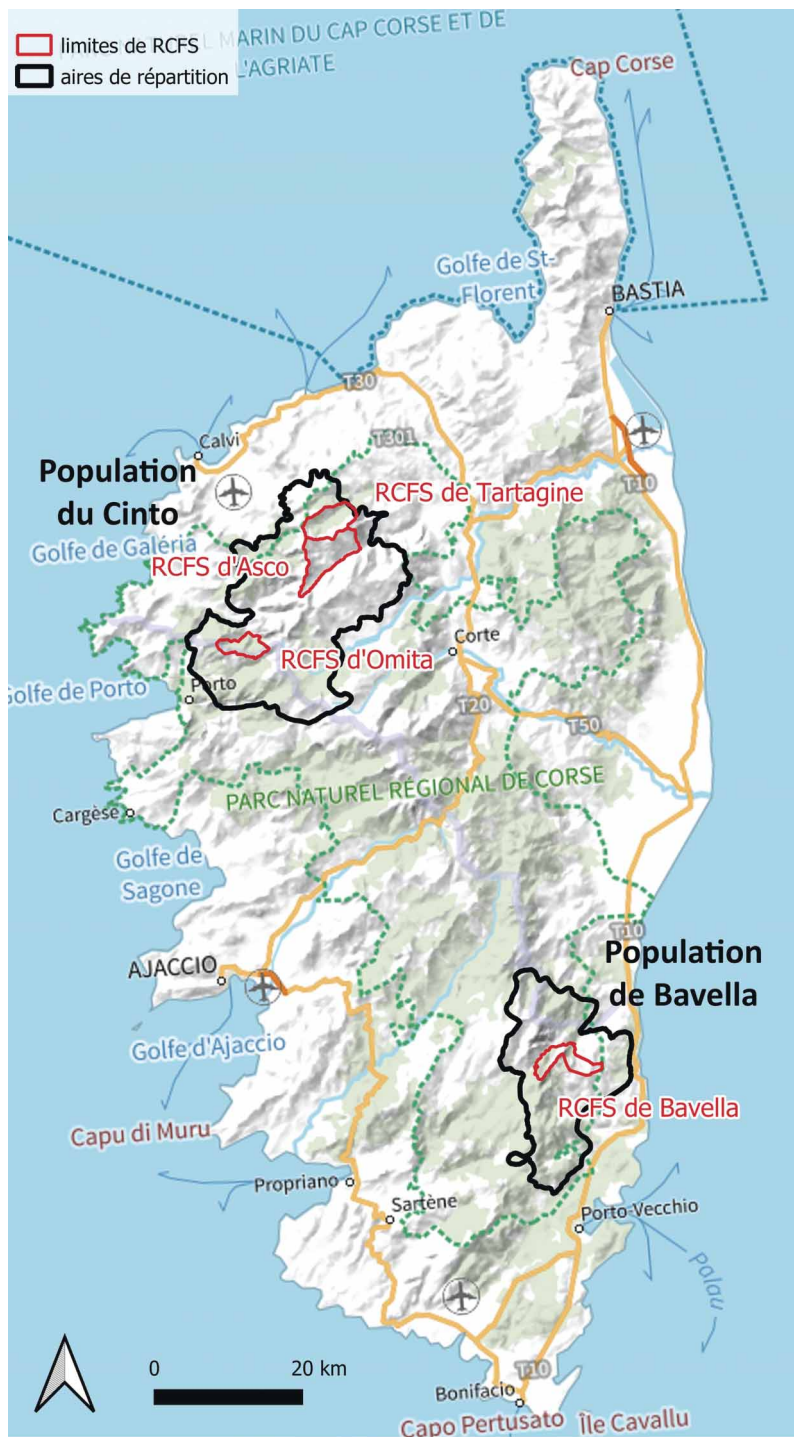


RCFS de Bavella (A) et de Tartagine (B).

© OFB

Caractéristiques des cinq RCFS situées sur l'aire de répartition du Mouflon de Corse

RCFS	Gestion	Superficie (en ha)	Arrêté	Date de l'arrêté	Plan de gestion	Statut foncier
Asco	OFB	3 005,50	n°06.16 CE	22 mars 2006	2003-2008	Communal
Bavella-Sambuccu	OFB	1 972,40	n°08.11 CE	12 mars 2008	2011-2015	Territorial
Tartagine	OFB et ONF	2 282,79	n°08.39 CE	1 ^{er} septembre 2008	2011-2015	Territorial
Omita	ONF	1 323,59	n°07.61 CE	28 novembre 2007	2011-2015	Territorial
TOTAL		8 584,28				



Cartographie des RCFS de Corse gérées ou cogérées par l'OFB et représentation de l'aire de répartition du Mouflon de Corse.

Réserves situées dans l'aire de répartition de la population du Cinto

Présentation de la RCFS d'Asco

Localisation et gestion

La RCFS d'Asco s'étend sur une superficie de 3 005 hectares entre 755 et 2 390 mètres d'altitude, délimitée par les crêtes du Monte Padru, Monte Corona, A Muvrella et les ruisseaux Santonaccio et Stranciacone (Figure 15). Elle se situe principalement en rive gauche de la rivière Asco, et la mosaïque d'habitats qui la composent sont caractéristiques de la montagne corse (forêts de pins laricio, fruticées, zones rocheuses...).

Figure 16



Panneau d'information de présence dans la RCFS d'Asco.

Elle a été créée en 1953, à l'initiative de la commune d'Asco et des chasseurs locaux. À l'époque, le mouflon est au bord de l'extinction. La gestion de la réserve est tout d'abord confiée à la Fédération des chasseurs puis au Conseil supérieur de la chasse (1972), qui deviendra l'Office national de la chasse (ONC) en 1975 (ONC, 1977). En 1979, l'ONC loue le droit de chasse sur ces terrains et devient gestionnaire de la Réserve (Juillard et Gindre, 1979). Elle prendra par la suite différents statuts, au fil de l'évolution de la réglementation, jusqu'à son statut actuel de RCFS de Corse, obtenu par l'arrêté du 22 mars 2006 n°06.16 CE.

La création de cette réserve, qui est au cœur de l'aire de répartition de la population de mouflons du Cinto, a contribué activement à sa sauvegarde sur le massif. L'affectation d'un garde fédéral permanent (Joseph Vitti) de 1953 à 1986, puis d'un second (Jean-Claude Franceschetti) de 1981 à 1986, ont permis de rendre très effective cette protection. L'évolution du statut de la réserve gérée par un directeur appartenant à l'ONC a contribué par la suite à maintenir une politique de protection et de développement de cette population y compris hors réserve. C'est la première RCFS de Corse à avoir bénéficié d'un plan de gestion élaboré en 2003 (ONCFS, 2003) évalué par l'unité de gestion des espaces naturels de Corse de l'ONCFS en 2016 (Benedetti *et al.*, 2016b). L'intérêt de la RCFS d'Asco est toujours d'actualité 67 ans après sa création. Elle constitue une zone « refuge » de la population de mouflon dite du « Cinto » et un territoire d'études scientifiques de référence où des actions de sensibilisation et d'information du grand public peuvent être menées (Maillard *et al.*, 2007). Elle est en outre bien acceptée par la population locale.

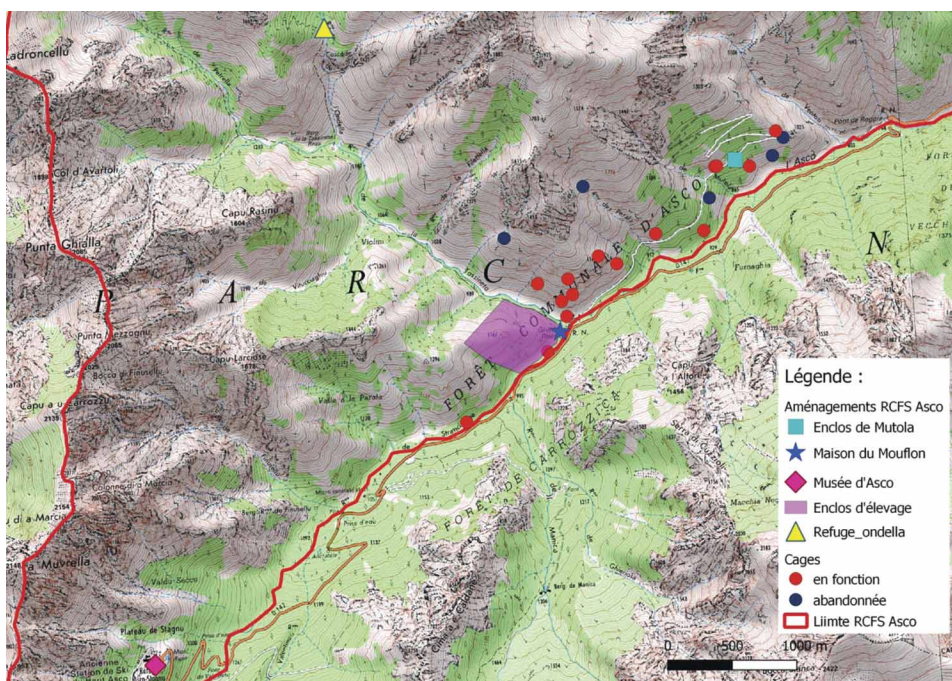
Au vu des atouts de ce territoire en matière de biodiversité et de son historique, une demande de classement en Réserve nationale a été formulée en 2003 par l'ONCFS. Cette demande est devenue obsolète puisque la loi de décentralisation du 22 janvier 2002 donne prérogative au Président de l'Exécutif de la Collectivité de Corse d'instituer les RCFS sous l'appellation « Réserve de chasse et de faune sauvage de Corse », ne prévoyant pas de faire évoluer le statut en réserve nationale de chasse et de faune sauvage. L'ONCFS puis l'OFB sont maintenus depuis 1979 dans leur rôle de gestionnaire.

Un plan de gestion a été élaboré pour la période 2003-2008 (ONCFS, 2003).

Les aménagements de la RCFS

Différents aménagements construits dans la réserve depuis sa création ont permis de mener des actions de recherche, de développement ou de communication sur le Mouflon de Corse (Figure 17, Figure 18 ; Figure 19 ; Figure 20). 18 cages de reprises pour le Mouflon de Corse ont été construites des années 1980 à 2010, dont 15 sont aujourd’hui encore en fonction. La réserve abrite également un enclos d’élevage conçu en 2005 dans le cadre du programme LIFE, qui n’est plus opérationnel aujourd’hui (voir Chapitre 1 - Programmes de réintroduction) ainsi qu’un enclos de contention (secteur de Mutola) de 625 m² construit dans les années 1980 et réhabilité en 2005. Un refuge, situé dans la vallée d’Ondella, est également mis à disposition des gestionnaires par la commune, afin de faciliter la surveillance et la réalisation d’actions techniques sur la réserve. Enfin, la maison du Mouflon, construite pendant le programme LIFE, a permis de réaliser de nombreuses animations auprès du grand public et des scolaires et d’exposer différentes collections en lien avec l’espèce. Aujourd’hui, c’est le musée d’Asco qui a pris le relais pour les actions d’information et de sensibilisation.

Figure 17



Localisation des aménagements de la RCFS d’Asco.

Figure 18



Refuge de l’Ondella.

© OFB

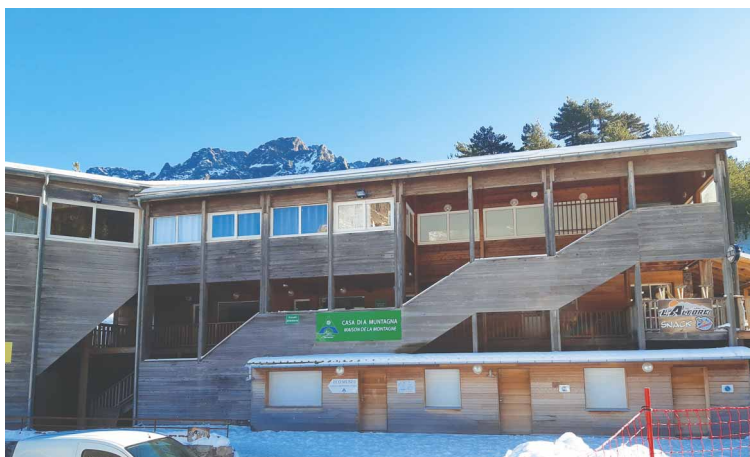
Figure 19



© OFB

Enclos de Mutola.

Figure 20



© Fabienne Berthollet

Écomusée d'Asco - Maison de la montagne et du Mouflon.

Présentation de la RCFS de Tartagine

Localisation et gestion

La RCFS de Tartagine, située dans la microrégion du Ghjunssani, recoupe le territoire des communes d'Olmi-Cappella et de Mausoleo (Figure 15). Elle s'étend sur une superficie de 2 282,79 hectares entre 800 et 2 390 mètres, au niveau de la haute vallée de la Tartagine. Elle est située sur le domaine public et plus particulièrement dans la forêt territoriale de Tartagine-Melaja. Les milieux sont assez proches de ceux d'Asco, les deux réserves ne sont d'ailleurs séparées que par une ligne de crête.

Figure 21



Panneau d'information de présence dans la RCFS de Tartagine.

La réserve a été créée le 9 février 1994 par arrêté préfectoral sous la dénomination de réserve de chasse de Tartagine, principalement pour la protection et la conservation du Mouflon de Corse ainsi que diverses espèces de faune sauvage à forte valeur patrimoniale ou cynégétique. À la demande des chasseurs locaux et après la réalisation d'un diagnostic écologique par l'OEC, les limites et la réglementation de la réserve ont été redéfinies (extension de 587 hectares) pour aboutir en 2008 à la constitution de la RCFS de Tartagine (arrêté du 1^{er} septembre 2008 n°08.39 CE). La réserve suit désormais des limites topographiques claires sur le terrain ce qui facilite le travail de surveillance exercé par les gestionnaires. Sa gestion a été confiée par délibération du 25 octobre 2007 de l'Assemblée de Corse conjointement à l'ONCFS et l'ONF. En 2003, un incendie brûle près de 90 % de la forêt de Tartagine. Des plantations sont alors organisées par l'ONF, pour favoriser la régénération de pin lariccio.

Un plan de gestion a été élaboré pour la période 2011-2015 (ONCFS, 2010) et son évaluation réalisée en 2016 (Benedetti *et al.*, 2016d) par l'unité de gestion des espaces naturels de Corse de l'OFB.

Présentation de la RCFS d'Omita

Localisation et gestion

La RCFS d'Omita, qui couvre une surface de 1 323 ha, s'intègre dans la forêt territoriale du Fangu à une altitude comprise entre 400 et 1 325 mètres (Figure 15). À cet étage altitudinal, le chêne vert est dominant. Cette yeuseraie est l'une des plus anciennes du bassin méditerranéen et a contribué au classement de la vallée en réserve de biosphère (MAB).

La réserve a été créée le 9 février 1994. Située à l'époque en forêt domaniale, l'ONF s'est vu naturellement confiée sa gestion et l'a conservée par la suite lorsque son statut a évolué en RCFS de Corse (arrêté n° 07.61 du 28 novembre 2007 CE). En sa qualité de gestionnaire, l'ONF a rédigé et mis en œuvre le plan de gestion de la réserve sur la période 2011-2015, dans lequel le mouflon a été défini comme espèce phare (ONF, 2010). Différentes études et mesures de gestion ont été réalisées dans ce sens. Le maintien de la réserve de chasse fait également l'objet d'une fiche action dans le Document d'objectif (DOCOB) du site Natura 2000 FR 9400577 « Rivière et Vallée du FANGO » (CRPF de Corse, 2006 ; voir 2/ Réseau Natura 2000).

Réserves situées dans l'aire de répartition de la population de Bavella

Présentation de la RCFS de Bavella-Sambucco

Localisation et gestion

La RCFS de Bavella-Sambucco est située le département de Corse-du-Sud (2A) (Figure 15) à cheval sur les communes de Quenza, Sari-Solenzara, Conca et Zonza . Elle occupe une superficie de 1 972,40 hectares, à une altitude comprise entre 208 et 1 407 mètres. Elle est la seule RCFS gérée incluse dans l'aire de répartition de la population de mouflons de Bavella.

Figure 22



Panneau d'information de présence dans la RCFS de Bavella.

La réserve dans les forêts domaniales de Bavella et de Sambucco a été créée par arrêté ministériel en 1950 (Leandri, 1952), avec pour objectif, tout comme à Asco, de sauver la population de mouflons dans le massif de Bavella. En 1960, elle fait l'objet d'un agrandissement, passant de 1 818 à 3 910 ha, sa direction étant confiée aux agents des Eaux et Forêts puis à l'ONF à partir de 1979. En 1991, le statut de Réserve de chasse devient caduc, par expiration de l'arrêté de 1979, mais la réserve est restée effective dans l'esprit de beaucoup de personnes. C'est seulement en 2008, à la demande de l'OFB et afin de régulariser son statut juridique, que la RCFS de Bavella-Sambucco est instituée (arrêté n°08.11 du 12 mars 2008 CE) sur une superficie de 1 972, 40 ha, l'ensemble des terrains de la réserve se trouvant en forêt territoriale. La gestion de la RCFS est confiée à l'ONCFS par arrêté du 25 mars 2008 (ONCFS, 2010). Le massif de Bavella a été fortement impacté par un incendie de grande ampleur en 1960 au cours duquel plus de 2 000 ha ont été parcourus, dont 145 en forêt domaniale. À partir de 1967, 115 ha de forêt domaniale sont reboisés, par plantations sur banquettes, principalement en pin maritime, pin laricio, châtaignier, cèdre de l'atlas et sapin pectiné (PPFENI Corse, 2014a). Afin d'assurer sa régénération, les animaux domestiques ont été exclus de la forêt pendant de nombreuses années, ce qui a permis aux mouflons, qui étaient auparavant en concurrence très forte avec les ruminants domestiques, de reconquérir le massif forestier. Cette exclusion a malheureusement été levée puisqu'en novembre 2013, un berger est installé au cœur de la RCFS par l'ONF en désaccord avec le gestionnaire de la RCFS. Comme pour la RCFS de Tartagine, un plan de gestion a été élaboré pour la période 2011-2015 (ONCFS, 2009) et son évaluation réalisée en 2016 (Benedetti *et al.*, 2016c) par l'unité de gestion des espaces naturels de Corse de l'OFB.

■ Actions de gestion

« C'est pour le mouflon qu'ont été créés les premiers espaces protégés de Corse. Leur création en 1950, 1953 et 1994, ainsi que l'interdiction de sa chasse sur toute l'île à partir de 1953, ont permis à l'espèce d'éviter l'extinction. Les effectifs des derniers mouflons à l'époque atteignaient moins de 50 individus dans chaque massif du Cinto et de Bavella » (Benedetti, comm pers).

Différentes actions de gestion dans les RCFS participent à la protection et la conservation du Mouflon de Corse.

Surveillance

Chaque année des journées de surveillance sont effectuées par les agents de l'OFB (unité gestion espaces naturels de Corse et services départementaux), sur les RCFS d'Asco, de Bavella-Sambucco et de Tartagine, ainsi que par les agents de l'ONF sur la RCFS d'Omita. Ces missions de surveillance participent à la conservation de l'espèce car les réserves constituent des zones refuges d'hivernage importantes. Elles permettent ainsi de lutter efficacement contre les actes de braconnages éventuels et d'autres facteurs limitant de l'espèce tels que la divagation de chiens. Les missions de police et de surveillance représentent 22 % du temps de gestion total des RCFS (Benedetti *et al.*, 2016e).

Suivi, étude, inventaire

Les missions relatives au suivi, à l'étude et l'inventaire du patrimoine naturel mobilisent 60 % des moyens humains alloués à la gestion des RCFS (Benedetti *et al.*, 2016e). Elles jouent un rôle essentiel dans la connaissance des espèces car la maîtrise du territoire par les gestionnaires permet d'y développer toute une variété de protocoles d'étude. Les programmes régionaux de recherche et de développement notamment celui du Mouflon de Corse y ont été largement déclinés, en particulier à Asco. Ces programmes contribuent indirectement à la conservation d'autres espèces vulnérables par la relation écosystémique qu'elles présentent liées par des relations trophiques (ex. le Gypaète barbu).

La RCFS d'Asco est historiquement un lieu et un laboratoire d'étude du Mouflon de Corse. La présence de cages-pièges, en place depuis les années 80 et étoffées au fil des décennies, a permis de capturer des animaux pour répondre à différents objectifs d'étude (Figure 23 ; voir Partie A : Études et recherches) ou de développement (voir Chapitre 1 - Programmes de réintroduction).

La RCFS de Bavella a servi de lieu de capture dans le cadre de la stratégie d'élevage prévue au programme LIFE mouflon (2003-2007) (voir Chapitre 1 - Programmes de réintroduction).

Enfin les RCFS de Tartagine et d'Omita ont accueilli différents suivis et protocoles démographiques sur l'espèce (voir Partie A : Études et recherches).



Opération de capture RCFS d'Asco.

Actions sur le milieu

Le mouflon est connu pour l'éclatisme de son régime alimentaire. Pour autant, cette espèce privilégie lorsqu'elle le peut une alimentation à base de graminées ou d'autres espèces herbacées (voir Partie A : Études et recherches – Chapitre 5). La fermeture des milieux observée depuis quelques décennies en Corse, conséquence des changements de pratiques agricoles et du changement climatique, constitue de fait un facteur limitant pour l'espèce. Cette fermeture du milieu est limitante sur le plan alimentaire mais également en termes de déplacements, le mouflon n'appréciant pas les strates arbustives denses et piquantes.

La Corse fait l'objet de mesures de prévention et de lutte contre l'incendie particulières dans le but de limiter la progression et permettre l'accès sécurisé aux sites par les moyens de lutte. Couvert à 80 % de formations végétales fortement sensibles à l'éclosion et la propagation des incendies, la Haute-Corse fut le département le plus touché par les incendies au niveau national sur la période 1994-2004 (Bonnemaison, 2008).

En 2006 et 2007, des travaux de brûlages dirigés ont été opérés dans la RCFS d'Asco dans le cadre de la Défense des forêts contre les incendies (DFCI). Des observations de mouflons ont été relevées sur ces zones ouvertes les années suivantes, confirmées par les localisations GPS d'animaux inclus dans le protocole CMR mis en œuvre sur la zone par l'ONCFS de 2010 à 2016 (Benedetti *et al.*, 2013).

Fort de ce constat, différentes actions d'ouverture de milieu ont été expérimentées dans la RCFS d'Asco, dans le cadre de la Protection rapprochée de massifs forestiers (PRMF) ou dans le cadre de documents de gestion (plan de gestion de la RCFS d'Asco, DOCOB Natura 2000). L'expérimentation réalisée dans le cadre du DOCOB a fait l'objet de deux types de suivi afin d'évaluer les effets de ces ouvertures : un suivi par pièges photo et *scan-sampling* (pour l'évaluation de la fréquentation des zones par les mouflons) réalisé par l'ONF et un suivi botanique (pour évaluer la recolonisation de la végétation) mené par le CBNC et l'ONF. Des opérations d'ouverture du milieu dans le cadre de la PRMF ont bien évidemment été réalisées dans les autres RCFS (Bavella-Sambucco, Tartagine et Omita) mais seules celles d'Asco ont fait l'objet de suivi dédié au mouflon, présenté dans cette publication.

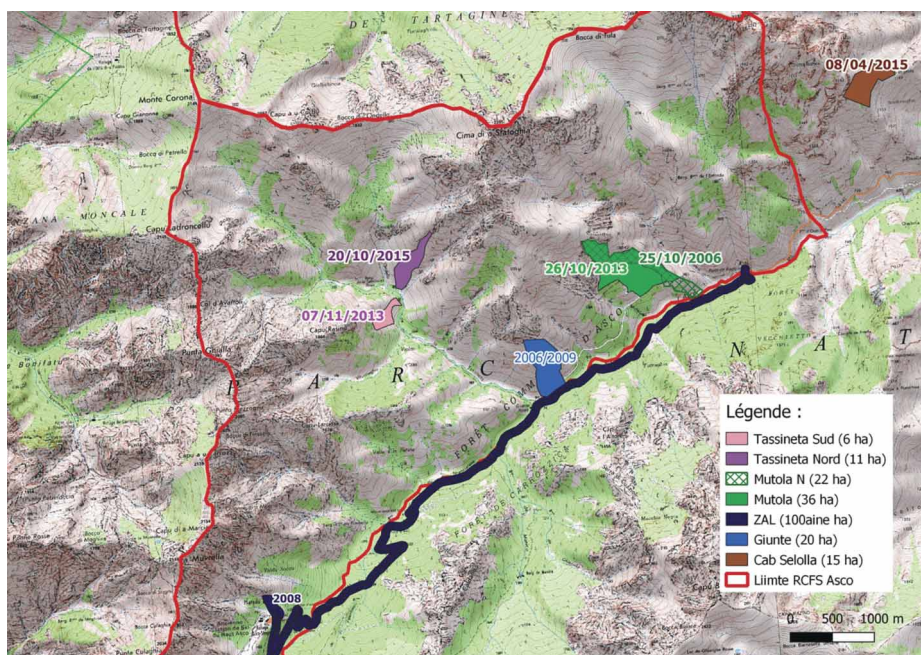
Dans le cadre de la Protection rapprochée de massifs forestiers (PRMF)

Différentes opérations d'ouverture du milieu ont été organisées dans la RCFS d'Asco prévues au titre de la PRMF. Ces travaux d'ouverture avaient pour objectif de constituer des zones de pare-feu naturelles aussi appelées ZAL (Zone d'appui à la lutte) par débroussaillage mécanique, mais également des coupures de combustible active (CA) réalisées par brûlages dirigés (PPFENI Corse, 2014a et b). Ces dernières se basent sur la suppression de la continuité de la végétation et sur la diminution de la biomasse végétale sur une largeur d'une centaine de mètres. Ces démarches permettent dans l'idéal de stopper la progression d'un feu sur les zones stratégiques, mais le plus souvent d'en réduire la vitesse afin de permettre l'arrivée des moyens de lutte. Du débroussaillage mécanique est ainsi réalisé dans les fonds de vallée et l'utilisation du brûlage dirigé se cantonne

aux secteurs les plus accidentés, non mécanisables, tels que les lignes de crête sur la pente abritée du vent. Les opérateurs utilisent généralement les techniques de feu montant, plus facile à « maîtriser » sous forme de bandes de quelques mètres sur la largeur de l'ouvrage. Ces bandes de brûlage sont pratiquées en sens descendant et permettent ainsi de circonscrire ce feu courant.

Depuis 2006, plusieurs travaux de brûlages ont ainsi été réalisés sur la RCFS d'Asco, souvent à l'automne, allant de 6 à 36 ha (Figure 24). Certaines zones ont fait l'objet de plusieurs interventions (p. ex. Mutola en 2006, 2013 et 2020 ; Service d'incendie et de secours (SIS) 2B et Forestiers-sapeurs 2B, 2020). Parallèlement des travaux de débroussaillage et d'éclaircie ont été réalisés de part et d'autre de la route départementale (ZAL) pour une superficie de 90 ha environ, entre 2007 et 2008.

Figure 24



Localisation des brûlages dirigés réalisés dans la RCFS d'Asco.

Dans le cadre de documents de gestion

L'ouverture du milieu en tant qu'action de développement pour le Mouflon de Corse a été programmée au titre de différents documents de gestion en lien avec la RCFS d'Asco.

Le plan de gestion de la RCFS d'Asco (2003-2008) avait prévu, à travers l'objectif opérationnel « ralentir et maîtriser la fermeture des milieux dans la zone d'hivernage du mouflon », la réalisation de brûlages dirigés au sein de la réserve. Finalement ils ont pu être mis en œuvre dans le cadre du Document d'objectif relatif à la Zone spéciale de conservation (ZSC) intitulé « Massif du Cintu – partie Asco », qui prévoyait la mise en place d'une gestion de la zone d'hivernage (Fiche action n°2). Cette action visait à faciliter le déplacement des animaux et améliorer le milieu sur le plan de la ressource alimentaire. Deux zones ont fait l'objet de brûlages dirigés en 2013 et en 2015 (Figure 25), sur lesquelles ont été menés par la suite des suivis de fréquentation des mouflons (ONF) et de recolonisation de la végétation (CBNC et ONF) après brûlage.

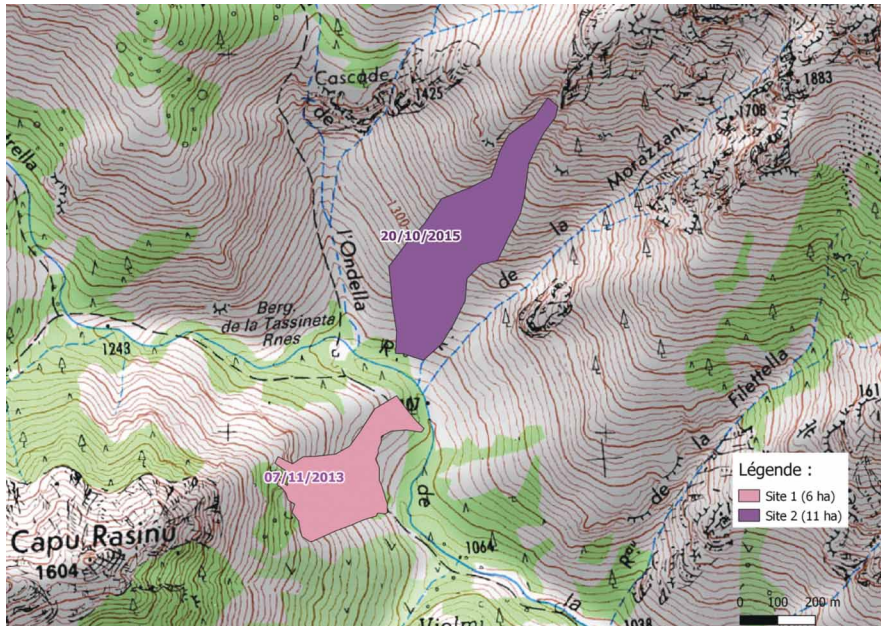
Méthode

Suivi de la fréquentation du mouflon

Le site 1 a été suivi de 2014 à 2019 à l'aide d'un protocole standardisé de type *Scan Sampling* (Altmann, 1974 ; Cazau *et al.*, 2011) afin d'évaluer la fréquentation par les mouflons après brûlage (Figure 25). Ce protocole prévoit 2 sorties de 2h au printemps, au lever du jour ou au coucher du soleil, au cours desquelles un scan de la zone est réalisé toutes les 20 minutes. L'observateur note pour chaque groupe le nombre d'individus, le sexe, l'âge estimé, l'activité. À partir de 2016, les suivis ont été complétés par la pose de deux pièges photographiques sur la zone traitée en brûlage dirigé, un orienté vers le haut de la zone, l'autre vers le bas, activés de novembre à décembre.

Le site 2 a également été suivi par *Scan Sampling* mais en comparant la fréquentation des mouflons de la zone brûlée (en 2015) avec une parcelle contiguë laissée en dynamique naturelle d'évolution (Figure 25).

Figure 25



Cartographie des deux sites expérimentaux traités en brûlages dirigés dans la vallée de Tassineta. Les dates de brûlage sont indiquées pour les deux sites.

Relevés phytosociologiques

Les relevés phytosociologiques sont réalisés grâce à des placettes permanentes de 10 x 10 m parcourues chaque année à la même période afin d'évaluer la recolonisation de la végétation après brûlage.

Résultats

Site 1 (Figure 26)

Opération de brûlage

Le brûlage dirigé de la première zone a été effectué le 7 novembre 2013, sur une surface de 6 ha à 1 160 m d'altitude (Figure 26). Une visite préalable à la mise en œuvre de brûlages dirigés a été organisée par l'ONF en présence de représentants de l'ONCFS, de l'OEC, du CBNC, du Service départemental d'incendie et de secours (SDIS) 2B et du Conseil général 2B, le 3 octobre 2013 (ONF, 2013 ; OEC, 2013).

Figure 26



Haut de la zone brûlée (A) ; bas de la zone brûlée (B) sur le site 1.

Résultats des relevés phytosociologiques

Le premier site est caractérisé par la présence d'une fruticée supraméditerranéenne dominée par le genêt de Salzman et le brachypode penné. La pierrosité est très forte sur le site qui correspond à des arènes rhyolitiques. Un premier relevé phytosociologique a pu être effectué en octobre 2013, juste avant le traitement de la parcelle en brûlage dirigé, qui est considéré comme témoin. Le deuxième relevé a été réalisé au mois de juin 2014 (premier relevé après brûlage) puis tous les ans à la même période jusqu'en 2021 inclus (Pietri et Panaïotis, 2021).

Les relevés phytosociologiques réalisés font ressortir une variation dans la dominance des espèces : le brûlage réduit dans un premier temps fortement la présence des espèces de la fruticée initialement présentes (passant de 40 % à 8 %), sans impacter la strate herbacée qui est presque autant recouvrante (passant de 50 % à 40 %). L'espèce qui profite le plus de ce brûlage est le Brachypode rameux (*Brachypodium retusum*) avec la Carlina dorée (*Carlina corymbosa*). La fruticée atteint un recouvrement proche de l'état témoin (50 %) au bout de huit ans avec une légère diversification, corrélée à une baisse du recouvrement des espèces dites herbacées.

La diversité de la ressource ne varie quasiment pas au bout de huit ans, une hausse temporaire de l'abondance de plusieurs espèces pendant 4-5 ans est néanmoins observée. Pour faire le lien avec la valeur pastorale⁵, l'indice spécifique pastoral (Isp)⁶ est indiqué pour différentes espèces. On peut citer le Brachypode rameux qui est adapté à une réponse après brûlage par son mode de régénération végétatif mais avec un indice pastoral très faible de 1. Les espèces compagnes sont la flouve odorante (*Anthoxanthum odoratum*), le catapode (*Micropyrum tenellum*), la vulpie (*Vulpia myuros*), la grande amourette (*Briza maxima*) toutes avec une valeur Isp de 1. Seule la Petite pimprenelle présente une Isp de 4. C'est une chaméphyte en rosette (et non une graminée) qui atteint des valeurs d'abondance de 5 à 12 %, 2-3 ans après le brûlage, mais cela reste une offre pastorale de toute façon très faible pour les animaux. L'abondance du plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*) est elle aussi légèrement favorisée pendant quelques années mais son Isp est de 1.

Résultats des suivis de la fréquentation du mouflon

Ces deux méthodes de suivi (*scan sampling* et pièges photographiques) n'ont pas permis d'obtenir un échantillonnage suffisant pour conclure sur les effets des brûlages dirigés pour le mouflon.

Site 2 (Figure 27)

Figure 27



Vue de la zone brûlée sur le site 2.

5 - La valeur pastorale de la végétation consiste à donner à l'herbage un indice global de qualité, en tenant compte de sa composition floristique (diversité et biomasse) et de la valeur relative des espèces (De Vries, 1950 ; Klapp 1954).

6 - La valeur relative des espèces se définit en attribuant à chacune d'elle un indice de qualité spécifique (Isp) ou coefficient de valeur, variant de 0 à 10 ; cet indice a été déterminé pour un certain nombre d'espèces, grâce à l'interprétation de nombreuses données : vitesse de croissance, valeur nutritive, valeur fourragère (unité fourragère), appétibilité, saveur, assimilabilité, digestibilité, etc. (Daget et Poissonet 1971, 1991).

Opération de brûlage

Le 20 octobre 2015, une deuxième zone a fait l'objet de travaux d'ouverture (Figure 27). Elle est située à proximité de la première, sur l'autre rive du cours d'eau Tassineta, à 1 300 m d'altitude. Une expertise du CBN a été réalisée en octobre 2015 avant brûlage (Hugot et Panaïotis, 2015).

Résultats des relevés phytosociologiques

Le deuxième site a été traité deux années après le premier brûlage avec un avis assez défavorable du CBNC par rapport à la potentialité pastorale encore plus faible que le premier site due à une très forte pierrosité, quasiment assimilable à des éboulis rhyolitiques stabilisés, sur des pentes plus ou moins importantes. La zone est caractérisée par la présence d'une fruticée supraméditerranéenne dominée par le genêt de Salzman et l'immortelle d'Italie. Sur ce site, il n'y a pas eu de relevé phytosociologique avant le brûlage dirigé, seuls les relevés post brûlages ont été réalisés (voir Pietri et Panaïotis, 2021). L'absence d'un relevé témoin ne permet pas de bien appréhender la résilience des espèces de la fruticée comme décrit pour le premier site, mais le suivi annuel permet de montrer son évolution : au bout de 6 ans, la fruticée n'a pas atteint le recouvrement d'avant le brûlage, niveau qu'elle atteindra certainement dans 2-3 ans.

Pour les espèces potentiellement pastorales, l'augmentation de l'abondance du fromental (*Arrhenatherum elatius*) au bout de 2-3 ans après le brûlage est encourageante (Isp de 3) mais s'estompe rapidement. C'est une plante cespiteuse (hémicryptophyte) qui réagit bien au brûlage (comme le Brachypode, ici le brachypode rameux) par multiplication végétative. Par contre, ses feuilles restent sous couvert des plantes structurantes de la fruticée et ne semblent que très peu accessibles à la dent du bétail. Les graminées annuelles (*Micropyrum tenellum* ou *Briza maxima*) ont un cycle très court et offrent très peu de matière consommable pour les ongulés.

Résultats des suivis de la fréquentation du mouflon

Le suivi par *scan sampling* n'a pas permis d'obtenir un échantillonnage suffisant pour conclure sur les effets des brûlages dirigés pour le mouflon.

Bilan et perspectives

La gestion des habitats peut constituer un levier intéressant pour la conservation des mouflons confrontés à la perte d'habitat (Khorozyan *et al.*, 2009 ; Talibov *et al.*, 2009 ; Bleyhl *et al.*, 2018). La problématique de gestion des milieux naturels par le feu s'avère très complexe du fait des nombreuses interactions existantes entre les *patterns* de végétation observés après incendie, les conditions préexistantes (substrat, état de la banque de graine, connectivité biologique avec des zones refuges, historique pastoral...), les particularités mêmes du feu (nature, durée, intensité, distribution spatiale, période...) ainsi que des conditions climatiques et biotiques après. Les opérations d'ouverture du milieu dédiées au Mouflon de Corse menées en 2013 et 2015 ont fait l'objet de suivis phytosociologiques réalisés par l'Office de l'environnement de la Corse et de suivis de fréquentation des animaux réalisés par l'ONF. Le bilan est mitigé. Le sol très superficiel sur les deux sites étudiés constitue le frein essentiel au développement d'une ressource pastorale intéressante sur le plan qualitatif. D'après Médail et Quézel (2003), on ne peut être catégorique sur l'impact négatif du feu sur la végétation. Cependant, ces mêmes auteurs insistent sur le fait que le caractère répétitif de l'incendie sur une zone donnée conduit à d'importants dysfonctionnements des biocénoses. Les compartiments les plus sensibles à ces phénomènes concernent directement les mécanismes de la pédogénèse. Or, c'est précisément cette dernière qui conditionne l'expression et l'évolution de toute végétation. C'est également sur celle-ci que nous possédons le moins de possibilités « d'intervention », si ce n'est en gérant le temps sur d'autres échelles que celles considérées actuellement. Ainsi, la résilience de ces communautés végétales dépendra en partie des caractéristiques spatiales des zones brûlées car ces dernières vont lourdement peser sur les patrons de recolonisation et l'expression de la diversité biologique (Médail et Quézel, 2003). Ces auteurs conseillent alors que les brûlages dirigés ne se pratiquent que sur sols profonds, bénéficiant d'un couvert herbacé réel, en condition de faible déclivité. Les chantiers opérant souvent en plusieurs passages, un traitement sous la forme d'une mosaïque est envisageable. Il faciliterait les phénomènes de recolonisation et limiterait l'érosion en maintenant une certaine connectivité des zones brûlées avec les secteurs intacts.

L'approche par l'unique composition floristique n'est donc pas idéale dans le sens où des perturbations peuvent affecter les fonctions de l'écosystème sans pour autant provoquer de changements notables de la richesse spécifique ou de la composition floristique de la communauté. Néanmoins, les travaux de Trabaud et Galtié (1996) dans le massif des Aspres (Pyrénées Orientales), ont montré, que sur un pas de temps de 50 ans, une fréquence réduite d'incendies (1 à 2 durant cette période) génèrait une grande diversité de communautés végétales. À l'opposée, des feux récurrents conduisent à leur homogénéisation.

Une étude comparative en Corse, issue d'une approche phytosociologique entre zones brûlées et témoins a été menée sur les fruticées montagnardes d'âges et de structures différentes à l'aide de différents indicateurs (indices de diversité, valeurs pastorales...); (Bonnemaison, 2008). Bien qu'aucune différence de richesse spécifique ne soit observée, une évolution significative des cortèges floristiques apparaît. On note systématiquement une augmentation de la ressource fourragère mais une dégradation sévère de la qualité pastorale des milieux et une érosion notable des sols suite au brûlage dirigé. Des questions se posent quant à l'impact à long terme de telles démarches étendues à de plus grandes surfaces.

Finalement, le broyage des végétaux ou le débroussaillage (réalisés dans le cadre de la ZAL par exemple) pourraient présenter moins d'inconvénients que le brûlage. Néanmoins, si cette dernière technique doit être utilisée au profit du Mouflon de Corse, les sites doivent être bien choisis (problème de pierrosité) et une optimisation par une amélioration pastorale avec nos espèces locales peut être envisagée. En effet, une cellule de travail s'est penchée sur la problématique d'amélioration de la valeur pastorale des fruticées supraméditerranéennes et montagnardes. Un projet d'ensemencement des zones ouvertes par des espèces fourragères locales porté par l'OEC est en cours. Cette expérimentation n'a pas pu être mise en place ici, mais des essais sont à l'étude.

La concurrence avec les bovins devra également être appréciée pour que cette amélioration pastorale profite avant tout au mouflon. En effet, un autre aspect de la gestion du milieu est à prendre en compte, celui de la compétition interspécifique avec les grands troupeaux, chèvres et brebis, et celle avec les bovins qui accentuent la dégradation des écosystèmes montagnards par un piétinement important. Sur le plan de la ressource, le nombre d'unités fourragères se réduit au fil des ans. Il sera nécessaire, dans les années futures, de mettre en adéquation le potentiel alimentaire (calcul de la valeur pastorale par des indices pastoraux par exemple) des territoires avec la pression exercée par l'ensemble des ongulés (sauvages et domestiques) qui le parcourent.

Figure 28



© ONF

Action de brûlage dirigé dans la vallée d'Asco (Tassineta).

Actions de communication

Des plaquettes d'information en cinq volets, ont été conçues, sur les RCFS d'Asco, de Tartagine et d'Omita par les agents de la cellule technique de l'OFB et de l'ONF, en collaboration avec la société M7 création. Cette action était inscrite aux plans de gestion des RCFS (Figure 29).

Figure 29



Plaquettes d'information des RCFS de Tartagine et d'Asco.

Réseau Natura 2000

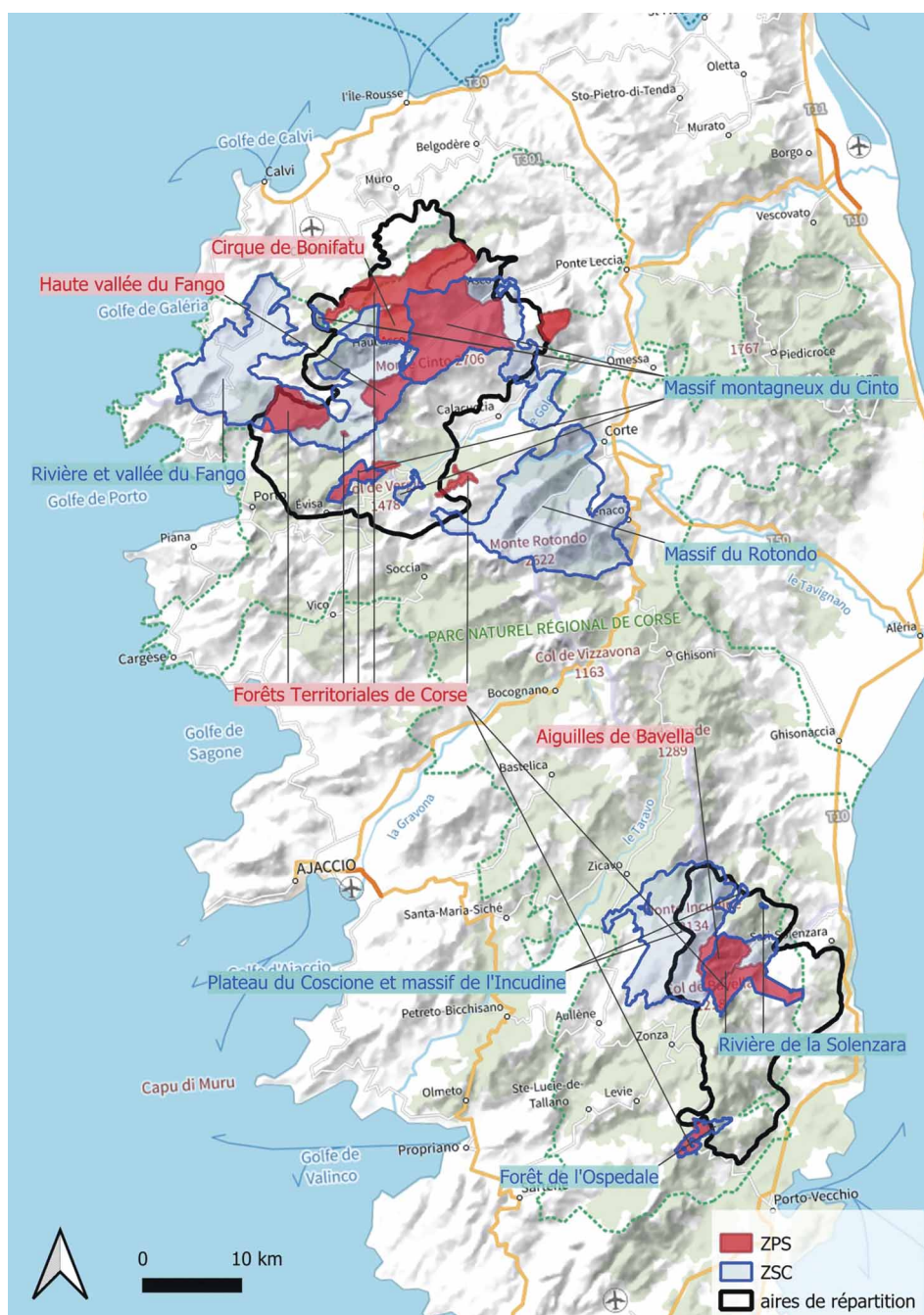
Le réseau Natura 2000 est un réseau européen de sites naturels ou semi-naturels ayant une grande valeur patrimoniale, par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils hébergent, dont la conservation est assurée seulement par voie contractuelle. À ce titre, ce réseau a vocation à jouer un rôle important pour la conservation et le développement des populations de Mouflon de Corse. Plusieurs pistes de travail ont été développées afin d'améliorer la prise en compte de l'espèce sur les sites Natura 2000 situées dans ou à proximité de l'aire de répartition actuelle de l'espèce (Figure 30) :

- considérer l'espèce comme un enjeu prioritaire dans les Documents d'objectifs (DOCOB) ;
- mettre en œuvre des mesures pour assurer la quiétude des animaux ;
- proposer des mesures de gestion permettant le développement de l'espèce ou la recolonisation des sites ;
- mettre en œuvre des actions d'information et de sensibilisation du public et des scolaires sur l'espèce ;
- soutenir les actions régionales d'étude et de recherche.

Un tableau rassemblant les différents sites Natura 2000 pour lesquels une ou plusieurs fiches actions concernent directement ou indirectement le Mouflon de Corse est présenté dans Benedetti *et al.*, (2019). Sur les zones qui croisent l'aire de répartition des deux noyaux de population, l'ensemble des partenaires, membres du Groupe grands ongulés (GGO), participe aux réunions de comité de pilotage. L'OFB apporte son expertise et contribue à la rédaction des fiches action sur le mouflon et les espèces dont la problématique est liée (p. ex. le gypaète barbu).

De 1996 à 1998, Réserves naturelles de France a coordonné un programme LIFE Nature visant à mettre au point une méthodologie de rédaction et d'animation des Documents d'objectifs Natura 2000 impliquant des sites pilotes dont le site d'Asco a fait partie. La réflexion menée dans le cadre de cette opération expérimentale LIFE Nature 2000 « mise au point de documents d'objectifs » a généré de nombreux échanges entre la mairie d'Asco et l'ONC. La visite de Mme Dominique Voynet, ministre de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement en Octobre 1997, a constitué une nouvelle occasion de réfléchir à l'évolution souhaitable des activités de la RCFS. Trois projets sont alors décrits ; la construction de la maison du mouflon (après obtention du permis de construire) achevée en 2002 ; le changement de statut de la Réserve en Réserve nationale de chasse et de faune sauvage (jamais abouti) ; le renforcement des activités techniques et scientifiques sur la Réserve. Pour la réalisation de ces projets, le Maire d'Asco fait la demande par courrier en 1998 (sans succès), d'affecter un agent ONC supplémentaire en résidence personnelle dans le village d'Asco pour une meilleure visibilité des actions au sein du territoire.

Figure 30



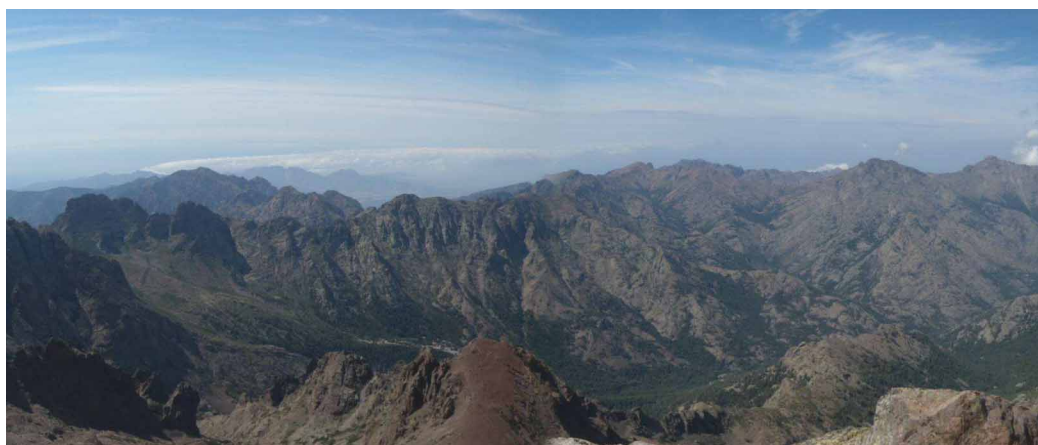
Cartographie croisant les aires de répartition du Mouflon de Corse et le réseau Natura 2000.

Bilan et perspectives

Depuis la création des RCFS, à Bavella en 1950, par le conservateur des eaux et forêts de l'époque sur le territoire de la forêt domaniale, puis en 1953 pour la RCFS d'Asco, à l'initiative du maire d'Asco, M. Jean-Vitus Guerrini, en forêt communale, ces espaces ont joué un rôle essentiel dans la conservation des espèces et notamment du mouflon. Sans ces initiatives courageuses et avant-gardistes pour l'époque, les Mouflons de Corse auraient probablement disparu. Toutes les opérations engagées, de surveillance, d'éducation à l'environnement, de recherche ont permis de mettre en œuvre une stratégie de conservation et de développement forte sur ces écosystèmes fragiles et de nombreuses autres espèces remarquables (mouflon, gypaète barbu, sittelle corse, chat sauvage, batraciens, odonates, chiroptères...).

Dans le cadre de l'élaboration de la Stratégie de création des aires protégées (SCAP) validée par le ministère chargé de l'écologie le 6 mars 2012, les RCFS de Corse, Asco et Tartagine qui représentent près de 6 000 ha, ont été considérées comme prioritaires, notamment en raison de programmes de recherche à long terme, sur des espèces à forte valeur patrimoniale qu'ils peuvent accueillir. Ces réserves constituent des zones de forte richesse écologique pour la Corse, et ont été identifiées comme des « Projets potentiellement éligibles » (PPE) pour intégrer cette stratégie. En outre, les programmes régionaux de suivi, de recherche et de développement dont elles sont de véritables supports, ont mis en lumière l'évidente continuité écologique qu'il peut exister entre ces territoires, tous deux situés en zone Natura 2000. À ce titre, une proposition de création de Réserve naturelle de Corse pour ces deux RCFS a été formulée par le directeur général de l'ONCFS, à destination du président du conseil exécutif de la Corse, le 5 décembre 2012 (Poly, 2012).

En 2022, les pressions que subissent ces espaces naturels sont très fortes, les activités récréatives dites de « pleine nature » occasionnent des perturbations croissantes. Le dérangement y est présent tout au long de l'année contrairement aux décennies précédentes où il était concentré en période estivale. Le changement climatique dont les effets n'ont pas encore été tous mesurés, perturbe encore plus les écosystèmes tandis que les moyens des établissements publics nationaux nécessaires à la gestion de ces espaces se réduisent. Il est indispensable d'engager aujourd'hui une collaboration opérationnelle forte avec les institutions régionales compétentes de la Corse, afin de respecter les enjeux internationaux sur la protection de la biodiversité.



© PNRC



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- Les RCFS d'Asco (1953), Tartagine (1994) et Bavella (1950) ont été des éléments majeurs de la conservation des deux populations de Mouflon en Corse.
- Des opérations d'ouverture du milieu par la méthode du brûlage dirigé ont été menées entre 2006 et 2015 au cœur de la RCFS et de ses zones mitoyennes. Les évaluations réalisées quant aux bénéfices pour le Mouflon ont été insuffisantes, elles n'ont pas permis de confirmer la pertinence de ces travaux (forte dégradation du sol dans les zones pentues par perte importante de substrat).
- Les effets du brûlage dirigé sur ces écosystèmes très fragiles sont peu probants. Les interventions manuelles d'ouverture du milieu ne dégradant pas les sols (ZAL) sont par contre favorables à l'espèce en termes de déplacement et de disponibilité alimentaire.
- Les trois RCFS de Corse, Asco, Tartagine et Bavella ont été considérées comme prioritaires et identifiées comme des « Projets potentiellement éligibles » (PPE) dans le cadre de la Stratégie de création des aires protégées (SCAP) en 2012. Ces sites font partie de ceux qui cumulent le plus d'indicateurs écologiques de l'Île.
- La Stratégie nationale pour les aires protégées (SNAP), publiée en janvier 2021, pourrait permettre d'envisager l'évolution statutaire de ces réserves vers un statut de protection forte.





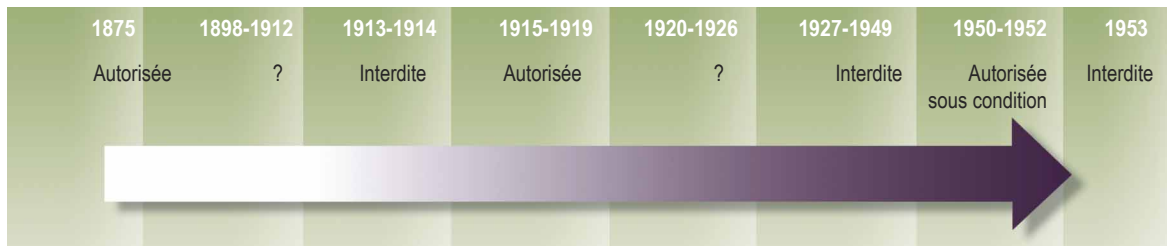
3 – Évolution statutaire et menaces pour l'espèce

Historique

L'histoire de la réglementation de protection du mouflon en Corse reste à ce jour mal connue et fait l'objet d'interprétations diverses souvent inexactes.

Une reconstitution historique sur la base de consultation d'archives a été réalisée (Figure 31 ; Dubray, 1984c, 1985b) de laquelle il ressort que la préoccupation de protection réglementaire du mouflon en Corse est ancienne et remonte au moins à 1913. Depuis cette date, les périodes d'ouverture officielle de la chasse de l'espèce ont été courtes et rares, et lorsque la chasse a été autorisée, on s'est préoccupé de limiter la durée de ces périodes. La protection totale de l'espèce a débuté en 1953, après une période de chasse « limitée » instauré en 1950.

Figure 31



Chronologie relative à la réglementation de la chasse du Mouflon en Corse.

La chute drastique des populations a débuté dans les années 1920 ; après le retour des soldats de la Première Guerre mondiale nombre des jeunes gens ayant survécu à la Grande Guerre sont revenus avec leur mousqueton (fusil Lebel équipant l'armée française). Cette arme dont ils avaient appris à se servir, dans les tranchées permet d'atteindre une cible avec précision à plusieurs centaines de mètres de distance. Rien de comparable avec les mousquets qu'il fallait charger par la gueule de poudre noire et qui émettaient plus de fumée qu'ils n'apportaient de précision (P. Benedetti, comm. pers.).

Dans le livre de la chasse en Corse (Simonpoli, 1995) dans lequel il est consacré une vingtaine de pages au Mouflon de Corse et plus particulièrement de Bavella, on trouve des mentions intéressantes à ce sujet :

« Il faut distinguer deux chasses bien différentes, la battue et l'approche. Dans les villages situés en bordure des zones occupées par le mouflon (Zonza, Conca) on organisait régulièrement des battues pareilles à celles que l'on fait pour le sanglier. »

« La viande du mouflon n'est pas considérée comme une nourriture de choix, l'animal est trop sauvage et on lui préfère généralement celle du mouton ou de la chèvre. »

« Si le discours dominant affirme avec force la nécessité de la conservation d'une bête érigée en symbole d'un patrimoine naturel et culturel menacé, l'idée des chasseurs concernés est que le mouflon reste le plus beau, le plus noble des gibiers. Ils n'ont aucun discours à opposer à celui du protecteur, et même, ils conviennent volontiers que le bon sens est de son côté. Mais voilà, le mouflon reste la plus belle invitation au sauvage. »

■ Du statut de gibier à celui d'emblème

Le recueil de textes historiques relatifs au mouflon en Corse de 1531 à 1960 (Dubray et Roux, 1985) retranscrit le statut emblématique que l'espèce représente sur l'île mais aussi sa disparition au fil des années.

« C'est contre l'imaginaire que se constitue, au cours du siècle précédent, la représentation d'animal symbole. De l'imaginaire au symbolique, il y a un retournement des représentations, qui fait passer la bête de l'identité de gibier à celle de symbole patrimonial. » Citation de P. Simonpoli dans la Chasse en Corse.

Pour les Corses, le mouflon, animal sauvage de la montagne dont la liberté conditionne son existence, doit sa survie au travers du symbole qu'il représente dans l'imaginaire de ceux qui le chassaient (P. Benedetti, comm. pers.). Cette position symbolique n'a pas bénéficié au cerf de Corse, le dernier individu de cet espèce ayant disparu en 1969 sous les projectiles d'un braconnier, sur le domaine de Pinia.

Statuts de protection

Pendant longtemps, le Mouflon de Corse (*Ovis gmelini musimon var corsicana*) présentait un statut ambigu, caractérisé par une contradiction réglementaire entre droit français et droit européen. Dans le droit européen, le Mouflon de Corse, qui est différencié du mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.), est désigné sous le terme d'*Ovis ammon musimon* (populations naturelles de Corse et de Sardaigne). Il est inscrit sous «*Ovis gmelini musimon (Ovis ammon musimon)* (natural populations – Corsica and Sardinia)» aux annexes II et IV de la Directive Habitats. Il est par ailleurs inscrit à l'annexe III de la convention de Berne sous l'appellation *Ovis aries (musimon, ammon)*. Enfin, il n'apparaît plus dans l'annexe de la convention de Washington (CITES, *Convention on International Trade of Endangered Species*) et il n'est pas pris en compte dans la liste rouge des espèces menacées de l'UICN même s'il est mentionné dans la fiche concernant le Mouflon asiatique *Ovis gmelini* (Michel et Ghoddousi, 2020). Ces appellations différentes pour désigner la même espèce (ou groupe d'espèces) révèlent bien le flou qui règne quant à la classification du genre *Ovis*. Au niveau national, le mouflon (de Corse et méditerranéen) avait le statut d'espèce gibier dont la chasse est autorisée. Il est soumis au plan de chasse obligatoire depuis 1978. En Corse, sa protection reposait donc uniquement sur l'interdiction de tir datant de 1953, mentionnée chaque année dans l'arrêté d'ouverture de la chasse. En outre, une instruction ministérielle datant du 10 février 1989 interdit aux préfets "toute délivrance d'autorisation de transport de mouflons vivants à destination de la Corse". Son statut de protection réglementaire était de ce fait pratiquement nul.

Pourtant, la préoccupation d'améliorer la gestion patrimoniale du mouflon en Corse n'est pas nouvelle. Ainsi, dès 1950, une décision ministérielle est actée (arrêté du 24 juin 1950) pour la création d'un « Parc national » de mouflons dans le domaine de Sambucco et la forêt de Bavella, à l'initiative de la fédération départementale des chasseurs. C'est avec l'appui de M. François Vidron, conservateur des Eaux et Forêts, secrétaire général du Conseil supérieur de la chasse que la Réserve de chasse, dont l'objet était de protéger le mouflon, vit le jour en 1950.

Deux mesures décisives vont alors être prises pour assurer la survie du Mouflon Corse :

- la création des réserves de chasse de Bavella (1950) et d'Asco (1953) afin de servir de zone de refuge aux derniers Mouflons de Corse ;
- l'interdiction de chasser des mouflons en Corse (1953).

D'après Pfeffer, en 1963 il ne restait que 50 animaux dans chaque population : « il conviendrait de tout mettre en œuvre pour que les deux plus importants noyaux, ceux de Bavella et d'Asco, soient protégés sérieusement, ce qui, nous l'affirmons sans hésitation, n'a pas été réellement fait jusqu'à présent. Il suffirait d'ailleurs de peu de choses et en particulier de quelques mesures d'ordre administratif. En effet, contrairement à une opinion répandue, la population locale serait dans l'ensemble toute prête à respecter le mouflon, au moins à l'intérieur des réserves, si l'exemple venait d'en haut et si elle était convaincue que le règlement est appliqué sans discrimination ». D'après lui, la présence de deux gardes à l'intérieur des réserves (Asco et Bavella) ayant à cœur la protection de la faune et bénéficiant de l'appui de l'administration, suffiraient pour modifier considérablement la situation.

Il faudra attendre mars 2019, pour que soient réunies les conditions de sa protection totale. Les institutions de la Corse (OEC), en s'appuyant sur les données obtenues par les travaux de recherches entrepris par l'ONCFS et ses partenaires, PNR, ONF, Laboratoires d'analyses départementaux... obtiennent avec la collaboration de la DREAL de Corse, la modification de l'arrêté ministériel listant les espèces protégées en France, en y inscrivant « les spécimen des populations naturelles du territoire de la collectivité de Corse » (article 2 de l'arrêté du 1^{er} mars 2019 n°0064 ; voir annexe 5).

Cette décision constitue le 1^{er} levier réglementaire qui permet désormais d'engager une politique de conservation de l'espèce sur l'île.

Différentes menaces pour l'espèce

À travers les différentes études menées depuis près de 50 ans, plusieurs menaces ont été identifiées :

- les menaces liées aux activités anthropiques ;
- les menaces liées à la dégradation de son écosystème ;
- les menaces biologiques.

■ Menaces liées aux activités anthropiques

La Corse est au cœur des changements globaux qui touchent les écosystèmes méditerranéens. L'île de beauté constitue à ce titre un territoire d'étude privilégié pour mieux comprendre les effets de ces changements sur la faune sauvage, et le Mouflon de Corse s'y impose comme un modèle d'étude de choix. En effet, plusieurs milliers de personnes parcourent chaque année le GR 20 (100 000 en 2021, P. Benedetti. comm. pers.), qui se situe au cœur de l'aire de distribution nord de la population de mouflons (Cinto). Le dérangement constitue une contrainte majeure, en particulier durant la période estivale. Plusieurs études ont montré que les activités de pleine nature pouvaient avoir une incidence directe sur la sélection d'habitat des grands herbivores (Ciuti *et al.*, 2012; Duparc, 2016 ; Duparc *et al.*, 2017 ; Marchand *et al.*, 2014a et b ; Martinetto et Cugnasse, 2001; Benoist *et al.*, 2013). On observe par ailleurs chez plusieurs espèces un comportement d'évitement vis-à-vis des routes (Bonnot *et al.*, 2013 ; Ciuti *et al.*, 2012 ; Eldegard *et al.*, 2012 ; Marchand *et al.*, 2017).

L'augmentation des activités de pleine nature participe à l'influence croissante que l'homme a sur la faune sauvage (Wheaton, 2010), y compris dans des milieux longtemps épargnés en raison de leur difficulté d'accès. Quelle que soit l'activité pratiquée, les animaux vont bien souvent répondre à la présence de l'homme en modifiant leur comportement (Frid et Dill, 2002). Si la réponse la plus connue est la fuite, des réponses moins immédiates peuvent aussi être mises en place, comme un report des activités aux heures ou dans les habitats les moins exposés à ce qui est perçu par l'animal comme un danger potentiel (voir Partie A : Études et recherches / Chapitre 4 ; Sanchis, 2018 ; Miller *et al.*, 2001 ; Knight et Gutzwiller, 2013 ; Marchand *et al.*, 2015a). Ces modifications comportementales peuvent avoir des effets délétères sur certaines composantes (reproduction, survie) de la valeur sélective des individus (French *et al.*, 2011).

Les perturbations d'origine anthropique peuvent aussi s'exercer à travers les infrastructures notamment sentiers, pistes, routes qui vont contraindre certains animaux dans leur déplacement et le positionnement de leurs domaines vitaux (Ciuti *et al.*, 2012 ; Marchand *et al.*, 2016).

Compétitions interspécifiques

On estime que 40 % de la surface de la terre serait cultivée ou pâturée (Foley *et al.*, 2005), parfois de façon très intensive, avec dans certaines zones une compétition accrue sur les ressources entre faune sauvage et faune domestique (Mysterud, 2006). Au sein des écosystèmes, les individus sont contraints de partager les ressources en interagissant en permanence avec les espèces qui composent la communauté. Ces interactions peuvent entraîner parfois la mise en place de mécanismes de compétitions interspécifiques lorsque les ressources sont limitées (Ricklefs et Miller, 2000 ; Sanchis, 2018). Dans ces conditions, la densité d'animaux présente sur le territoire impacte directement les paramètres démographiques de la population (Bonenfant *et al.*, 2009) et peut modifier la distribution spatiale des animaux qui la composent (Fretwell et Lucas, 1969; Rozen-Rechels *et al.*, 2015 ; Sanchis, 2018).

Les populations de Mouflons de Corse partagent leurs habitats avec d'autres espèces d'ongulés sauvages ou domestiques (brebis, chèvres, vaches, porcs, sangliers et plus localement cerfs...), ce qui entraîne une compétition potentiellement forte, en particulier entre des espèces de taille similaire (Pfeffer et Settimo, 1973 ; Gonzales, 1986 ; Heroldova, 1996 ; Bertolino *et al.*, 2009 ; Darmon *et al.*, 2012 ; Miranda *et al.*, 2012 ; Chirichella *et al.*, 2013 ; Redjadj *et al.*, 2014 ; Centore *et al.*, 2018 ; Brivio *et al.*, 2022). Cette promiscuité de la faune domestique peut également être à l'origine de transmission de pathogènes.

En Corse, les dernières décennies ont enregistré une modification des activités agricoles et pastorales de montagne. La conduite des élevages est très différente de celle rencontrée autrefois. Aujourd'hui les troupeaux

sont certes moins nombreux mais généralement composés de nombreuses têtes, il n'est pas rare pour les caprins, qu'un troupeau soit constitué de 400 à 800 individus. Les bovins posent un réel problème écologique, car il s'agit le plus souvent d'animaux divagants, qui partagent plus ou moins les mêmes écosystèmes que les mouflons, tout au long de l'année auxquels s'ajoutent les ovins en estive d'avril à fin octobre. L'ensemble de tous ces animaux impactent fortement la biomasse végétale et leur piétinement, notamment celui des bovins, entraîne également une forte dégradation du sol.

Atteinte physique, destruction et braconnage

Les moyens dédiés à la police de la chasse orientés vers la répression du braconnage du mouflon sont très faibles et totalement insuffisants. Les inspecteurs de l'environnement en service à l'OFB sont malheureusement les derniers agents pouvant intervenir *in natura* dans ce domaine.

Les actes de braconnages, contrairement à ce qui s'observait autrefois, n'ont pas pour objectif principal la venaison. Ils sont souvent considérés d'opportunistes, à l'occasion d'une battue aux sangliers, le mouflon étant tiré lorsqu'il passe au poste de chasse. Mais il ne faut pas négliger le tir pour le trophée, qui est toujours le fait, dans certains secteurs, de chasseurs malveillants. Ce phénomène a été pendant longtemps contenu mais il connaît une forte recrudescence depuis une dizaine d'années (2012). Des renseignements corroborés par compte rendu confirment malheureusement que de tels actes perdurent dans certains secteurs (Tableau 10).

Tableau 10

Quelques actes de braconnages référencés entre 1978 et 2021 (liste non exhaustive)

Origine du signalement	Date du compte rendu	Auteur du compte rendu	Commune	Sexe	État	Remarques
Non renseigné	1978	G. Demeautis	Secteur Lonca	-	Cachés intacts	
Non renseigné	1978	G. Demeautis	Secteur Lonca	-	Cachés intacts	
Randonneurs	5/09/2012	M. Picart, Chef de brigade de Porto-Vecchio	Zonza	F	Absence de la tête	Deux très jeunes mouflons sont présents près de la dépouille lors de l'arrivée des agents
Agent territorial	7/02/2013	Agent territorial	Quenza / Prugna	-	Mouflons pris en chasse lors d'une battue	-
Habitants de Quenza	Mars 2013	M. Picart	Quenza	M	Disparition suspecte d'un vieux mâle	-
Agent ONF	Automne-hiver 2015	Témoignage agent ONF	Chemin Paliri	-	-	Trace de sang et de poils d'un animal tiré
Personne privée	Saison de chasse 2015-2016	Pierre Benedetti	Ste-Lucie-de-Porto-Vecchio	-	-	Plusieurs témoignages de braconnage concordant dans cette région
Randonneurs	Saison de chasse 2015-2016	chef de brigade Bastia	Crêtes du Fiumorbu	-	-	Deux mouflons mâles tués par des chasseurs qui ramenaient les dépouilles
Personne privée	Saison de chasse 2015-2016	Pierre Benedetti	San Gavinu di Carbini	-	-	Plusieurs témoignages de braconnage concordant dans cette région dus aux chasseurs de sangliers
Agent de l'Office d'équipement hydraulique de Corse (OEHC)	27/07/2019	JB M.	San Gavino di Carbini	M	Tué par des tirs de chevrotine	Cornes sciées
Non renseigné	24/07/2020	Non renseigné	Zonza	M	Morsures de chiens plus tir à la chevrotine	-
Randonneurs	8/02/2021	Randonneurs	Albertacce	M	Tué par des chiens	-
Randonneuse	27/09/2021	Randonneuse	Zonza	-	-	-

Autres destructions

De nombreuses pratiques sportives ou de randonnée font l'objet d'une promotion importante. Elles font fi des équilibres et de la préservation des écosystèmes de la montagne corse. Les images diffusées sur les réseaux sociaux prouvent que des approches volontaires ou involontaires perturbent très fortement la quiétude des animaux. En hiver, sur des zones qui étaient autrefois peu fréquentées, une pression de plus en plus forte se fait sentir. Les mouflons à cette époque de l'année sont généralement amaigris par une disette automnale puis hivernale. Après un épisode neigeux, les randonneurs en quête d'aventure sportive, sont souvent accompagnés de leurs chiens. Ces derniers occasionnent des destructions que nous jugeons maintenant importantes. L'espèce ayant des difficultés de progression dans la neige, il est très facile pour un chien de mordre un animal amaigri, ce qui occasionne la plupart du temps sa mort. Les témoignages outrés qui sont relatés par la presse évoquent, la plupart du temps, une mortalité par armes à feu. Nos constatations diverses contredisent généralement ces affirmations, sans toutefois nier les actes de braconnage, les décès sont souvent occasionnés par des morsures de chiens. Ce phénomène ne connaît plus de limites, il pourrait devenir une des raisons majeures affectant la dynamique de population de l'espèce (P. Benedetti comm. pers.).

Chasse

La chasse constitue dans certains secteurs le principal dérangement des populations de mouflons. Celle qui cause le plus de perturbations est celle de la chasse du sanglier aux chiens courants. Ces derniers souvent mal créancés prennent la voie des mouflons et les poursuivent dans une criée bruyante. Quelques fois, les chiens arrivent à capturer les animaux âgés ou affaiblis. Pour tenter d'atténuer l'impact de cette pratique, les partenaires du LIFE (2004-2007) avaient initié un projet de convention avec les fédérations départementales de chasse. Ce « code de bonnes pratiques », prévoyait également l'implication des chasseurs volontaires dans la surveillance des populations de mouflons et dans les actions de sensibilisation menées sur l'espèce (Rieu, 2007a, b). Le peu de résultats observés depuis 15 ans montre que ces recommandations ne semblent pas avoir trouvé d'échos.

Demandes de chasse

Des demandes ont été faites auprès de l'ONCFS pour organiser la chasse dite "sportive" du mouflon sur l'île. Cette chasse dite « sportive » était destinée plus spécialement à un tourisme « haut de gamme », transposant ainsi en Corse, ce qui se fait à l'étranger, dans des pays où la réglementation, l'approche sociologique, ne sont pas encadrées comme en France, dans un esprit de chasse « populaire ».

Les organisations publiques de la chasse en Corse, que sont la fédération régionale et les deux fédérations départementales en Corse n'ont jamais appuyé ce type de projets. Ces derniers accompagneront d'ailleurs, en 2019, le dossier de classement des Mouflons de Corse comme espèce protégée.

Aujourd'hui, le Mouflon de Corse est inscrit sur la liste des espèces protégées au niveau national, sur la base des travaux scientifiques engagés depuis plus de 40 ans. Ce statut, obtenu à la demande de l'ensemble des partenaires siégeant au Groupe grands ongulés et après l'avis du Conseil national de la protection de la nature (CNPN), lui confère le plus haut niveau de protection.

Loisirs motorisés

Les activités motorisées dans les espaces naturels représentent depuis quelques années une attraction croissante. Le dérangement de la faune sauvage causé par ces activités est devenu de plus en plus préoccupant (exemple Bavella). En 2005, la Direction régionale de l'environnement (DIREN) et l'OEC avaient initié un travail d'ampleur sur la circulation des véhicules à moteurs dans les espaces naturels. Un groupe de travail réunissait les partenaires du LIFE mouflon pour tenter de limiter l'impact des loisirs motorisés sur le massif de Bavella, choisi à l'époque comme site pilote. Ce groupe de travail était animé par l'ONF, qui avait commencé à entreprendre des négociations auprès des élus locaux et des professionnels, afin de parvenir à la signature de convention d'usage (Rieu, 2007a et b). Ce code de bonne pratique a été un échec car à ce jour (2021), cette pratique s'est étendue à l'ensemble des massifs de Corse.

Randonnée pédestre

Au-delà des itinéraires classiques, le développement de circuits de randonnée hors sentiers s'est également accru. L'installation de circuits de trail a augmenté encore un peu plus la pratique sportive sur des sites où elle était peu développée. Plusieurs applications permettent aujourd'hui aux sportifs de découvrir les difficultés d'un parcours en montagne en faisant abstraction de l'aspect environnemental et de leur valeur écologique.

Autres

Nous avons constaté, depuis une dizaine d'années, l'accroissement des survols de découverte des montagnes de Corse, notamment à Bavella qui crée un dérangement incessant pour les mouflons. Ce phénomène vient accroître, avec la surfréquentation du site de Bavella, le stress permanent que subissent les mouflons, à tel point que même en période hivernale, peu d'animaux sont observés en forêt, et notamment dans la RCFS, contrairement à autrefois. Sans une gestion appropriée de ces flux et de ces perturbations, il est à craindre qu'à termes cette population disparaisse.

■ Menaces liées à la dégradation de son écosystème

Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est un phénomène global, qui modifie l'aire de répartition de nombreuses espèces (Hickling *et al.*, 2006 ; Lenoir *et al.*, 2008), et affecte même les phénomènes de migration (Wilcove, 2012 ; Wilcove et Wikelski, 2008). Le réchauffement climatique peut avoir différents effets sur les populations de mouflons comme la baisse de la ressource alimentaire ; une augmentation de la mortalité juvénile (Garel *et al.*, 2004) ; ou encore le risque d'explosion du parasitisme.

Les conditions thermiques estivales ont été identifiées comme un facteur déterminant majeur du comportement spatial et temporel des populations de mouflons vivant dans les zones méditerranéennes (Bourgoin *et al.*, 2011 ; Pipia *et al.*, 2008 ; Marchand *et al.*, 2015b ; Sanchis, 2018). De plus, il a été constaté que les caractéristiques liées à la condition physique, comme la masse corporelle, et ses effets en cascade sur la performance reproductive et la survie des animaux étaient affectées par les vagues de chaleur et les sécheresses estivales (Garel *et al.*, 2004) ou étaient corrélées avec des paramètres liés à la température (p. ex. la latitude ; Ciuti *et al.*, 2009).

Ces premières constatations soulèvent des inquiétudes quant aux conséquences à long terme du réchauffement climatique dans les zones où les populations de mouflons devraient être confrontées, dans un avenir proche, à des vagues de chaleur plus intenses et plus fréquentes (Paeth et Hense, 2005).

Fermeture du milieu

Le mouflon est une espèce de milieu ouvert qui consomme préférentiellement des plantes herbacées (Marchand *et al.*, 2013). Depuis quelques décennies, la fermeture des milieux de montagne en Corse, constitue un facteur limitant pour les populations naturelles de mouflons entraînant un appauvrissement quantitatif et qualitatif des ressources végétales nécessaires à l'espèce. Cette évolution est connue pour avoir une incidence directe sur la masse des individus (Garel *et al.*, 2007) et pourrait affecter en cascade leur reproduction (Garel *et al.*, 2005b). Une autre conséquence directe concerne la survie des jeunes, par la diminution de la détectabilité des prédateurs par les femelles.

■ Menaces biologiques

Prédation

L'espèce « proie » développe des systèmes de défenses élaborés et variés lui permettant de garantir sa survie (Caro, 2005). Afin de limiter les interactions avec les prédateurs, les animaux peuvent privilégier certains habitats où la densité de prédateurs est plus faible, ou bien qui permettent une meilleure surveillance, bien qu'ils puissent présenter un potentiel énergétique plus bas que d'autres habitats (Creel *et al.*, 2005 ; Fortin *et al.*, 2005).

L'évitement peut aussi être temporel, en adaptant les rythmes d'activités aux périodes où les risques sont les plus faibles (Marchand *et al.*, 2014a).

Cet environnement de peur et de crainte dans lequel évolue en permanence l'animal a été défini (Laundré *et al.*, 2001). Il influence très fortement les choix des individus, qui doivent intégrer ce paramètre dans toute prise de décision. Les réactions comportementales (vigilance, distance de fuite, rythmes d'activité...) qu'il induit sont susceptibles d'affecter de façon importante la démographie des populations et la valeur sélective des individus (Creel, 2018 ; Creel et Christianson, 2008 ; Laundré *et al.*, 2001).

En Corse, cette prédation peut être d'origine naturelle (renards, aigles royaux...) mais également d'origine humaine par le fait de chiens errants, ou appartenant à des promeneurs, qui peuvent occasionner de nombreuses destructions pendant les périodes de naissances ou de fort enneigement.

Maladies

Les maladies infectieuses, virales et parasitaires sont reconnues comme étant des facteurs pouvant fortement limiter la progression numérique d'une espèce. En ce qui concerne la population de mouflons du Cinto, ces paramètres sont étudiés par la veille sanitaire exercée depuis des années (voir Partie A : Études et recherches / Chapitre 6).

Parasitisme

Les parasites peuvent impacter la survie et le succès reproducteur des hôtes (p. ex. chez les oiseaux : Hudson *et al.*, 1998 ; Ilmonen *et al.*, 2000 ; les poissons : Forrester et Finley, 2006 ; les mammifères : Newey et Thirgood, 2004 ; Schwanz 2008).

L'un des premiers effets du parasitisme sur les hôtes est de réduire l'énergie disponible pour les individus. Certains parasites peuvent avoir des effets spoliateurs, de par leur mode de nutrition, ou réduire la prise alimentaire. L'infection parasitaire peut aussi induire des coûts via la mise en place de mécanismes de protection ou de lutte (Colditz, 2008). La perte d'énergie causée par les coûts de l'infection induit la mise en place de compromis évolutifs entre les mécanismes de résistance et d'autres traits liés à la valeur sélective (théorie d'allocation des ressources, Cody, 1966 ; Van Noordwijk et de Jong, 1986 ; Forbes, 1993 ; Perrin *et al.*, 1996). Ces effets peuvent avoir, *in fine*, des conséquences sur la dynamique des populations et sur la condition corporelle (p. ex. tiques sur les agneaux ; voir Partie A : Études et recherches / Chapitre 6).

Bilan et perspectives

Si le Mouflon de Corse est aujourd'hui un animal emblématique de l'île, il n'en a pas toujours été ainsi. L'arrêt de la chasse en 1953, puis la création de deux réserves, celles de Bavella et d'Asco, en 1950 et 1953, ont participé activement à la conservation de l'espèce, permettant de reconstituer en partie leurs effectifs. D'après Pfeffer (1967), il ne restait qu'une cinquantaine d'individus dans chaque population (Bavella et Cinto). En 1989, l'interdiction d'introduction de mouflon permet de protéger les populations d'une éventuelle introgression et de conserver le patrimoine génétique supposé déjà, à l'époque, comme originel. Ces trois initiatives majeures ont fait qu'aujourd'hui, ces deux populations multi-millénaires sont arrivées jusqu'à nous.

Son statut juridique le classe dans les annexes II et IV des directives européennes « Habitats-Faune-Flore », dans l'annexe III de la convention de Berne mais n'apparaît plus, dans l'annexe II de la convention de Washington (CITES, *Convention on International Trade of Endangered Species*). L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) le classait également dans les populations vulnérables, au moins jusqu'en 2013 (Marchand, 2013) mais n'apparaît finalement plus à partir de 2020 (Michel et Ghoddousi, 2020). Le comité UICN France le classe encore comme espèce vulnérable (UICN France *et al.* 2017). C'est seulement depuis le 1^{er} mars 2019 que le Mouflon de Corse est inscrit sur la liste des espèces protégées (arrêté ministériel du 1^{er} mars 2019, NOR : TREL1824291A).

Les nombreuses menaces que représentent la perte d'habitat, le dérangement par le développement d'activités récréatives dans les zones naturelles, le braconnage, la compétition interspécifique alimentaire et spatiale avec les troupeaux domestiques et le risque sanitaire lié à leur présence (Hadjisterkotis, 2001 ; Rieu, 2007a et b ; Khorozyan *et al.*, 2009 ; Talibov *et al.*, 2009 ; Cotza, 2016 ; Bleyhl *et al.*, 2018) ont justifié d'importants efforts pour améliorer l'état de conservation en Corse, au cours des deux dernières décennies. Le réchauffement climatique devrait constituer une des principales menaces auxquelles devra faire face le mouflon qui semble

particulièrement sensible au stress thermique et aux sécheresses, qui ont des effets tant sur le plan comportemental que démographique (croissance et survie des jeunes ; Garel *et al.*, 2004 ; Bourgoin *et al.*, 2009 ; Marchand *et al.*, 2015b). Or, les épisodes de sécheresse caractéristiques des écosystèmes méditerranéens devraient augmenter en fréquence et en intensité dans les années à venir (Paeth et Hense, 2005), c'est pourquoi il paraît fondamental de mieux comprendre comment l'écologie comportementale, la dynamique et la distribution des populations de mouflons peuvent être affectées par le réchauffement climatique et par quels mécanismes ces derniers pourraient s'en accommoder.

Si le réchauffement climatique est en passe de devenir le principal facteur responsable de l'érosion de la biodiversité (Sala *et al.*, 2000 ; Dirzo *et al.*, 2014), d'autres facteurs liés aux activités humaines, comme le dérangement occasionné par les activités de pleine nature (Balmford *et al.*, 2009), sont aussi pointés du doigt. En effet, l'Homme génère chez les animaux des réponses comportementales de fuite et d'évitement qui peuvent avoir un impact potentiel sur leur valeur sélective (survie, reproduction...) (Creel, 2018 ; Creel et Christianson, 2008). Il suffit d'observer la différence d'attitude des animaux vis-à-vis de l'homme dans une zone bénéficiant depuis 1953 de mesures de protection, comme la réserve d'Asco, avec une zone non protégée, pour comprendre ce que peuvent apporter les mesures de gestion et de protection à long terme. L'accent doit être mis sur l'encadrement des activités de plein air et la surveillance des espaces dans lesquels les animaux peuvent trouver quiétude et tranquillité. Ces modifications comportementales se manifestent à travers le niveau de vigilance (Benoist *et al.*, 2013), la distance de fuite et d'autres caractéristiques de mouvements (Stankowich, 2008), le rythme d'activité (Marchand *et al.*, 2014a; Ohashi *et al.*, 2013) ou encore l'utilisation de l'habitat (Marchand *et al.*, 2014a ; Tolon *et al.*, 2009 ; Sanchis, 2018).

Enfin, sur l'aspect compétition interspécifique, il paraît urgent, dans les années à venir, de mettre en place une étude qui permettra d'aborder la problématique de la compétition alimentaire et spatiale qui existe entre les ongulés sauvages et domestiques, sur ces territoires de montagnes méditerranéens très fragilisés par le changement climatique et l'accroissement des activités anthropiques.

Les menaces, on le voit, sont aujourd'hui clairement identifiées et impliquent des décisions fortes au vu de la réalité écologique actuelle de l'espèce dans son milieu naturel, notamment à Bavella. Sans cette prise de position, c'est la pérennité même de l'espèce à court terme (<30 ans) qui est remise en cause (P. Benedetti. comm. pers.).

Le Plan national d'action (PNA), véritable perspective quinquennale 2021-2025

Le Plan national d'action (PNA) sous sa version « rétablissement » a été commandée à l'OFB en 2021 (voir annexe 6). L'*Ovis gmelinii* var. *corsicana* a fait l'objet d'un arrêté de protection en date du 1^{er} mars 2019, qui le place désormais dans la liste nationale des espèces protégées. Ce classement confirme la valeur unique en termes de biodiversité de cet ongulé. Saisi par le ministère de la Transition écologique (MTE), le Conseil national de protection de la nature (CNP) a considéré dans son avis du 29 janvier 2021 que de nouvelles actions devaient être développées pour assurer la pérennité des populations originelles de Corse. La DREAL de Corse représentant l'État, et l'Office de l'environnement de Corse représentant les institutions régionales, constituent le moteur de cette démarche en coordonnant l'action des partenaires habituels que sont le PNRC, l'ONF, les laboratoires d'analyses, les fédérations départementales des chasseurs, les associations de protection de la nature, en synergie avec l'OFB, référent scientifique et rédacteur du document.



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

STATUTS

- La préoccupation de protection réglementaire du Mouflon en Corse est ancienne remontant au moins à 1913. Néanmoins, l'espèce ne bénéficiait d'aucun statut réglementaire de protection jusqu'au 1^{er} mars 2019 où enfin elle a été inscrite sur la liste des espèces protégées au niveau national.
- Avant cela, un artifice législatif classait le Mouflon de Corse en espèce chassable avec une attribution nulle interdisant le prélèvement d'animaux. Cette disposition apparaissait sur les arrêtés départementaux annuels d'ouverture et de clôture de la chasse. Elle n'offrait aucune protection réglementaire réelle.
- Une instruction ministérielle datant du 10 février 1989 interdisait toute délivrance d'autorisation de transport d'ongulés vivants dont le mouflon de souches allochtones à destination de la Corse.
- Avant son classement en espèce protégée, le Mouflon de Corse se voyait attribuer différentes appellations et inscriptions taxonomiques, selon les auteurs et les nomenclatures.
- L'arrêté de protection du 1^{er} mars 2019 précise et intègre le « taxon » correspondant aux populations originelles de Mouflons de Corse en son article 2 « *Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*, specimen des populations naturelles du territoire de la Collectivité de Corse ».

MENACES

- Différentes catégories de menaces pèsent sur l'espèce :
 - celles liées aux activités anthropiques :
 - sur-fréquentation des milieux naturels,
 - atteinte physique, destruction directe ;
 - celles liées à la dégradation de son écosystème :
 - changement climatique,
 - fermeture du milieu,
 - compétition pour les ressources et l'espace avec les autres ongulés domestiques et sauvages,
 - disponibilité et accessibilité à la ressource alimentaire,
 - accessibilité aux refuges thermiques estivaux ;
 - et celles d'ordre biologique :
 - prédation,
 - pathologies parasitaires.





4 – Actions de communication

Si la gestion des espèces et des espaces naturels revient aux différents acteurs de l'environnement, la réussite des projets environnementaux passe nécessairement par la sensibilisation et la pédagogie afin de convaincre la population locale et ainsi faciliter l'acceptation des mesures de gestion. C'est pourquoi, dans le cadre des études menées sur le Mouflon de Corse, la communication, la sensibilisation et l'information ont également occupé une place importante. Différents moyens de communication ont été utilisés par l'OFB :

- colloques, séminaires, formations et animations ;
- supports de communication (plaquettes, frise...) et publications scientifiques ;
- médias par la presse écrite, la radio ou encore des reportages télévisés.

La liste des actions de communication réalisées par les agents de l'OFB depuis 50 ans sur le Mouflon de Corse, présentée dans ce chapitre n'est pas exhaustive.

Il faut noter la forte implication du PNRC dans la sensibilisation et la communication, notamment auprès des scolaires mais pas seulement.

Contexte

Les agents en charge de la gestion de l'espèce ont pu s'appuyer sur deux structures importantes pour assurer leurs missions d'information et de sensibilisation sur l'espèce : la maison du mouflon et la maison de la montagne d'Asco.

■ Maison du mouflon

Située au sein de la RCFS d'Asco, à la confluence du Stranciacone et de la Tassineta, la Maison du mouflon a ouvert ses portes pour la première fois en 2004. Cet écomusée, dépendant de la mairie d'Asco, offre un éventail d'explications détaillées de la faune et de la flore de la Vallée d'Asco. Il héberge des peintures et des sculptures artistiques sur le thème du mouflon et une collection de mouflons naturalisés qui a compté jusqu'à 8 spécimens. Cette collection est unique, elle représente des individus des deux populations originelles de Corse. De 2010 à 2015, des conférences ouvertes au public ont été organisées rassemblant 2 000 visiteurs sur la période estivale. Des formations auprès des gestionnaires y ont également été organisées (Figure 32).

Figure 32



© OFB

Formation auprès des opérateurs – 22 mai 2013.

■ Écomusée d'Asco

Situé au Haut Asco (plateau de Stagnu), la Maison de la montagne a ouvert ses portes l'été 2018. C'est un espace d'exposition permanent mettant en valeur les richesses patrimoniales, historiques et écologiques exceptionnelles de la vallée. Ce bâtiment permet d'organiser de nombreuses sessions d'éducation à l'environnement ou de formation.

Colloques, séminaires, formations et animations

De nombreux colloques, séminaires, ou des réunions ont fait l'objet de présentations des travaux menés par l'unité de gestion des espaces naturels de Corse.

Quelques-uns sont recensés ici :

- colloque de biodiversité en 2010 à Porto-Vecchio ;
- colloque Forêts lors de la fête de la Science, à Galéria (co-organisation PNRC-ONF) ;
- assises de la biodiversité en 2017 à Ajaccio ;
- colloque « CARHAB » en 2017 à Corte (juin) et à Toulouse (octobre) ;
- séminaire à Cargèse en 2019 (CNRS).

À l'époque du programme LIFE (2003-2007), douze réunions publiques d'information ont été organisées, au niveau des communes avoisinant les deux noyaux de populations du mouflon en Corse (Bavella : Zonza, Conca, Quenza, Solenzara, Solaro ; Cinto : Asco, Olmi-Capella, Moltifao, Albertacce, Serriera, Evisa, Manso). Ces réunions avaient pour objectifs de décrire aux habitants concernés la biologie du mouflon, de faire le point sur sa « santé écologique », de présenter le programme LIFE et d'expliquer son importance pour la conservation de l'espèce. Plus récemment, dans le cadre du projet de relâcher, des réunions publiques ont également été organisées.

De nombreuses actions d'informations ont été menées auprès du grand public, avec pour objet le statut de vulnérabilité de l'espèce, son écologie et les futurs programmes. Ces actions de communication portaient à la fois sur la réglementation, la gestion menée sur les territoires, les espèces patrimoniales ou encore les programmes de recherche menés dans les réserves.

Figure 33



Fête de la nature dans la RCFS de Tartagine (A) ; Fête de la nature à Asco (B).

© A, B, OFB



Assises nationales de la Biodiversité (juillet 2017) à Ajaccio (A) ; fête de la science (B).

De son côté, le pôle éducation à l'environnement du PNRC a également présenté un stand sur le thème du mouflon dans 39 foires et manifestations publiques entre 2004 et 2007 représentant un total de 145 jours de sensibilisation. La sensibilisation du public scolaire est fondamentale, elle est l'une des missions prioritaires du PNRC, qui lui a consacré un service à part entière. Ces animations sont réalisées :

- dans les deux structures du Parc spécialement dédiées à l'accueil de groupes : Casa di a Natura à Vizzavona et Casa Marina à Galeria ;
- dans les écoles, collèges et lycées sur le territoire du Parc ;
- à la demande dans des établissements (écoles, collèges et lycées agricoles) hors de son périmètre.

Ces interventions reposaient principalement sur l'utilisation de la malle pédagogique « Mufra Viva » créée dans le cadre du LIFE et composée de différents outils (voir 3.2/ Des outils pédagogiques du PNRC).

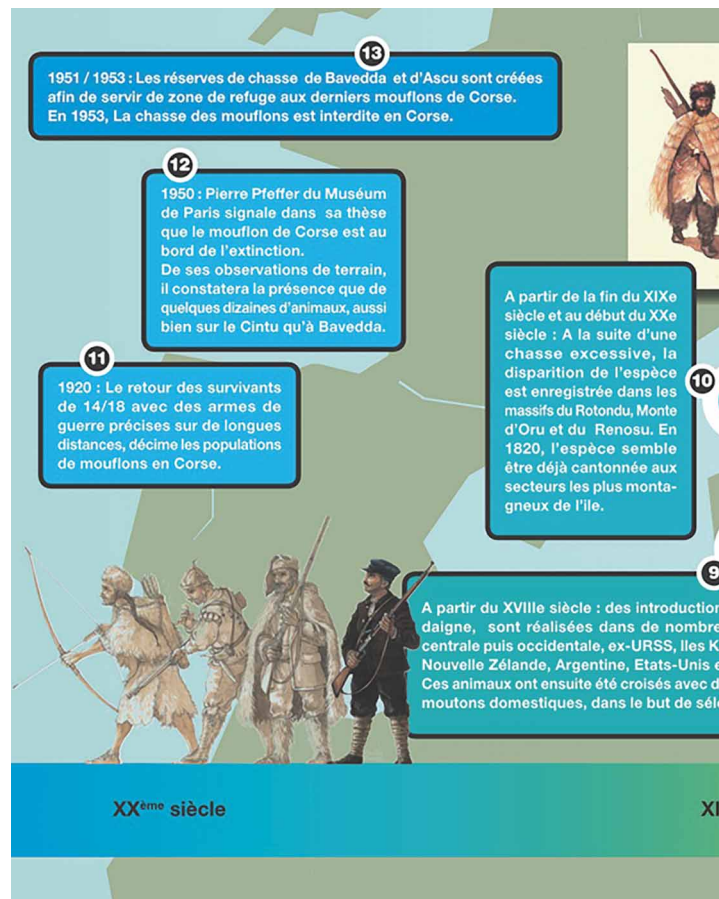
Quelques supports de communication

Divers supports de communication ont été réalisés dans le cadre des interventions relatives à l'information et la sensibilisation :

- une bande dessinée par le PNRC en 1979 ;
- des montages diapositives par le PNRC en 1980 ;
- une affiche-poster et une plaquette d'information par la Fédération départementale des chasseurs, le Conseil général de Haute-Corse et l'ONC en 1987 ;
- des plaquettes d'information des RCFS (voir chap 1 RCFS) ;
- une frise qui retrace l'histoire du mouflon en Corse, de ses origines jusqu'à aujourd'hui réalisée par l'ONCFS (Figure 35) ;
- un poster, qui illustre la répartition mondiale du genre *Ovis*, auquel est rattaché le mouflon (ONCFS) ;
- un dépliant reprenant à la fois la frise et le poster créé par l'ONCFS.

Ces documents pédagogiques sont exposés lors des différentes animations organisées dans les RCFS.

Deux mouflons femelles, dont les cadavres en bon état, ont été retrouvés lors de la campagne de capture hivernale, ont également été naturalisés. Ces animaux naturalisés viennent compléter la collection déjà existante qui est exposée lors des différentes manifestations sur l'espèce et les espaces protégés.



Ovis ammon karelini



Le mouflon Ovis est asiatique. Il a ensuite migré du Nord via le Nord-est de l'Asie et l'Amérique du Nord et opéré une diversification du mouflon entre 3 et 5 millions d'années. Il a donné 2 principaux groupes. D'un côté les mouflons et nord-américains et de l'autre, les chèvres et bouquettins.

2

3

1 million d'années
Le plus ancien mouflon fossile *Ovis shantungensis* est découvert en 1929 par Teilhard de Chardin et Piveteau, à Nihowan en Chine.

1

Il y a 5 millions d'années au sein de la famille des Bovidés (famille des Caprinés), suite à une migration dans les montagnes. Cet ancêtre va donner naissance au mouflon, à la chèvre et au bouquetin.

5

Il y a 500 000 ans environ : L'*Ovis catclawensis*, ancêtre direct des mouflons américains, arrive en Amérique.

-11 millions d'années



Expertise : Dr. Michel-Claude Weiss - Dr. Mathieu Garel - Illustrations Dominique Groebner - Copyright 2013

C

Entre le 8ème et le 5ème millénaire avant J.C. le mouflon récemment domestiqué aurait migré au gré de la colonisation humaine, remontant progressivement l'arc méditerranéen. Il semblerait que les premiers troupeaux aient suivi le bord de mer et non les voies transcontinentales. Par conséquent la propagation du mouflon prédomestiqué dans le bassin de la Méditerranée occidentale semble autant une affaire de navigation et de cabotage que de marche à pied.

Au 6ème millénaire, les mouflons sont arrivés en Corse lors de la deuxième vague de peuplement humain, celle des premiers éleveurs insulaires. Ces Hommes du Néolithique ont exploité la complémentarité plaine-montagne de cette île, ce qui a contribué à un retour de l'espèce à l'état sauvage. C'était un animal encore très primitif (processus de marronnage) (Vigne, 1983), présentant une grande ressemblance avec le mouflon sauvage d'Orient : Il présentait une grande taille, une grande encornure dans les deux sexes, une toison qui n'est pas

laineuse et un comportement rustique. Il possédait également un statut domestiqué avec une réduction de la stature, une légère compression de la section basale de la cheville osseuse des males, un sinus frontal s'invaginant profondément dans le cornillon des béliers et une réduction de la taille des cornes des femelles. Mais, il n'avait pas un grand chemin paléontologique/génétique à rebrousser pour constituer le mouflon de Corse, l'évolution et le milieu ayant fait le reste.

Un processus similaire de colonisation s'est déroulé à Chypre et en Sardaigne.

Au 7ème millénaire, cette espèce prédomestiquée aborde l'Europe. Elle arrive dès le 6ème millénaire dans le sud de la France. Sa progression vers l'ouest à partir de sujets introduits dans l'est du bassin parisien semble plus tardive. Le mouton de l'île Soay en Ecosse, issu de ce mouvement, a du arriver avec les premiers colons au Néolithique et constitue un exemple type de ce mouton primitif, cousin direct du mouflon.

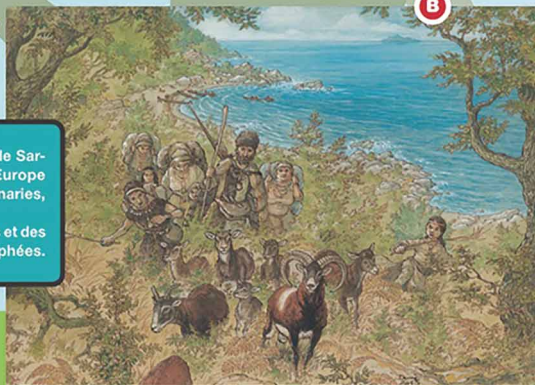
Du mouflon sauvage au mouton domestique

B

Corse

Sardaigne

Chypre



des mouflons de Corse et de Sardaigne dans les régions du monde (Europe, Amérique du Nord, Chine, Japon, Hawaï). Les autres espèces de mouflons et des chèvres ont été sélectionnées pour les plus beaux trophées.

Xème siècle

Où en sommes-nous en ce début de XXI^e siècle ?

En 1950, Le mouflon était proche de l'extinction en Corse. Il a été sauvé de l'état de danger critique grâce à trois décisions majeures :

- ❶ 1953 : l'arrêt des tirs
- ❷ 1950 : la mise en place de la réserve de chasse de Bavella
- ❸ 1953 : la mise en place de la réserve de chasse d'Ascu

Après 60 ans de mesures de protection, l'espèce est toujours considérée comme vulnérable. Il est temps de passer de l'état de conservation à celui du développement.

Sous l'égide de l'Office de l'Environnement de la Corse, un programme de recherche et de développement est mis en œuvre. L'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, mobilise une équipe de chercheurs et de techniciens qui rendront à terme une expertise permettant d'appréhender une stratégie de développement pour l'espèce.

Autour de cet objectif, sont réunis les partenaires opérationnels suivants : Parc Naturel Régional de Corse, ONF, LVD2B/2A, DREAL, FDC2A/2B

2010 : Les travaux sur l'origine du mouflon anatolien et sa similitude est de « l'oriental » et le mouflon génétique précisés. Son patrimoine génétique est une grande richesse et le génotype incl...

Menaces

Aujourd'hui, le mouflon sur Corse n'est pas à l'abri d'une extinction toujours possible.

Les menaces sur l'espèce sont nombreuses :

- les activités humaines agressives
- les pathologies de la faune sauvage
- la prédation
- le manque de disponibilités alimentaires
- d'autres facteurs écologiques qui seront précisés à l'issue de...



17

... de Hamid Reza Rezaei
... genre *Ovis* confirment l'ori-
... e du mouflon de Corse. La
... nc faite entre le « mouflon
... ouflon de Corse. Il est ori-
... ent de l'est de l'Anatolie.
... génétique est révélé, c'est
... esse d'avoir pu conserver
... angé.

ces

on île
ction



sives et bruyantes
uvage et domestique

limentaire.
tra et interspécifiques
e ce programme.



ècle

Bimu (2 ans)



Mufrella (1 an)



Mufrinu (3 mois)



Ovis gmelini musimon var corsicana mâle



Mufre

14

1989 :
L'instruction ministérielle du 10 février, donnée aux préfets interdit toute introduction de mouflons venant de l'extérieur de l'île afin de protéger les mouflons insulaires de pollutions génétiques.

2001 : Une étude génétique a été menée, par l'ONCFS, sur les deux populations du Cintu et de Bavedda. Elle montre qu'une différenciation génétique relativement importante existe entre les deux noyaux de population.

15

16

2004 : L'ONCFS propose que la sous espèce de mouflon « *ovis gmelini musimon* » (mouflon de Corse) prenne la dénomination « *ovis gmelini musimon* » avec 3 variétés : var. *musimon* pour le mouflon de Sardaigne, var. *ophion* pour le mouflon de Chypre et var. *corsicana* pour le mouflon de Corse. Les différentes populations de mouflons de Corse et de Sardaigne introduites en Europe puis hybridées sont différenciées et dénommées « mouflon méditerranéen » (*Ovis gmelini musimon* x *ovis* sp.)

Les outils pédagogiques du PNRC

Des outils pédagogiques rassemblant de nombreuses informations sur la biologie du Mouflon de Corse et sa vulnérabilité ont été conçus pour appuyer les actions de sensibilisation et d'animations du PNRC, notamment dans le cadre du LIFE, la fragilité de l'espèce en Corse :

■ Une malle pédagogique « *Muvra viva* » composée :

- d'un panneau de présentation du biotope du Mouflon de Corse,
- d'une carte de répartition du Mouflon en Corse,
- d'un CD bilingue (français-corse) pour un approfondissement des connaissances sur le mouflon et son environnement (banque de données, bibliographie, photos, jeux...),
- de figurines,
- de silhouettes des têtes de femelles représentant les classes d'âge,
- de cornes représentant les quatre grandes classes d'âge des mâles,
- d'un panneau aimanté représentant les aires de répartition et les zones d'interactions avec les activités humaines,
- d'un jeu de société,
- d'un fichier d'activités destiné à l'enseignant,
- d'une bande dessinée (5 000 exemplaires) ;

■ un panneau d'information à destination des randonneurs installé dans 7 refuges du GR20 ainsi qu'aux cols de Vergio et de Bavella ;

■ des posters et dépliants (5 000 et 12 000 exemplaires) ;

■ un film « A muvra » : coproduction PNRC/FR 3 Corse, ce documentaire est projeté systématiquement lors des réunions publiques et des interventions auprès des scolaires ;

■ kits biodiversité en Corse : le CRDP de Corse a publié en septembre 2011 une collection de 20 affiches sur la biodiversité en Corse. Axées sur la diversité des espèces insulaires et des richesses naturelles de la Corse, ces affiches présentent une sélection de photographies accompagnées de texte pédagogique bilingue (français-corse), destinées à toutes les écoles primaires de l'île. Le Parc en tant que partenaire a accompagné la diffusion sur son territoire ;

■ une exposition itinérante composée de 10 panneaux sur le thème du Mouflon de Corse et du programme LIFE (Figure 36). Cette exposition est présentée dans de nombreuses foires et manifestations, lors de réunions publiques et des animations dans les collèges et écoles.

Figure 36



© PNRC

Exposition réalisée dans le cadre du programme LIFE.

Les outils et documents réalisés dans le cadre du programme LIFE ne sont plus d'actualité ou épuisés.

Les médias

Au-delà des outils de communication utilisés pour informer les habitants locaux, les scolaires et les vacanciers, plusieurs reportages télévisés, des interviews radio, des articles dans la presse nationale, web et revues spécialisées, ainsi que des articles et des encarts dans la presse régionale (Figure 37), ont permis de faire connaître le Mouflon de Corse auprès d'une large audience (annexe 7).

Figure 37



Stantari, revue d'histoire naturelle et culturelle de la Corse sur le Mouflon de Corse.

Bilan et perspectives

Depuis le début des années 2000, les actions de communication, d'information, et d'éducation à l'environnement ont été très nombreuses. Des supports en tout genre ont été créés, des films ont été réalisés, les agents de l'OFB et ceux du PNRC n'ont cessé, au fil des ans, d'animer de nombreuses rencontres. L'objectif était d'informer le public de l'état de vulnérabilité de populations de Mouflons de Corse et d'exposer les résultats de recherche sur l'écologie et sur l'histoire de cette espèce patrimoniale.

Cette « promotion » de l'espèce a eu un double effet. Elle a permis avant tout d'élever le niveau de connaissances du public sur l'espèce, notamment des scolaires, afin d'informer en particulier sur sa fragilité et sa valeur patrimoniale. Un deuxième effet plus pervers découle de l'intérêt que l'espèce suscite auprès de photographes animaliers ou de guides qui proposent des prestations pour observer les animaux, entraînant des dérangements excessifs. Les réseaux sociaux s'emparent souvent du sujet, les fausses informations véhiculées ou la localisation précise des hardes amplifiant ces perturbations.

Un autre effet est malheureusement en recrudescence. La rareté de son trophée a fait que quelques collectionneurs, amateurs de tirs à longue distance, n'hésitent pas à s'offrir le luxe de tirer un mouflon, ce qui peut avoir une incidence forte sur la dynamique de population de cette espèce très vulnérable, notamment à Bavella.

Face aux menaces qui pèsent sur l'espèce, il est indispensable d'exposer, directement auprès du public ou à travers les médias, la situation dans laquelle se trouvent les populations de Mouflon de Corse. Il est temps aujourd'hui que son statut d'animal emblématique, en danger, soit appréhendé par tous afin d'engager les mesures de conservation et de développement que l'espèce mérite.



Ovis gmelini musimon
var. *corsicana*

À RETENIR

- Avant les années 2000, l'image représentant le Mouflon de Corse était celle d'un animal inscrit dans la mythologie de la Corse, souvent associé à un produit, un label ou à une démarche commerciale, peu de personnes alors n'appréhendait ni sa véritable histoire ni son écologie.
- Les premiers résultats sur l'écologie et l'histoire de l'espèce ont été diffusés par le PNRC, l'OFB et l'ensemble des partenaires, ce qui a permis de faire évoluer les consciences. De très nombreuses interventions médiatiques, reportages, films, articles... mais également des réunions publiques, des congrès de la biodiversité, des séminaires... ont largement contribué à comprendre la véritable place qu'occupe le Mouflon dans l'histoire des peuples de méditerranée et sur l'île, depuis son arrivée, entre 6 500 et 8 500 ans BP.
- L'écomusée, Maison de la montagne et du Mouflon situé dans le Haut Asco a permis à un public nombreux et diversifié d'accéder à de multiples informations, films... et de voir une collection unique d'animaux naturalisés.
- Les actions de communication, d'information, d'éducation à l'environnement ont été très nombreuses. L'objectif était de sensibiliser le public de l'état de vulnérabilité des populations de Mouflons de Corse. Les résultats obtenus par l'ensemble des partenaires sur les programmes de recherche, de conservation et de développement ont contribué à améliorer le niveau général de connaissance. Ces travaux certes, ne sont pas aboutis, mais ils sont désormais accessibles à tous, dans une forme synthétique, compilée dans cet ouvrage.

- 174 ■ Annexe 1 – Présentation chronologique des campagnes de prélèvements, des méthodes et protocoles utilisés et de leurs publications dans le cadre d'analyses génétiques des populations de Mouflons de Corse
- 175 ■ Annexe 2 – Lettre adressée au conservateur des Eaux et Forêts concernant l'opération de capture de mouflons (1935)
- 178 ■ Annexe 3 – Dénombrements par approche pedestre basés sur l'observation directe sur la population du Cinto (de 1957 à 1981) et de Bavella (1964 et 1968-1969)
- 179 ■ Annexe 4 – Protocole d'approches et affûts combinés (AAC)
- 184 ■ Annexe 5 – Résultats des dénombrements par approches et affûts combinés des populations du Cinto et de Bavella de 1982 à 2003
- 186 ■ Annexe 6 – Résultats des dénombrements par survols aériens des populations de Mouflons du Cinto et de Bavella de 2003 à 2009
- 190 ■ Annexe 7 – Résultats des premières estimations de l'indice de reproduction des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 1963 à 1989
- 194 ■ Annexe 8 – Résultats des estimations de l'indice de reproduction selon le protocole d'indice ponctuel d'abondance (IPA) des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 1998 à 2009
- 196 ■ Annexe 9 – Résultats des estimations de l'indice de reproduction selon le protocole d'indice aérien d'abondance (IAA) des populations de mouflons de Bavella de 2011 à 2020
- 197 ■ Annexe 10 – Résultats des estimations d'indice de gestation dans la Réserve d'Asco de 1984 à 1987
- 198 ■ Annexe 11 – Résultats des autopsies réalisées entre 1981 et 2017
- 202 ■ Annexe 12 – Résultats des analyses de sang réalisées entre 1985 et 2019

A

Annexes





Annexe 1

Présentation chronologique des campagnes de prélèvements, des méthodes et protocoles utilisés et de leurs publications dans le cadre d'analyses génétiques des populations de Mouflons de Corse

Années	Prélèvements	Méthode / Protocole	Publications
1984-1988	Sang	Captures cages-pièges (Dubray, 1985a, 1986a ; Roux, 1986e, 1988a et b ; Vitti <i>et al.</i> , 1985 ; 1986 ; Moreau, 1987a et b, 1988) / Protocole établi en mars 1984 (ONC, 1984a).	Montgelard <i>et al.</i> 1994 ; Garel, 2010
2000-2002	Poils et fèces (58 échantillons de poils et fèces sur la population du Cinto et 20 fèces sur la population de Bavella)	Dubray, 2000	Maudet, 2001 ; Maudet et Dubray, 2002
2002	Fèces (25 de la population de Bavella)	Dubray, 2002	
2004-2006	Poils et peau envoyés à l'université de Sassari en Sardaigne (Laboratoire du Pr. Salvatore Naitana et du Dr. Giovanni Leoni)	Captures réalisées dans le cadre du programme LIFE (Benedetti <i>et al.</i> , 2004b, 2005a, 2006a)	Barbato <i>et al.</i> , 2017
2010-2015	Sang, fèces et poils au sein des deux populations insulaires	Capture (Benedetti <i>et al.</i> , 2011, 2012, 2013, 2016a, 2019). Échantillons doublés et envoyés à l'équipe de recherche italienne du Docteur Filippo Barbanera (Department of Biology, Protistology-Zoology Unit, Pise, Italie) dans le cadre du programme de recherche sur les mouflons des îles méditerranéennes incluant les populations de mouflons chypriotes et sardes.	Andru <i>et al.</i> , 2015 ; Guerrini <i>et al.</i> , 2015 ; Rezaei <i>et al.</i> , 2010 ; Portanier <i>et al.</i> , 2017 ; Portanier, 2018 ; Portanier <i>et al.</i> , 2022



Annexe 2

Lettre adressée au conservateur des Eaux et Forêts concernant l'opération de capture de mouflons (1935)

Ajaccio, 15 mars 1935

Mon cher ami,

Excuse-moi d'être si en retard pour te répondre, je viens d'être grippé à la suite du temps humide et froid de ces dernières tempêtes, et en même temps, je n'ai pu avoir que ces jours-ci les renseignements nécessaires à ta mission de reprise de mouflons.

Voici les tuyaux sur lesquels tu peux te baser :

1- l'époque de cette opération s'étend du 20 avril au 3 mai dans la région comprise entre Zonza, Quenza et Conca qui semble actuellement la mieux peuplée en mouflons (la région de Serra-di-Scopamène me semble un peu en dehors des limites de l'épure) ;

2- le nombre des rabatteurs ne me paraît pas pouvoir être fixé d'avance ; à la rigueur, il suffirait de deux bons chasseurs connaissant parfaitement les paysages et les endroits où les femelles de mouflons mettent bas.

Le repérage à l'avance est très important car la seule tactique à suivre consiste en ceci : dès que l'on a repéré les points où sont les petits mouflons, on y accède avec précaution, et lorsqu'on est en vue, à faible distance, on tire un coup de fusil en l'air pour faire fuir la femelle. On capture alors les petits qui n'ont pas bougé de leur cachette. En principe, les chasseurs de mouflons de cette région (Zonza, Quenza, Conca) demandent la somme globale et forfaitaire de mille francs pour livrer un couple de jeunes mouflons vivants. Il faut donc prévoir cette dépense minimum même si l'on opère soi-même avec deux guides et deux rabatteurs, car il faut compter au moins 4 à 5 jours de recherches avant de lancer l'expédition définitive. En outre, il faut prévoir deux chèvres pour nourrir les petits mouflons (une par nourrisson) pendant 3 mois, soit un prix d'achat de 100 francs par chèvre.

Inutile d'apporter un matériel spécial ; ni banderoles ni filets ; aucun engin de capture, car les petits mouflons avant le 5 mai sont incapables de fuir et se laissent approcher (on peut, paraît-il, même leur donner quelques morceaux de sucre pour les apprivoiser).

Inutile également d'apporter des caisses à chevreuils : tu trouveras ici des caisses ou paniers d'osier qui permettent de transporter ces mouflons.

Le garde que tu emmèneras sera autant utile pour soigner ces jeunes animaux pendant le voyage de retour, surtout s'il peut les surveiller pendant la traversée.

Ajaccio 15 mars 1935

Mon cher ami,

Excuse-moi d'être si en retard pour
te répondre ; je viens d'être grippé à la
suite du temps humide et froid de ces derniers
tempêtes, et en même temps, j'ai eu pu avoir
que ces jours-ci les renseignements nécessaires
à ta mission de reprise de mouflons.

Voici les tuyaux sur lesquels tu pourras te baser

1° L'époque de cette opération s'étend du
20 avril au 3 mai dans la région comprise
entre Zonza, Quenza et Conca qui semble
actuellement la mieux peuplée en mouflons
(la région de Serra di Scaramina me semble
un peu en dehors des limites de l'épure).

2° Le nombre des rabatteurs ne me paraît
pas pouvoir être fixé d'avance ; à la rigueur

il suffirait de deux bons chasseurs connaissant parfaitement les passages et les endroits où les femelles de mouflons mettent bas. Le repérage à l'avance est très important, car la seule tactique à suivre consiste en ceci :

Dès que l'on a repéré les points où sont nés les petits mouflons, on y accède avec précaution, et lorsqu'on est en vue, à faible distance, on tire un coup de fusil en l'air pour faire fuir la femelle. On capture alors les petits qui n'ont pas bougé de leur cachette.

En principe, les chasseurs de mouflons de cette région (Zonza, Queuzza, Conca) demandent la somme globale et forfaitaire de mille francs pour livrer un couple de jeunes mouflons vivants.

Il faut donc prévoir cette dépense minimum même si l'on opère soi-même avec deux guides et deux rabatteurs, car il faut

[...]



Annexe 3

Dénombrements par approche pédestre basés sur l'observation directe sur la population du Cinto (de 1957 à 1981) et de Bavella (1964 et 1968-1969)

Date	Nombre de mouflons	Surface prospectée (ha) ou secteur	Estimation totale pour l'île	Période	Source
1826	-	-	2 244	NR	Dunoyer de Noirmont, 1867
Population du Cinto					
1957	100aine	NR	NR	NR	Conservateur des Eaux et Forêts d'Ajaccio (Archives DDA, Ajaccio)
1963-1964	Entre 40 et 60	NR	200 max	NR	Conservateur des Eaux et Forêts d'Ajaccio cité dans Pfeffer, 1967
1968-1969	60	NR	100aine	NR	Dubray, 1988b
1975	200	NR	400	NR	Dubray, 1988b
1975-1976-1977-1978-	Entre 41 et 133	Lonca Filisorma	NR	18, 28, 29 avril et 28 mai 1975 ; 20 avril et 5 et 14 mai 1976 ; 1, 4, 5, 8, 10 avril et 10 et 17 mai 1977 ; 4 et 5 avril 1978	Feracci (PNRC) cité dans Demeautis, 1981
1979	NR	NR	200-500	NR	Dubray, 1988b
1981	160	NR	NR	NR	M. Vitti, garde de la Réserve d'Asco cité dans Dubray, 1988b
1981	groupes de 7	Lonca Filisorma	NR	29 avril, 1er et 2 mai 1981	Demeautis, 1981
Population de Bavella					
1964	50	3 900	NR	Automne 1964	R. Lovichi (garde de la Réserve de Bavella) cité dans Pfeffer, 1967
1968-1969	Autour de 0*	NR	100aine	NR	Dubray, 1988b

NR : non renseigné

* Suite à l'incendie de 1965



Annexe 4

Protocole d'approches et affûts combinés (AAC)

■ **Principe** : méthode dite des observateurs fixes et des observateurs mobiles ou approches et affût combinés. La méthode consiste à découper le territoire à recenser ou « aire d'étude », en unités de dénombrement (secteurs de pointage) dont la taille varie entre 40 ha et 500 ha suivant la végétation et la topographie. Ces secteurs sont parcourus par des équipes de 2 observateurs suivant des itinéraires standards préétablis d'une manière simultanée au cours des périodes d'activité optimale des animaux (aube et début de matinée). Les caractéristiques et la localisation des hardes rencontrées sont alors notées. Dans le cas de secteurs difficiles d'accès, de secteurs boisés ou encore dans le cas où les passages d'animaux entre secteurs voisins sont possibles, il est fait appel à des observateurs fixes, placés en des points stratégiques, chargés d'observer et de noter les déplacements des animaux. Les localisations et les directions de fuite des individus sont reportées sur carte au 1/25 000e. Le recoupement des observations permet de diminuer les doubles comptages et permet de conclure à un nombre minimum d'animaux existant sur l'aire d'étude.

Les découpages de chaque secteur sont détaillés ci-après.

■ Secteur est du Massif du Cinto et vallées adjacentes (Asco-Cinto-Tartagine) (1982 et 1989)

La zone recensée couvre approximativement 11 000 hectares qui sont constitués par :

- versant sud du Monte Cinto depuis le lac du Cinto jusqu'à la bergerie de Galghello ;
- versant nord de la haute vallée d'Asco du col de Stranciacone jusqu'à la vallée de Pinara ;
- versant sud de la haute vallée d'Ascol du col de Stranciacone jusqu'au Monte Padro ;
- versant nord de la haute vallée de Tartagine du col de Tartagine jusqu'au Monte Padro ;
- versant sud de la haute vallée de Tartagine du col de Tartagine jusqu'à la Punta Sordali ;
- versant ouest du Cirque de Bonifato de la Muvrella au Monte Grosso.

Ce territoire a été divisé en 45 secteurs d'une superficie* moyenne de 266 hectares, groupés en deux zones qui ont été chacune parcourue au cours d'une même journée (voir tableau ci-après).

Secteur ouest du Massif du Cinto (Evisa-Lonca-Tafunatu) (1983)

La zone recensée couvre approximativement 8 100 hectares qui sont constitués par :

- versant sud de la haute-vallée de la Lonca, de Bocca a u Verghiolu à Capu a e Ghiargiole ;
- versant nord de la haute-vallée de la Lonca, de Casa infurcata à Capu di Guagnerola ;
- versant ouest de la vallée de la Lonca, du ruisseau de Casa infurcata à Capu di e Querce ;
- versant sud de la vallée de Spurtellu, de Capu di e Querce à Capu a u Cuculla ;
- versant nord de la de Spurtellu, du ruisseau d'Aitone à Capu a u Cuculla ;
- versant sud de la vallée d'Aitone et vallée de Casterica ;
- versants est et ouest de la haute-vallée du Golo ;
- versants est et ouest de la vallée du Viru.

Ce territoire a été divisé en 47 secteurs d'une superficie moyenne de 172 hectares, groupés en deux zones qui ont été chacune parcourues au cours d'une même journée (voir. tableau ci-après).

■ Secteur nord-ouest du massif du Cinto (1986)

La zone recensée couvre approximativement 10 400 hectares planimétriques qui sont constitués par :

- les crêtes de Media – Celu – Tosu – Capronale – Tafunatu – Paglia-Orbu – Punta Minuta – Muvraghia et Muvrella ;
- versant nord des vallées de Perticatu et Fango ;
- massifs de Bucellu – Rostali – Larcitella – Campo Rallinu ;
- vallée de Cavicchia et Monte Saltare ;
- crêtes de Montadina – Cappu a e Poste ;
- vallées de Bocca Bianca et de Machine ;
- crêtes de Muntanaghia – Terribule – Neta di Filu – Penne rosse ;
- versant nord de la forêt de Bonifatu et de la vallée de Spasimata.

Ce territoire a été divisé en secteurs d'une superficie moyenne de 192 hectares, groupés en 2 zones qui ont été chacune parcourue au cours d'une même journée (voir tableau ci-après).

■ Réserve d'Asco (1982, 1985, 1986, 1989, 2000 et 2003)

La zone recensée correspond aux limites de la Réserve de chasse et de faune sauvage d'Asco et couvre approximativement 3 100 ha :

- le versant sud de la forêt communale d'Asco, délimité à l'est par le ruisseau de Ventosi et à l'ouest par la vallée de la Tassineta ;
- le versant ouest de la vallée de la Tassineta.

Ce territoire a été divisé en secteurs résultant du découpage réalisé dans le cadre de l'estimation des effectifs du secteur est du Massif du Cinto et vallées adjacentes (Asco-Cinto-Tartagine) de 1982 et 1989 dans lequel la Réserve d'Asco est comprise.

■ Secteur Bavella Nord (1984 et 2001*)

La zone recensée couvre approximativement 4 370 hectares qui sont constitués par :

- versants ouest de la vallée de Litichine, vallon de Ficajola et versant ouest de la vallée d'Utriolu ;
- versant est de la vallée de Litichine, vallon de Purtellu, vallon de Bujacone, jusqu'aux crêtes du Monte Vitullu ;
- versants nord et est de la haute-vallée du Fiumicelli jusqu'aux crêtes de Tova ;
- vallon de Larone ;
- versants nord et sud de la basse et haute vallée de Purcaraccia, jusqu'à Punta Muvrareccia et Punta di u Fornellu ;
- versants nord et sud de la basse et haute vallée du Polischellu ;
- versant sud de la vallée de Renaju, jusqu'au col de Bavella et aux cornes d'Asinao ;
- versants ouest et est de la moyenne et haute vallée d'Asinao.

Ce territoire a été divisé en 48 secteurs d'une superficie moyenne de 91 hectares, groupés en 2 zones qui ont été chacune parcourue au cours d'une même journée (voir tableau ci-après).

*en 2001 un secteur au Nord-Ouest (n°224) a été rajouté à la zone d'étude.

■ Secteur Bavella sud-est (1985)

La zone recensée couvre approximativement 3 500 hectares qui sont constitués par :

- versant ouest du col de Larone et versant est de la vallée de Vacca ;
- versants ouest et est des crêtes de Ferriate et de Tafunata ;
- versant ouest de la haute vallée de Jallicu jusqu'à la Punta Tanella ;
- massif de la Punta di Monte di Sordu et le versant sud-est de Capellu ;
- versants ouest et est de la crête des Terrasse, Punta Velaco, Calanca Murata, Punta Aracale ;
- basse et haute vallée de Frassiccia ;
- versants sud et est de la Punta di Bonifacio.

Ce territoire a été divisé en 43 secteurs d'une superficie moyenne de 81 hectares, groupés en 2 zones qui ont été chacune parcourue au cours d'une même journée (voir tableau ci-après).

■ Secteur Incudine Nord-Formicola (1986 et 2001**)

La zone recensée couvre approximativement 7 300 hectares qui sont constitués par :

- versants nord et nord-ouest du Monte Incudine ;
- versant nord-est de la Punta Tintennaja ;
- versants est et ouest du Monte Malo ;
- basse et haute vallée de l'Asinao ;
- versants est et ouest des crêtes d'Aperta, Broncu et Taglia Mondu ;
- Monte Lattone et crêtes de Lattone ;
- basse et haute vallée de l'Arinella ;
- basse et haute vallée de Luvana ;
- versant sud-est de la Punta l'Usciole et col de l'Usciole ;
- versants sud-est, est, ouest et nord du Monte Formicola – Punta Bianca – Punta Mozza ;
- versant est du Col de Laparo et Punta Campolonga ;
- versants est et ouest de la Punta Capella.

Ce territoire a été divisé en 39 secteurs d'une superficie moyenne de 187 hectares, groupés en 2 zones qui ont été chacune parcourue au cours d'une même journée (voir tableau ci-dessous).

**en 2001 le secteur a considérablement été réduit dans sa partie Nord (15 des 39 secteurs n'ont pas été retenus).

■ Secteur Bavella Sud (1987)

La zone recensée couvre approximativement 5 500 hectares qui sont constitués par :

- versants sud et sud-est de la Punta di Ferru et Bonifacio ;
- versants ouest et sud-ouest de la Punta di Quercitella ;
- crêtes et col de Castellucciu ;
- basse et haute vallée de Finicione ;
- crêtes de Nela, Pineto Pianu, Coste di Ricu ;
- quarcitellu, Filaschella, Nalarivoli, Livisani, Monte Calva ;
- crêtes de Dianante et col d'Illarata ;
- Aravu, Funtacci, Fornelli, Tre funtane, Vecchiolu ;
- Monte Rossu et Punta di Bricchella ;
- les hautes vallées de Poggi, Mezzu, Marginicciu, Chiustracciu.

Ce territoire a été divisé en 46 secteurs d'une superficie moyenne de 187 hectares, groupés en 2 zones qui ont été chacune parcourue au cours d'une même journée (voir tableau ci-dessous).

Description des secteurs d'étude de l'approche et affûts combinés et de leurs caractéristiques

	Secteur est du Massif du Cinto et vallées adjacentes (Asco-Cinto-Tartagine) (1982 et 1989)		Secteur ouest du Massif du Cinto (Evisa-Lonca-Tafunatu) (1983)		Secteur nord-ouest du massif du Cinto (1986)		Réserve d'Asco (1982, 1985, 1985, 1989, 2000 et 2003)
	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	-
Superficie totale (ha)	5 496	6 476	4 247	3 848	5 426	4 965	3 100
Nombre de secteurs	22	23	24	23	28	26	10 itinéraires 17 itinéraires (en 2000)
Nombre de postes fixes	4	8	4	8	10	18	4
Superficie du secteur le plus petit (ha)	92	32	55 (n°110)	70 (n°205)	83	99	
Superficie moyenne des secteurs (ha)	250	592	177	167	194	191	
Superficie du secteur le plus grand (ha)	812	282	350 (n°107 et 124)	378 (n°208)	404	284	
Sources	Dubray, 1982 ; Dubray, 1983b ; Roux <i>et al.</i> , 1989		Dubray, 1983a, c		Roux et Dubray, 1986		Dubray, 1982 ; 1983b, 2004 ; Roux, 1985, 1986d ; Roux <i>et al.</i> , 1989 ; Bergogne, 2003 ; Croce <i>et al.</i> , 2005

Secteur Bavella nord (1984 et 2001)		Secteur Bavella sud-est (1985)		Secteur Incudine nord-Formicola (1986 et 2001)		Secteur Bavella sud (1987)	
Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B
1 650	2 725	1 909	1 593	4 015	3 275	3 087	2 424
25	23	21	22	18	21	23	23
10	8	17	14	20	12	14	11
34 (n°118)	12,4 (n°221)	37 (n°114)	30 (n°203)	95 (n°117)	46 (n°312)	50 (n°121)	35 (n°209)
65	120	91	72	-	-	-	-
161 (n°101)	522 (n°204)	150 (n°107)	140 (n°207)	450 (n°115)	156 (n°316)	293 (n°105)	204 (n°218)
Dubray, 1984a ; Dubray et Roux, 1984 ; PNRC, 2001		Roux et Dubray, 1985a		Roux, 1986c ; PNRC, 2001		Roux, 1987b	



Annexe 5

Résultats des dénombrements par approches affûts et combinés (AAC ; ONC, 1982) des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 1982 à 2003

Date	Nombre de mouflons	Surface prospectée (ha)	Estimation totale pour l'île	Période	Nombre d'observateurs
Population du Cinto					
1982	241 dont 214 en Réserve d'Asco	11 972	NR	20 et 21 Octobre 1982	110
1983	88	8 095	NR	29 et 30 Avril 1983	108
1986	65	10 391	NR	13 et 14 Mai 1986	88
Totaux des recensements de 1982 à 1987	394*	30 458	580*	voir ci-dessus	687
1989	305 dont 223 en Réserve d'Asco	11 972	NR	11 et 12 Octobre 1989	73
1999-2001	162	NR	NR	Deuxième quinzaine de janvier 2000	NR
2003	160	3 100	NR	5 Décembre 2003	32
Population de Bavella					
1984	53	4 375	NR	27 et 28 Septembre 1984	107
1985	61	3 502	NR	24 et 25 Septembre 1985	102
1986	20	7 290	NR	2 et 3 Octobre 1986	91
1987	56	5 511	NR	28 et 29 Avril 1987	81
Totaux des recensements de 1982 à 1987	190*	20 678	580*	voir ci-dessus	687
2001	174	4 901	NR	16 Mai 2001	NR
2001	74	5 580	NR	17 Mai 2001	NR

NR : non renseigné

*sous réserve d'éventuels doubles comptages

Rapport mâle/femelle (sex-ratio)	Secteur étudié	Source
3/5	Secteur est du Massif du Cinto et vallées adjacentes (Asco-Cinto-Tartagine)	Dubray, 1982 ; Dubray, 1983b
4/2	Secteur ouest du Massif du Cinto (Evisa-Lonca-Tafunatu)	Dubray, 1983a, c
3,8/1	Secteur nord-ouest du massif du Cinto	Roux et Dubray, 1986
6,4/3		Dubray, 1988b ; Roux et Dubray, 1987 ; Dubray et Roux, 1990
1/1,18	Secteur est du Massif du Cinto et vallées adjacentes (Asco-Cinto-Tartagine)	Roux <i>et al.</i> , 1989
1/1,45	Réserve d'Asco	Dubray, 2004
1,5/1	Réserve d'Asco	Bergogne, 2003 ; Croce <i>et al.</i> , 2005
1,15/1	Secteur nord de Bavella (représente 20 à 25 % du territoire fréquentés par le mouflon sur Bavella)	Dubray, 1984a ; Dubray et Roux, 1984
1/1,4	Secteur Bavella sud-est	Roux et Dubray, 1985a
1/2,2	Secteur Incudine nord-Formicola	Roux, 1986c
1/1,1	Secteur Bavella sud	Roux, 1987b
1/1,24		Dubray, 1988b ; Roux et Dubray, 1987 ; Dubray et Roux, 1990
1/2,3	Secteur Bavella nord	PNRC., 2001
1/1,4	Secteur Incudine nord	PNRC., 2001



Annexe 6

Résultats des dénombrements par survols aériens des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 2003 à 2009

Date	Nombre de mouflons	Surface prospectée (ha)	Secteur étudié
Population du Cinto			
Réserve d'Asco			
2003	143	3 500	Réserve d'Asco
2006	34	3 511	
2007	110	3 450	
2009	58	3 563	
Autres			
2007	48	4 050	Fangu, Falasorma, Lonca
2007	300	8 400	Asco dont Réserve
2007	169	7 400	Monte Grossu, Tartagine, Melaghja
2007	86	2 450	Corscia
Total 2007	603*	22 300	Population du Cinto
2009	238	11 503	Monte Grossu, Melaghja, Tartagine, et Asco versant sud, RCFS incluse
2009	555	11 445	Asco versant nord, Niolu
2009	86	14 654	Bonifatu, Falasorma, Fangu, Lonca
Total 2009	879*	37 602	Population du Cinto
Population de Bavella			
2006	15	2 026	Réserve de Bavella-Sambucco
2007	97	4 656	Réserve de Bavella-Sambucco, Incudine, Monte Malo, Punta Tintennaja

NR : non renseigné

*sous réserve d'éventuels doubles comptages

Période	Nombre de personnes	Tps de vol (min)	Découpage	Source
10-mars-03	2	125	6 secteurs	Benedetti et Bergogne, 2003
28-mars-06	4	73	6 secteurs	Benedetti <i>et al.</i> , 2006a
10-avr.-07	4	118	6 secteurs	Benedetti <i>et al.</i> , 2007b
6-mai-09	4	NR	6 secteurs	Benedetti et Sanchis, 2009
6-avr.-07	4	120	NR	Benedetti <i>et al.</i> , 2007b
10-avr.-07	4	250	NR	Benedetti <i>et al.</i> , 2007b
12-avr.-07	4	70	NR	Benedetti <i>et al.</i> , 2007b
12-avr.-07	4	27	NR	Benedetti <i>et al.</i> , 2007b
6, 10 et 12 avril 2007	-	-	-	Benedetti <i>et al.</i> , 2007b
6-mai-09	4	360	NR	Benedetti et Sanchis, 2009
7-mai-09	4	310	NR	Benedetti et Sanchis, 2009
8-mai-09	4	230	NR	Benedetti et Sanchis, 2009
6, 7 et 8 mai 2009	-	-	-	Benedetti et Sanchis, 2009
4-avr.-06	4	130	10 secteurs	Benedetti <i>et al.</i> , 2006a
28-juin-07	4	205	NR	Benedetti <i>et al.</i> , 2007b

Les cartographies des résultats des dénombrements par survols aériens des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 2003 à 2009 sont présentées dans le document OFB (2021b). Seules les cartographies concernant les derniers comptages sont présentées ici.

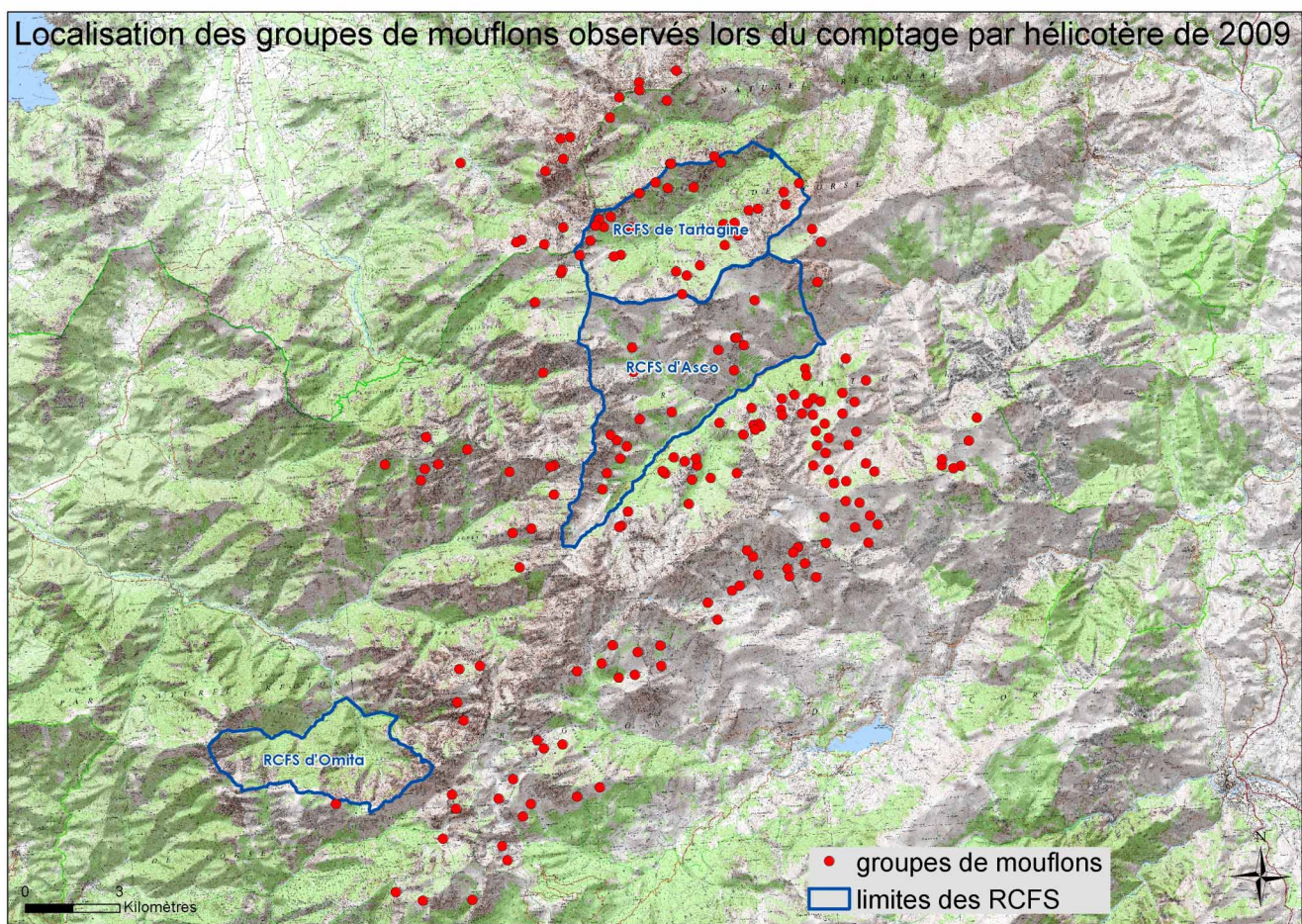


Figure 1. Résultats des dénombrements par survols aériens de la population de mouflons du Cinto en 2009.

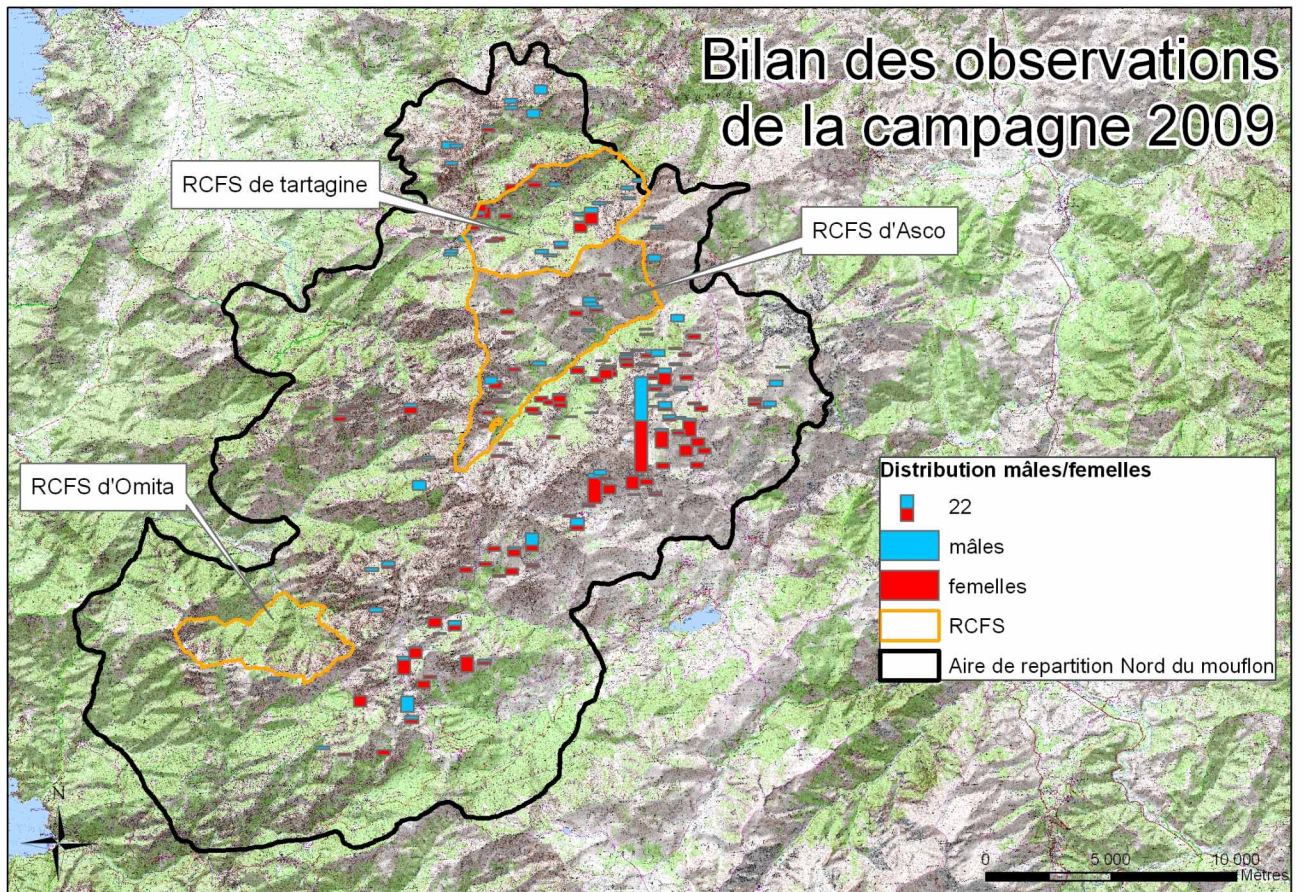


Figure 2. Bilan des observations par survols aériens de la population de mouflons du Cinto en 2009.

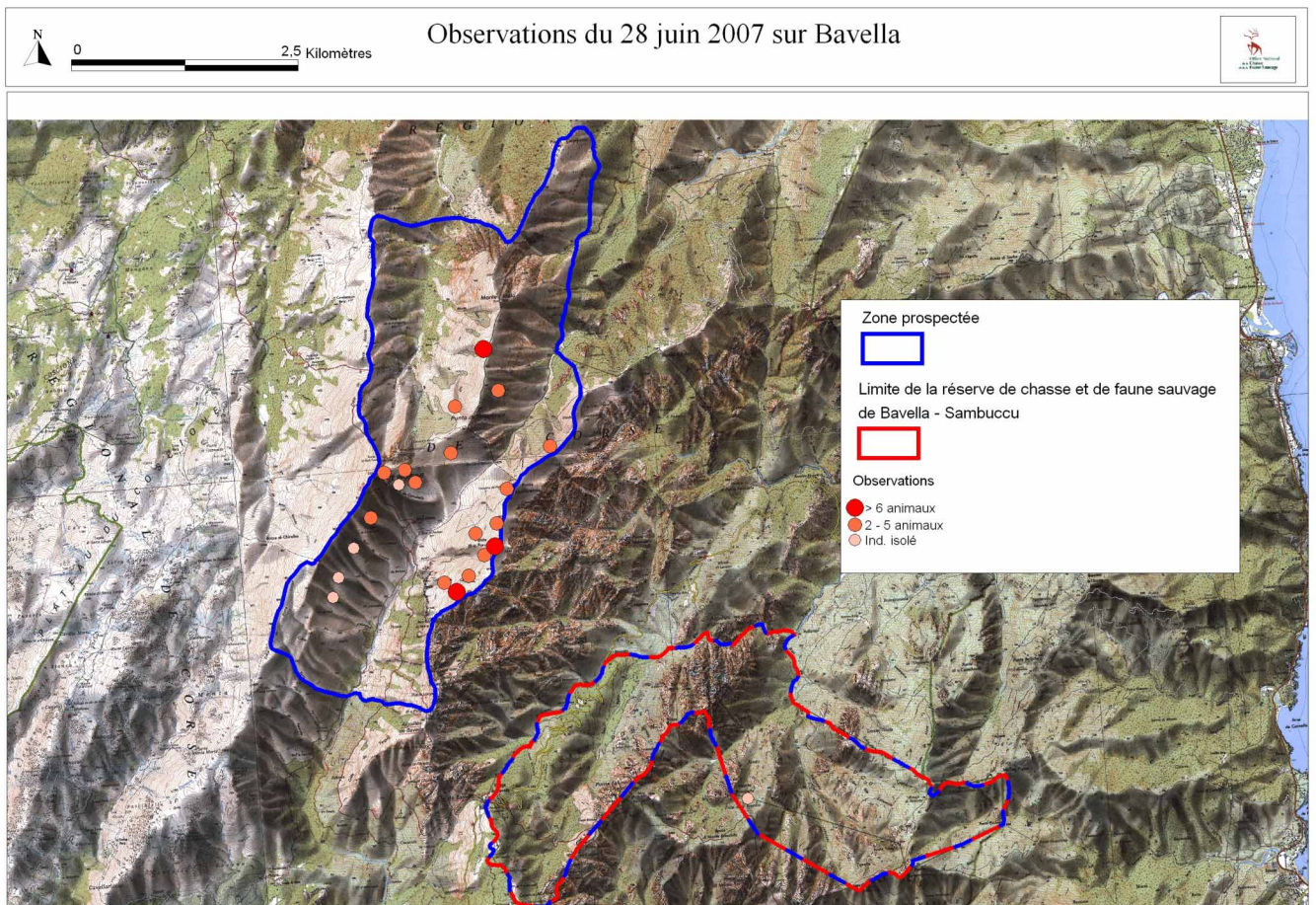


Figure 3. Résultats des dénombrements par survols aériens de la population de mouflons de Bavella en 2007.



Annexe 7

Résultats des premières estimations de l'indice de reproduction des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 1963 à 1989

Tableau 1. Résultats des premières estimations de l'indice de reproduction des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 1963 à 1982

Date	Nombre d'itinéraires-échantillons	Nombre moyen d'animaux vus par sortie	Nombre total d'animaux vus	Surface prospectée (ha)	Indice de reproduction (Ratio agneaux/femelles)	Période	Protocole
Population du Cinto - Secteur est du Massif du Cinto							
1977	5	11	54	NR	0,41	2 au 16 juin 1977	Échantillonnage de Hardes
1978	12	11	129	NR	0,50	6 au 31 mai 1978	Échantillonnage de Hardes
1978	5	15	73	NR	0,59	15 au 31 mai 1978	Échantillonnage de Hardes
1979	1	55	55	NR	0,45	7 juin 1979	Échantillonnage de Hardes
1980	4	35	140	NR	0,44	23 au 26 juin 1980	Échantillonnage de Hardes
1981	8	20	157	NR	0,38	16 au 31 mai 1981	Échantillonnage de Hardes
1981	7	28	198	NR	0,39	1 ^{er} au 15 juin 1981	Échantillonnage de Hardes
1981	8	22	175	NR	0,36	16 au 30 juin 1981	Échantillonnage de Hardes
1982	8	26	205	5 000	0,58	27 mai au 25 juin 1982	Échantillonnage de Hardes
Population de Bavella							
1963	NR	NR	NR	NR	0,67	Octobre-décembre 1962 ; avril-mai 1963 ; novembre 1963	Observation directe et réalisation de "fichier" par animal basé sur les signes distinctifs individuels (masque, lunettes, selle, cornes...) à l'aide de photographies

NR : non renseigné

Objectif	Source	Date 1 ^{re} mise bas
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	06-mai
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	16-mai
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	11-mai
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	
Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990 ; Pietri, 1983	10-mai
Écologie de l'espèce	Pfeffer, 1963	Dernière quinzaine d'avril

Tableau 2. Résultats des estimations de l'indice de reproduction selon le protocole d'échantillonnage de hardes par secteurs-échantillons des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 1983 à 1989

Date	Nombre d'itinéraires-échantillons ou secteurs	Nombre total de sorties	Nombre moyen d'animaux vus par sortie	Nombre total d'animaux vus	Nombre d'observations (groupes)	Nombre moyen d'observations (groupes/sortie)	Surface prospectée (ha)	Indice de reproduction (ratio agneaux/femelles)
Population du Cinto								
Est du Massif du Cinto								
1983	5	24	24	574	206	8,6	2 300	0,37
1983	5	27	35	934	NR	NR	2 500	0,31 brut et 0,37 corrigé*
1984	5	5	23	117	24	4,8	2 300	0,28
1984	5	4	24	97	27	6,8	2 500	0,14
1984	1	20	13	257	NR	NR	500/700	0,03 brut et corrigé*
1985	5	25	20	495	168	6,8	2 300	0,47
1986	5	5	35	173	38	7,6	2 300	0,41
1987	5	5	20	101	26	5,2	2 300	0,49
1987	6	41	14	573	NR	NR	2 500	0,31 brut et 0,375 corrigé*
1988	5	5	19	94	27	5,4	2 300	0,40
1989	5	-	22	-	-	-	2 300	0,53
Versants nord-ouest et sud-est de la Haute-vallée de Tartagine								
1986	6	21	5	107	28	1,3	1 520	0,35
Versants nord du Massif du Cinto								
1986	8	44	9	389	102	2,3	NR	0,52
Versant sud-ouest du Massif du Cinto (Capu a Cuccula – Punta Licciola)								
1985	9	42	13	533	120	2,9	NR	0,48
1985	10	23	3	83	NR	NR	NR	0,17 brut et 0,21 corrigé*
Population de Bavella								
1984	8	39	5,3	205	84	2,2	NR	0,33
1984	8	37	5	187	NR	NR	NR	0,07

NR : non renseigné

*Indice corrigé : ratio du nombre total d'agneaux observés sur le nombre total de femelles en âge de se reproduire (+ de 2ans)

Période	Objectif	Source	Date 1 ^{re} mise bas	Mortalité des agneaux
7 avril au 4 juillet 1983	Estimation indice de reproduction	Pietri, 1983	10 mai	
1 ^{er} novembre 1983 au 15 janvier 1984	Écologie automnale et hivernale	Seriot, 1984		16,2 %
15 au 28 juin 1984	Estimation indice de reproduction	Roux et Dubray, 1984a		
7 au 12 octobre 1984	Estimation indice de reproduction	Roux et Vitti, 1984		50 %
1 ^{er} octobre au 31 décembre 1984	Écologie automnale et hivernale	Gaxotte, 1985		
3 avril au 30 juin 1985	Estimation indice de reproduction	Weiland, 1985	6 mai	
10 au 25 juin 1986	Estimation indice de reproduction	Roux, 1986a		
15 au 26 juin 1987	Estimation indice de reproduction	Roux, 1987a		
15 septembre au 31 décembre 1987	Estimation indice de reproduction	Thiolere, 1988		36,7 %
14 au 26 juin 1988	Estimation indice de reproduction	Roux et Battesti, 1988 ; Roux, 1988c ; Dubray et Roux, 1990		
-	Estimation indice de reproduction	Dubray et Roux, 1990		
9 mai au 7 juillet 1986	Estimation de l'indice de reproduction	Benedetti et Roux, 1986		
20 avril au 30 juin 1986	Estimation de l'indice de reproduction	Salducci, 1987	24 mai	
3 mai au 5 juillet 1985	Écologie printanière	Ricau, 1985	27 mai	
3 octobre au 29 novembre 1985	Écologie automnale	Peguet, 1985		64,6 %
5 avril au 11 juillet 1984	Estimation de l'indice de reproduction	Bouchet-Virette, 1984	21 avril	
1 ^{er} octobre au 25 décembre 1984	Écologie automnale et hivernale	Dumain, 1985		78,8 %



Annexe 8

Résultats des estimations de l'indice de reproduction selon le protocole d'indice ponctuel d'abondance (IPA) des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 1998 à 2009

Date	Nombre d'itinéraires-échantillons ou secteurs	Nombre total de sorties	Nombre moyen d'animaux vus par sortie	Nombre total d'animaux vus	Indice de reproduction (Ratio agneaux/femelles)	Période
Population du Cinto						
Est du Massif du Cinto						
1998	1	4	33	131	0,37	6, 10, 16 et 26 juin 1998
1999	1	3	35	105	0,39	8, 15 juin et 1er juillet 1999
2000	1	3	40	119	0,69	16, 21, 28 juin 2000
2001	1	4	29	116	0,53	8, 15, 20 et 27 juin 2001
2002	1	4	33	130	0,34	13, 18, 27 juin et 9 juillet 2002
2003	1	3	22	67	0,46	19, 26 juin et 10 juillet 2003
2004	1	3	26	79	0,26	9, 18, 29 juin 2004
2005	NR	4	NR	NR	0,47	3, 13, 20 et 28 juin 2005
2006	1	4	14	54	0,40	6, 14, 19 et 25 juin 2006
2007	1	4	28	112	0,36	7, 14, 20 et 28 juin 2007
Pinara						
2009	1	3	54	161	0,36	5, 21 et 24 juin 2009
Réserve du Fango						
2006	1	6	11	66	0,28	8, 14, 22, 29 juin et 4 et 10 août 2006
2007	1	4	8	32	0,24	27 juillet et 3, 10 et 24 août 2007
2008	1	4	3	13	0,30	1, 8 juillet et 14 et 22 août 2008
Population de Bavella						
2004	1	4	36	142	0,12	18, 25 mai et 4, 11 juin 2004
2005	1	4	NR	NR	0,17	26 mai, 3, 10 et 19 juin 2005
2006	1	4	43	173	0,31	16, 30 mai, 6 et 14 juin 2006
2007	1	4	39	155	0,44	16 et 24 mai et 9 et 16 juin 2007
2009	1	4	58	233	0,18	21 et 27 mai et 3 et 12 juin 2009

NR : non renseigné

Source

Croce *et al.*, 2005

Croce *et al.*, 2005

Croce *et al.*, 2005

Croce *et al.*, 2005

Croce *et al.*, 2005

Croce *et al.*, 2005

Benedetti *et al.*, 2004a ; Croce *et al.*, 2005

-

Benedetti *et al.*, 2006c

Benedetti *et al.*, 2007a

Benedetti *et al.*, 2009 ; Vandra, 2009

Benedetti *et al.*, 2006d ; Benedetti *et al.*, 2008

Benedetti *et al.*, 2008

Benedetti *et al.*, 2008

Benedetti *et al.*, 2004a

-

Benedetti *et al.*, 2006c

Benedetti *et al.*, 2007a

Benedetti *et al.*, 2009



Annexe 9

Résultats des estimations de l'indice de reproduction selon le protocole d'indice aérien d'abondance (IAA) des populations de mouflons de Bavella de 2011 à 2020

Nouveau protocole de recensements : Indice aérien d'abondance (IAA)						
Date	Nombre moyen de mouflons par sortie	Nombre moyen de groupes par sortie	Indice de reproduction	Nombre de sorties	Période	Source
Population de Bavella						
2011	73	9,13	0,28	8	24, 25, 26, 30 et 31 mai et 4, 16 et 17 juin	Benedetti <i>et al.</i> , 2011
2012	87,4	14	0,20	7	24, 25, 30 et 31 mai et 5, 6 et 7 juin	Benedetti <i>et al.</i> , 2012
2013	137	16,43	0,19	8	1, 2, 3, 4, 5, 12 et 13 juin	Benedetti <i>et al.</i> , 2013
2014	132,1	28,63	0,25	8	16, 17, 24, 25, 26, 29, 30 mai et 13 juin	Sanchis et Benedetti, 2014
2015	90,4	11,25	0,26	8	18, 19, 28, 29, 30 mai et 3, 4, 8 juin	Sanchis et Benedetti, 2015
2016	87,8	10,75	0,14	8	17, 20, 26, 28 mai et 6, 7, 8, 16 juin	Sanchis et Benedetti, 2016 ; Benedetti <i>et al.</i> , 2016a
2017	71,1	7,86	0,20	7	16, 22, 23, 30 et 31 mai et 5, 6 juin	Sanchis et Benedetti, 2018
2018	94,1	10,63	0,12	8	24, 25, 26, 29, 30 mai et 1, 8 et 11 juin	Sanchis et Benedetti, 2018
2019	77,9	7,25	0,29	8	23, 24, 25, 31 mai et 1 et 3, 20 et 21 juin	Sanchis et Benedetti, 2019
2020	80,3	9,14	0,21	7	18 et 29 mai et 2, 3, 8, 9 et 12 juin	Sanchis, 2021

NR : non renseigné



Annexe 10

Résultats des estimations d'indice de gestation dans la Réserve d'Asco de 1984 à 1987

Date	Nombre d'itinéraires-échantillons	Nombre de sorties	Nombre de femelles observées	Nombre de femelles suitées	Nombre de femelles pleines	Nombre de femelles non pleines	Indéterminées (%)	Surface prospectée (ha)	Indice de gestation	Période	Source
1984	5	4	60	33	12	17	31 (52 %)	2 300	0,41	11, 14, 17, 22 mai 1984	Roux et Dubray, 1984b
1985	5	5	74	0	25	22	27 (36,5 %)	2 300	0,53	25, 26 avril et 2, 3 et 7 mai 1985	Roux et Dubray, 1985b
1986	5	6	126	0	58	26	42 (33,3 %)	2 300	0,69	24, 29, 30 avril et 3, 6, 9 mai 1986	Roux, 1986b
1987	5	5	78	0	43	16	19 (24,4 %)	2 300	0,73	23 avril et 2, 7, 11, 14, 15 mai 1987	Roux, 1987c



Annexe 11

Résultats des autopsies réalisées entre 1981 et 2017

N°fichier	Référence / N° SAGIR	Date	Lieu		Sexe	Âge	Poids kg	État général	Découverte
A2	-	23/03/1980	Evisa	<i>In natura</i>	F	8 mois		Maigreux	Demeautis, 1981
A2	-	09/09/1980	Lonca	<i>In natura</i>	F	Jeune			Demeautis, 1981
A2	-	23/04/1981	Lonca	<i>In natura</i>	F				Demeautis, 1981
A3	360A	21/11/1984	Asco	<i>In natura</i>	F	>4			
A4	-	30/01/1985	infos à trouver	<i>In natura</i>	M	"hors d'age"			
A5	-	26/04/1985	Col de Vergio	<i>In natura</i>	M	6			Ricau, 1985
A6	-	02/10/1985	Quenza	<i>In natura</i>	M	7			
A8	n°02.87	18/03/1987	Réserve d'Asco	<i>In natura</i>	M	7/8		Mauvais	Capturé le 17/03/1987 en mauvaise santé
A11	054552	21/03/2000	Réserve d'Asco	<i>In natura</i>	M	9/10		Maigreux	Trouvé mort dans la Réserve
Cf. Laboratoire d'Analyses du Cismonte	-	25/06/2007		<i>In natura</i>	M				Memmi, 2012a et b
	-	08/01/2008		<i>In natura</i>	F				
A14	110391	18/01/2010	Albertacce	<i>In natura</i>	M	9	34	Mauvais	Cadavre
A15	113104	04/08/2010	Asco	<i>In natura</i>	F	3	25	Mauvais	Vivant

Commémoratifs	Ectoparasites	Parasites pulmonaires	Parasites digestifs	Autre	Cause de la mort	Catégories
Maigreux et abcès caséux superficiels et internes (mamelle, utérus)			Strongles		Entérotoxémie	Infections
Parasitisme par kyste hydatique important et abcès rénal droit et fusées purulentes connexes					Urémie	Pathologie
					Inconnue	
		Larves protostrongylus	Strongles		Noyade	Traumatisme
Parasitisme (tiques) maigreux et lésions de grattage	Tiques				Vielllesse, surmenage, poly-parasitisme	Infections/débâcle organique
	Tiques	Larves protostrongylus	Strongles		Péritonite et septicémie	Infections
Maigreux parasitisme (poux) déformation articulaire	Tiques	Strongles	Strongles	Petite douve	N.R.	Infections/débâcle organique
Maigreux plaie coude droit, face interne ; gonflement articulations et tiques	Tiques	Strongles	Strongles	Trichuris	Septicémie à partir d'une plaie	Traumatisme
Maigreux, nombreux ectoparasites, plaie face interne de la cuisse droite + absence de tout l'appareil génital (prédation ?)	Tiques		Larves		Cirrhose du foie	Infections/débâcle organique
					Traumatismes musculaires des pattes postérieures	Traumatisme
					Septicémie, état physiologique fortement dégradé, parasitisme important	Infections/débâcle organique
Forte maigreux musculaire	Tiques	-	Strongles, Monezia, coccidies	-	Traumatique	Traumatisme
Mort en écurie	Tiques, Oestres	-	-	Clostridium	choc septique	Infections

N°fichier	Référence / N° SAGIR	Date	Lieu		Sexe	Âge	Poids kg	État général	Découverte
A16	110380	25/01/2011	Albertacce	<i>In natura</i>	M	9	35	Mauvais	Vivant
A17	Mouflon n°6 / 107306	28/02/2011	Asco	<i>In natura</i>	M	>10	30-35	Indéterminé	Cadavre
A18	Mouflon n°4 / 114175	03/03/2011	Asco	<i>In natura</i>	M	8/10	30-35	Indéterminé	Cadavre
A19	Mouflon n°10 / 110395	24/01/2012	Asco	<i>In natura</i>	M	>9	-	Mauvais	Cadavre
A20	Mouflon n°11 / 110396	17/08/2012	Asco	<i>In natura</i>	M	3	20	Mauvais	Cadavre
A21	Zonza jeune femelle	03/09/2012	Zonza	<i>In natura</i>	F	<1	-	Bon	Cadavre décapité
A22	Mouflonne n°42 / 15ONCFS2B2 013	07/03/2013	Asco	<i>In natura</i>	F	>7	-	Médiocre	cadavre autopsié sur le terrain
A23	Mouflon n°48 / 108601	12/03/2014	Asco	<i>In natura</i>	M	9/11	29.4	Mauvais	Cadavre
A24	108602	22/07/2014	Manso	<i>In natura</i>	M	-	21	Mauvais	Cadavre
A25	108972	07/11/2014	Asco	<i>In natura</i>	F	-	20	Bon	Cadavre
A26	Mouflon n°62	17/02/2015	Asco	<i>In natura</i>	M	10	26	Mauvais	Cadavre
A27	Mouflon n°54	27/02/2015	Asco	<i>In natura</i>	M	11	33	Mauvais	Cadavre
A28	-	13/10/2017			F	8	17	Bon	Cadavre

Commémoratifs	Ectoparasites	Parasites pulmonaires	Parasites digestifs	Autre	Cause de la mort	Catégories
Mort en écurie, forte maigreur	-	Strongles	Strongles, coccidies	Arcanobacterium, Vibrio	Bronchopneumonie vermineuse et bactérienne	Infections/débâcle organique
Charognard	Tiques	Strongles	Strongles, Monezia	-	Parasitisme, vieillesse	Infections/débâcle organique
Capturé 2 fois en fév	Tiques	Strongles	Strongles, Monezia	-	Parasitisme, détresse respiratoire	Infections/débâcle organique
Maigreux	Tiques	Strongles	Strongles, Petite douve, Trichuris, Monezia, coccidies	-	Toxi infection, forte immunodépression, misère physiologique	Infections/débâcle organique
Maigreux	-	-	-	-	Non déterminé à cause du mauvais état de conservation	Indéterminée
Bon état physiologique	Quelques tiques	Absence de parasites		-	Pas de cause évidente de la mort	Braconnage
Retrouvée près de la cage n°4	Tiques	Signes de parasitisme de forte intensité		-	Lésions intenses de néphrite Insuffisance cardio-vasculaire	Infections/débâcle organique
Maigreux	Tiques	-	Traces (migration larvaire)	-	Débâcle organique associée à un effondrement des défenses immunitaires	Infections/débâcle organique
Maigreux	Tiques	Strongles	-	-	Pneumopathie associée à un parasitisme interne et externe important sur animal affaibli par un état nutritionnel déficitaire	Infections/débâcle organique
-	Tiques	-	-	-	Prédation	Prédation
Retrouvé mort à côté de la cage	Tiques	Strongles	Traces (migration larvaire)	-	Débâcle organique dans un contexte de dénutrition avec perturbations métaboliques	infections/débâcle organique
-	Tiques	-	-	-	Pneumopathie, pathologie digestive inflammatoire et mauvais état général	Infections/débâcle organique
Maigreux	Tiques	strongles respiratoires	-	-	Bronchite vermineuse et cardiopathie	Infections/débâcle organique



Annexe 12

Résultats des analyses de sang réalisées entre 1985 et 2019

Prélèvements sanguins 1985-2019

Fichier	Date	Référence tubes sang	FCO	CHLAM	FVQ	SALM	PATUB	BRUC	BVD	CAEV
-	17/01/1985	-	NA	NI			NAz	NI	NA	NA
-	17/01/1985	-	NA	NI			NA	NI	NA	NA
-	17/01/1985	-	NA	NI			NA	NI	NA	NA
-	17/01/1985	-	NA	NI			NA	NI	NA	NA
47	19/01/1985	-	NA	NI	NI	Neg	NA	NI	NA	NA
	17/09/1985									
48	28/12/1985		NA	NI	NA	NI	NA	Neg	NA	NA
49	30/12/1985		NA	NI	NA	NI	NA	Neg	NA	NA
51	09/01/1986		NA	NI	NI	NI	NA	NI	NA	NA
45	01/02/1986	-	NA	NI	NI	Neg	NA	NA	NA	NA
1	01/02/1986		NA	NI	NI	NI	NA	NA	NA	NA
52	25/02/1986	-	NA	NI	NI	Neg	NA	NA	NA	NA
50	03/03/1986	-	NA	NI	NI	Neg	NA	Neg	NA	NA
	11/03/1986	-	NA	NI	NI	Neg	NA	NI	NA	NA
001	14/01/1987	-	NA	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA
002	05/03/1988	-	NA	NI	NI	NI	NA	NA	NA	NA
	09/03/1988		NA	NI	NI	NI	NA	NA	NA	NA
120403-04045	12/03/2012	120403-04045	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
30 / SAGIR n°0107301	11/12/2012	121213-4108/4109	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA
35	07/03/2013	16ONCFS2B2013	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
42	07/03/2013	15ONCFS2B2013	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
12	07/03/2013	12ONCFS2B2013	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
41	07/03/2013	17ONCFS2B2013	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
36	06/03/2013	14ONCFS2B2013	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
38	03/03/2013	11ONCFS2B2013	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
40	06/03/2013	13ONCFS2B2013	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg

	NI - Non interprété
	NA - Non analysé
	QI - Quantité insuffisante
	Dtx - Douteux
	Pos - Positif
	Neg - Négatif

	PI3	RSV	TOX	Schmal	Agalaxie	Neospora	IBR	EHRL	EHDV	Rick	Ana	Bart	Bab/Thei	Borr
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
pas de résultats														
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Pos	NA	Neg	Pos	Pos	Pos	Neg
	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fichier	Date	Référence tubes sang	FCO	CHLAM	FVQ	SALM	PATUB	BRUC	BVD	CAEV
46	13/01/2014	02ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
21	24/01/2014	06ONCFS2B2014	QI	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	QI	Neg
48	28/01/2014	08ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
49	31/01/2014	07ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
35	31/01/2014	05ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
50	05/02/2014	12ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
53	13/02/2014	11ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
54	19/02/2014	15ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
59	24/03/2014	14ONCFS2B2014	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
62	24/01/2015	02ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
61	22/01/2015	03ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
63	26/01/2015	05ONCFS2B2015	Neg	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
64	29/01/2015	06ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
67	02/02/2015	07ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
12	30/01/2015	08ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
70	06/02/2015	10ONCFS2B2015	Neg	Dtx	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
68	03/02/2015	11ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
72	07/02/2015	14ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
73	12/02/2015	16ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
76	19/02/2015	17ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
75	17/02/2015	18ONCFS2B2015	Neg	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
77	20/02/2015	19ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
79	25/02/2015	21ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
81	02/03/2015	23ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
82	03/03/2015	24ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
80	03/03/2015	25ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
86	10/03/2015	26ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
87	12/03/2015	30ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
12	09/03/2015	31ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
90	16/03/2015	37ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
92	18/03/2015	38ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
93	25/03/2015	39ONCFS2B2015	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
94	29/02/2016	05ONCFS2B2016								
108	18/03/2016	01ONCFS2B2016								

Fichier	Date	Référence tubes sang	FCO	CHLAM	FVQ	SALM	PATUB	BRUC	BVD	CAEV
95	23/01/2017	2017-PE/MOUFLON-01	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
96	24/01/2017	2017-PE/MOUFLON-02	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
97	26/01/2017	2017-PE/MOUFLON-03	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
98	27/01/2017	2017-PE/MOUFLON-04	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
99	28/01/2017	2017-PE/MOUFLON-05	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
100	06/02/2017	2017-PE/MOUFLON-06	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
101	10/02/2017	2017-PE/MOUFLON-07	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
102	10/02/2017	2017-PE/MOUFLON-08	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
103	17/02/2017	2017-PE/MOUFLON-09	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
104	17/02/2017	2017-PE/MOUFLON-10	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
105	18/02/2017	2017-PE/MOUFLON-12	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
106	16/03/2017	2017-PE/MOUFLON-11	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
107	11/10/2017	2017-PE/MOUFLON-13	Neg	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
109	16/01/2018	2018-PE/MOUFLON-01	Neg	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
110	17/01/2018	2018-PE/MOUFLON-02								
111	20/01/2018	2018-PE/MOUFLON-05								
111	20/01/2018	2018-PE/MOUFLON-11	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
112	23/01/2018	2018-PE/MOUFLON-03	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
113	24/01/2018	2018-PE/MOUFLON-04	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
114	25/01/2018	2018-PE/MOUFLON-07	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
115	29/01/2018	2018-PE/MOUFLON-06	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
116	30/01/2018	2018-PE/MOUFLON-08	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
117	02/02/2018	2018-PE/MOUFLON-09	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
118	08/02/2018	2018-PE/MOUFLON-10								
119	09/02/2018	2018-PE/MOUFLON-13	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
15	09/02/2018	2018-PE/MOUFLON-12	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
120	13/02/2018	2018-PE/MOUFLON-16								
121	15/02/2018	2018-PE/MOUFLON-14								
122	15/02/2018	2018-PE/MOUFLON-15								
123	19/02/2018	2018-PE/MOUFLON-18								
124	22/02/2018	2018-PE/MOUFLON-20								
125	01/03/2018	2018-PE/MOUFLON-21								
127	04/03/2018	2018-PE/MOUFLON-22								
128	04/03/2018	2018-PE/MOUFLON-23								
129	07/03/2018	2018-PE/MOUFLON-19								
130	12/03/2018	2018-PE/MOUFLON-28								
131	12/03/2018	2018-PE/MOUFLON-26								
132	13/03/2018	2018-PE/MOUFLON-24								
133	15/03/2018	2018-PE/MOUFLON-25								
98	28/01/2019	01-MOUFLON2B-2019								

PI3	RSV	TOX	Schmal	Agalaxie	Neospora	IBR	EHRL	EHDV	Rick	Ana	Bart	Bab/Thei	Borr	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Dtx	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
NA	NA	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Hémolysé														
Pas de résultats									NA	NA	NA	NA	NA	NA
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Neg	Pos	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Pas de résultats									NA	NA	NA	NA	NA	NA
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Pas de résultats														

- 210 ■ Annexe 1 - Circulaire d'instruction concernant l'introduction d'ongulés en Corse
- 212 ■ Annexe 2 - Propositions pour améliorer l'élevage des mouflons dans l'enclos de Quenza et courrier à Monsieur le Délégué interrégional
- 216 ■ Annexe 3 - Analyses génétiques – mouflons de Bavella et mouflons de l'enclos de Quenza
- 220 ■ Annexe 4 - Résultats des analyses sérologiques réalisées sur les mouflons de l'enclos de Quenza
- 222 ■ Annexe 5 - Arrêté portant le statut de protection du Mouflon de Corse
- 223 ■ Annexe 6 - Lancement du plan national d'action en faveur du Mouflon de Corse
- 224 ■ Annexe 7 - Quelques éléments de la presse

B

Annexes





Annexe 1

Circulaire d'instruction concernant l'introduction d'ongulés en Corse

<p>OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE</p> <p>15 FEB 1989</p> <p>REPUBLICQUE FRANCAISE</p> <p>SECRETARIAT D'ETAT AUPRES DU PREMIER MINISTRE CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT</p>	<p>16 FEB. 1989</p> <p>ST/PATRES 320 4</p> <p>SERVICE TECHNIQUE</p> <p>15.FEV.1989</p> <p>COURRIER ARRIVE</p>
<p>Direction de la protection de la nature Service chasse faune flore</p>	<p>Instruction PN/S2 n° 89 /5</p> <p>NEULLY, le 10 FEB. 1989</p>
<p>Copie ONERA cervidés sanglier Station de milieux méditerranéens ✓</p> <p>15 FEB. 1989</p> <p>LE SECRETAIRE D'ETAT AUPRES DU PREMIER MINISTRE CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT</p> <p>à</p> <p>Madame et Messieurs les Préfets</p> <p>OBJET: Protection des ongulés corses.</p> <p>Certaines espèces de gibier présentent en Corse, compte tenu de son insularité, des particularités spécifiques allant parfois jusqu'à constituer des sous-espèces. Il apparaît très souhaitable, comme l'ont demandé avec insistance les responsables locaux, de protéger, sauvegarder et renforcer ces populations animales.</p> <p>Il s'agit particulièrement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du cerf de Corse (<i>Cervus elaphus corsicanus</i>) dont la réintroduction a été entreprise il y a quelques années par l'intermédiaire du Parc naturel régional de Corse. Ces animaux, dont la sous-espèce est propre à la Sardaigne et à la Corse, provenaient de Sardaigne. Il importe que ne soient lâchés en Corse que des animaux de cette sous-espèce afin d'éviter toute pollution génétique ; - du sanglier de Corse. D'études réalisées par l'Institut national de la recherche agronomique et par le Parc naturel régional de Corse sur les sangliers de souche originelle corse, il ressort que le sanglier corse possède en effet des caractéristiques génétiques et physiques spécifiques qui le distinguent des sangliers continentaux. Il convient donc également de ne permettre sur l'île que le lâcher d'animaux de souche pure Corse. <p>.../...</p>	
<p>Plan de diffusion</p> <p>Pour attribution</p> <p>Pour exécution</p> <p>MM. les préfets 1 ex</p> <p>Directeurs départementaux l'agriculture et de la forêt 1 ex</p>	<p>Pour information</p> <p>MM. les délégués régionaux à l'architecture et à l'environnement 1 ex</p> <p>Les ingénieurs généraux du GREFF 1 ex</p> <p>Les inspecteurs généraux de l'environnement C.E.M.A.G.R.E.F. division chasse 2 ex</p> <p>O.N.C. 10</p> <p>O.N.F. 10</p>

3/2

- 2 -

- du mouflon corse (souche "Bavella"). Des opérations de repeuplement de territoires corses à partir d'animaux repris sur l'île même sont prévues avec la participation de l'office national de la chasse, des deux fédérations de chasseurs et du Parc naturel régional.

Le chevreuil n'est pas représenté dans l'île et il ne parait pas souhaitable, dans l'état actuel des connaissances, de l'y introduire.

Afin de permettre le bon déroulement des actions entreprises pour protéger les populations d'ongulés corses et éviter tout risque de pollution génétique de ces espèces, je vous demande donc, en application de l'article 372 du code rural, de ne délivrer aucune autorisation de transport de cerfs, chevreuils, mouflons et sangliers vivants à destination des deux départements de la Corse.

P/le Secrétaire d'Etat et par délégation
Le Directeur de la Protection de la Nature



Annexe 2

Propositions pour améliorer l'élevage des mouflons dans l'enclos de Quenza et courrier à Monsieur le Délégué interrégional

■ Propositions Élevage mouflon enclos de Quenza

La partie « élevage en captivité » constituait une des actions principales du programme Life mouflons puisqu'il devait aboutir à la constitution de nouveaux noyaux de population en vue de lâchers sur des secteurs déterminés permettant à la fois une augmentation numérique des populations et une extension de l'aire de répartition.

Au vu des difficultés rencontrées par les équipes techniques du Parc Régional dans la réalisation de cette phase, une réunion sur le site de Quenza a été prévue avec les principaux partenaires (ONCFS-DREAL-OEC) afin de déterminer les facteurs limitant un développement normal de la population en captivité. Elle s'est déroulée le 14 octobre 2013 (le représentant de l'OEC n'a pu y participer).

La contribution de [REDACTED] de l'ONCFS a été essentielle eu égard à son expérience et à sa connaissance de l'espèce. A cette occasion, il a tenu à réaffirmer le soutien de son organisme à l'action d'élevage menée par le Parc, en continuité de la collaboration technique et financière apportée lors du Life, et il a insisté sur l'intérêt de maintenir dans cet espace, à titre conservatoire, un noyau de mouflons originaires de Bavella.

A l'issue des discussions, les propositions ont donc été principalement axées sur les méthodes à appliquer pour favoriser la reproduction et la survie des jeunes en enclos, en retenant comme principe une artificialisation de l'élevage, dont l'application devrait permettre d'apporter les réponses les plus appropriées aux questions soulevées.

Les mesures retenues sont les suivantes :

- renforcement de la clôture de l'enclos par l'installation d'un bas-volet d'au moins 50 cm ;
- renforcement du grillage par doublement de la clôture sur une hauteur d'1 mètre ;
- bétonnage de la base de la clôture pour éviter tout creusement d'accès ;
- acquisition et pose de cages-pièges (une dizaine) pour la capture de chiens et de renards ;
- acquisition de cages de reprise identiques à celles utilisées dans la RCFS d'Asco ;
- construction de deux abris destinés à protéger les animaux lors des épisodes neigeux ou de fortes pluies ;
- suivi sanitaire individuel de chaque animal ;
- marquage de tous les individus (boucles d'identification) lors des captures en application du protocole défini par l'ONCFS et le LVD 2B ;
- installation d'un pédiluve à l'entrée de l'enclos ;
- régime alimentaire adapté en fonction des périodes (rut-gravidité- mise-bas-allaitement) afin de répondre aux besoins physiologiques des animaux et écarter tout risque de carence ;
- élaboration d'un règlement sanitaire (contact-manipulation des animaux...) ;
- formation du personnel affecté à la gestion de l'enclos, aussi bien au niveau théorique que pratique, indispensable pour une bonne maîtrise de l'élevage ;
- prise en compte de la réglementation dans le cadre de l'action d'élevage (qualification du responsable de l'enclos, applications des décisions...).



Moltifao, le 25 octobre 2013

N.Réf. CT20/PB/SA/13.353

Objet : Enclos à mouflons à Quenza

De

Philippe BENOISTE

Chef technicien de l'environnement
Responsable de la cellule technique de
l'ONCFS en Corse

A

Monsieur Jean-Louis BLANC

Délégué Interrégional

Monsieur le Délégué Interrégional,

J'ai été sollicité par la Parc Naturel Régional de Corse en tant que conseiller afin d'apporter au nouveau gestionnaire de l'enclos d'élevage de mouflons de Quenza en Corse-du-Sud, les préconisations générales sur la conduite de ce parc.

Je vous rappelle que le PNRC a conduit le programme « Life Nature » sur le mouflon de Corse (2003-2007). L'ONCFS avait été en charge en outre d'autres opérations de capture (30 animaux dans l'objectif de fournir des reproducteurs).

L'objectif numéro un de ce programme « Life » étant de reconstituer des populations sauvages sur des massifs de Corse que l'expansion naturelle des deux populations ne pouvaient atteindre. A Asco, un enclos fut mis en place malgré notre opposition dans un secteur très accidenté, ce que nous avions envisagé se produisit. En effet, pendant l'hiver et durant deux années consécutives les animaux se sont enfuis mettant à bas le projet d'élevage sur Asco.

A Quenza, une partie de l'enclos destinée à l'élevage fut réservée aux mouflons. L'objectif la non plus n'a pas été atteint puisque le taux d'animaux n'a jamais été suffisamment nombreux pour permettre des relâches.

Les causes d'échecs ont été depuis relativement déterminées, elles sont dues principalement au départ, à l'adaptation des animaux sauvages mais aussi à des problèmes d'antérotoxémie dus à une alimentation inadaptée qui a causé de nombreuses pertes.



La cause principale fut identifiée comme étant celle de la prédation des chiens et des renards qui s'introduisent dans le parc d'élevage.

Cette prédation portant essentiellement sur les jeunes. Le taux de survie étant quasiment nul, aujourd'hui nous avons dix-neuf animaux en enclos.

Il nous paraît donc important qu'à titre conservatoire un cheptel d'animaux issus de la population de Bavella doit être maintenu en enclos.

La population naturelle dont sont issus ces animaux n'étant pas à l'abri d'une éventuelle extinction contrairement à celle du Cintu dont les effectifs in-natura sont au moins du double.

Nos préconisations portent principalement sur le fait de rendre cet enclos étanche à l'introduction de prédateurs venant de l'extérieur par :

- L'apposition d'un bas volet empêchant les renards et les chiens de passer par-dessus les clôtures,
- Le renforcement par un bétonnage le bas du grillage,
- L'installation d'une dizaine de caches-pièges.

A titre sanitaire :

- Effectuer à l'aide de caches-pièges la capture de tous les animaux afin d'évaluer leur statut sanitaire,
- Apposer une boucle auriculaire sur chaque animal,
- Etablir une fiche par animal correspondant à son statut morpho typique comme celle employée à l'ONCFS.

Au niveau alimentaire en sus des céréales et du foin :

- Faire en sorte d'apporter tous les suppléments nécessaires à l'élevage des animaux en contention.
- Construire deux ou trois abris permettant aux animaux de s'abriter pendant les précipitations de pluie et de neige,
- Installer un pédiluve afin d'obliger tous les entrants d'enlever leurs chaussures et d'obliger les soigneurs à respecter les normes d'hygiène strictes,
- Limiter les visites autres que celles des soigneurs.



Au niveau réglementaire :

- Tenir à jour le registre d'entrée et de sortie (tous les mouvements d'animaux devront être consignés),
- Faire en sorte que les soigneurs soient titulaires du Certificat de Capacité de la Faune Domestique,
- Les personnels devront également accéder aux formations nécessaires dans leur spécialité.

Le Chef technicien

Place de la République

Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage – Département Wallonie
Avenue de Waterloo – 13714 4000 Louvain-la-Neuve
069 47 47 47 – Fax : 069 47 47 47 – Site : www.oncfs.wallonie.be
Cafétéria : 069 47 47 47 – Site : www.oncfs.wallonie.be



Annexe 3

Analyses génétiques – mouflons de Bavella et mouflons de l'enclos de Quenza

■ Contexte

Parmi les deux populations de Mouflons de Corse, la population de Bavella est considérée comme celle présentant les plus forts enjeux de conservation. Différentes mesures ont donc été mises en place pour y répondre, comme l'élevage en enclos d'individus en vue de futurs relâchers. Ces lâchers doivent notamment permettre un renforcement des effectifs de la population sauvage et un agrandissement de son aire d'extension.

À ce jour, on ne connaît pas le statut génétique des individus de l'enclos et notamment si la reproduction entre animaux apparentés (consanguinité) n'a pas abouti au fil des générations à des effets délétères sur la valeur sélective des individus captifs (Keller & Waller 2002). En outre, dans le cadre de ré-introductions, le lâcher d'individus qui seraient génétiquement trop différenciés des individus natifs pourrait faire perdre les adaptations locales des individus sauvages (Edmands 2007). La diversité génétique des individus relâchés est aussi un élément important pour les futurs noyaux de populations créés dans la mesure où elle offrira aux animaux une meilleure capacité à s'adapter à des futurs changements de leurs conditions environnementales (Frankham *et al.* 2004). S'assurer que cette diversité génétique soit suffisante sans que la différenciation génétique avec les individus sauvages ne soit trop marquée sont deux paramètres d'importance pour le succès des futures ré-introductions.

Des prélèvements génétiques ont été réalisés sur les animaux vivant dans l'enclos de Quenza afin de quantifier ces éléments. Ces prélèvements, une fois génotypés et analysés en complément de ceux que nous possédons sur les individus sauvages, vont nous permettre de vérifier plus généralement que :

- la diversité génétique est comparable entre les individus de l'enclos et ceux de la population sauvage ;
- la consanguinité n'est pas trop élevée entre les individus de l'enclos ;
- la différenciation génétique entre les individus de l'enclos et ceux de la population sauvage n'est pas trop élevée.

■ Matériel et méthodes

Des prélèvements de poils ont été réalisés sur 16 individus de l'enclos lors d'une session de capture. L'ADN a été extrait en suivant le protocole détaillé dans l'article de Portanier *et al.* (2017) et le génotypage des individus à 16 marqueurs microsatellites a été réalisés (voir Portanier *et al.* 2017).

La diversité génétique, représentée par le nombre d'allèles, la richesse allélique (c'est-à-dire corrigée pour la taille d'échantillon avec la méthode de raréfaction, El Mousadik et Petit 1996) et l'hétérozygotie, a été mesurée grâce au logiciel R v.4.0.2 (R Core Team 2020) et aux packages *hierfstat* et *adegenet* (Goudet & Jombart 2015, Jombart 2008, Jombart & Ahmed 2011). Une analyse en composante principales (ACP) a également été réalisée afin de visualiser la distance génétique entre les individus de l'enclos et ceux de la population sauvage, grâce au package R *adegenet*.

Le degré de différenciation génétique (F_{st} , estimé grâce à l'estimateur de Weir & Cockerham 1984) entre les individus de l'enclos et de la population, ainsi que sa significativité par rapport à zéro (exact G-test, 10,000 permutations) ont été mesurés grâce au logiciel FSTAT (Goudet 1995, 2001). Un indicateur (Fis) du niveau de consanguinité a également été mesuré à l'aide de FSTAT. La significativité du Fis par rapport à zéro a été déterminée grâce à un test de randomisation (10,000 randomisations) et la p-valeur a été ajustée par une correction de Bonferroni (Bonferroni 1936).

■ Résultats et discussion

Sur les 16 échantillons récoltés et pour lesquels l'ADN a été extrait, 6 ont abouti à des génotypes exploitables. Il faut donc garder à l'esprit que les résultats présentés dans la suite ne sont que préliminaires en raison de la faible

puissance statistique que cette taille d'échantillon confère. De plus amples échantillonnages devront être réalisés pour confirmer nos conclusions.

Dans l'enclos, tous les allèles identifiés l'avaient déjà été dans la population sauvage. La plus faible diversité génétique observée au sein de l'enclos (Table 1) pourrait résulter :

- de la faible taille d'échantillon utilisée, induisant un sous-échantillonnage de la diversité génétique présente dans l'enclos ;

- et/ou de l'effet fondateur lié à la mise en enclos d'un nombre restreints d'individus, eux même sous-échantillonnant la diversité génétique présente dans la population sauvage.

Cependant, bien que plus faible dans l'absolu, la diversité génétique de l'enclos reste comparable à celle observée dans la population sauvage. Cela ne retranscrit donc pas de forts impacts de la consanguinité, comme en témoigne également la faible valeur de Fis, non significativement différente de zéro (Fis = -0.013, p-valeur = 0.61, p-valeur seuil = 0.0016). Ces résultats suggèrent donc que la reproduction des individus en enclos n'a pas conduit à une perte de diversité génétique.

Il est à noter ici que la valeur de Fis significativement différente de zéro pour la population sauvage de Bavella (Tableau 1) n'est pas indicatrice de consanguinité mais plutôt de la présence d'une sous-structuration génétique (c'est-à-dire la division de la population en 2 groupes génétiques différenciés, voir Portanier 2018). En effet, le Fis varie en fonction du degré de consanguinité, mais également en fonction de différents autres facteurs, tels que la sous-structuration génétique, la présence de sélection ou tout autre élément susceptible d'induire un écart à l'équilibre d'Hardy-Weinberg.

Lors de la réalisation de l'ACP, nous avons pu constater que les individus de l'enclos de Quenza étaient homogènement répartis au sein des individus de la population sauvage de Bavella (Figure 1). Cela indique qu'ils ne sont pas différenciés de ces derniers, comme confirmé par la faible valeur de Fst non statistiquement différente de zéro entre les 2 groupes d'animaux (Fst = 0,025 [-0,061-0,074], p-valeur = 0,12).

Tableau 1. Diversité génétique des populations sauvages de Bavella et de l'enclos de Quenza.

Locus	Bavella					Quenza				
	Ho	He	Na	Ra	Fis	Ho	He	Na	Ra	Fis
BM8125	0,16	0,20	3,00	1,54	0,24	0,20	0,50	2,00	1,97	0,60
HUJ616	0,68	0,71	5,00	3,09	0,04	0,40	0,38	3,00	2,20	-0,07
INRA063	0,36	0,42	3,00	2,09	0,14	0,40	0,35	2,00	1,87	-0,14
MAF65	0,00	0,00	1,00	1,00	NA	0,00	0,00	1,00	1,00	NA
MAF70	0,36	0,42	3,00	2,00	0,14	0,17	0,17	2,00	1,50	0,00
MCM140	0,54	0,54	3,00	2,28	0,00	0,33	0,33	2,00	2,00	0,00
OarCP34	0,36	0,38	3,00	2,04	0,07	0,20	0,20	2,00	1,60	0,00
OarFCB193	0,00	0,00	1,00	1,00	NA	0,00	0,00	1,00	1,00	NA
OarFCB226	0,72	0,65	3,00	2,67	-0,12	0,33	0,65	3,00	2,68	0,49
OarFCB304	0,59	0,69	4,00	2,95	0,14	0,80	0,63	4,00	3,07	-0,28
OarHH47	0,56	0,70	6,00	3,22	0,21	0,83	0,62	4,00	2,91	-0,35
OarJMP29	0,51	0,64	4,00	2,69	0,21	0,80	0,50	2,00	2,00	-0,60
OarJMP58	0,22	0,25	2,00	1,62	0,12	0,67	0,47	2,00	1,97	-0,43
OarVH72	0,41	0,50	2,00	1,97	0,18	0,20	0,20	2,00	1,60	0,00
SRCRSP1	0,53	0,52	3,00	2,32	0,00	0,40	0,38	3,00	2,20	-0,07
SRCRSP9	0,50	0,48	3,00	2,26	-0,05	0,20	0,50	2,00	1,97	0,60
Moyenne ± Écart-type	0,41 ± 0,22	0,44 ± 0,23	3,06 ± 1,29	2,17 ± 0,67	0,085	0,37 ± 0,27	0,37 ± 0,21	2,31 ± 0,87	1,97 ± 0,58	-0,013

Ho = Hétérozygotie observée, He = Hétérozygotie attendue, Na = Nombre d'allèles, Ra = Richesse allélique. Les valeurs de Fis significativement différentes de zéro sont indiquées en gras

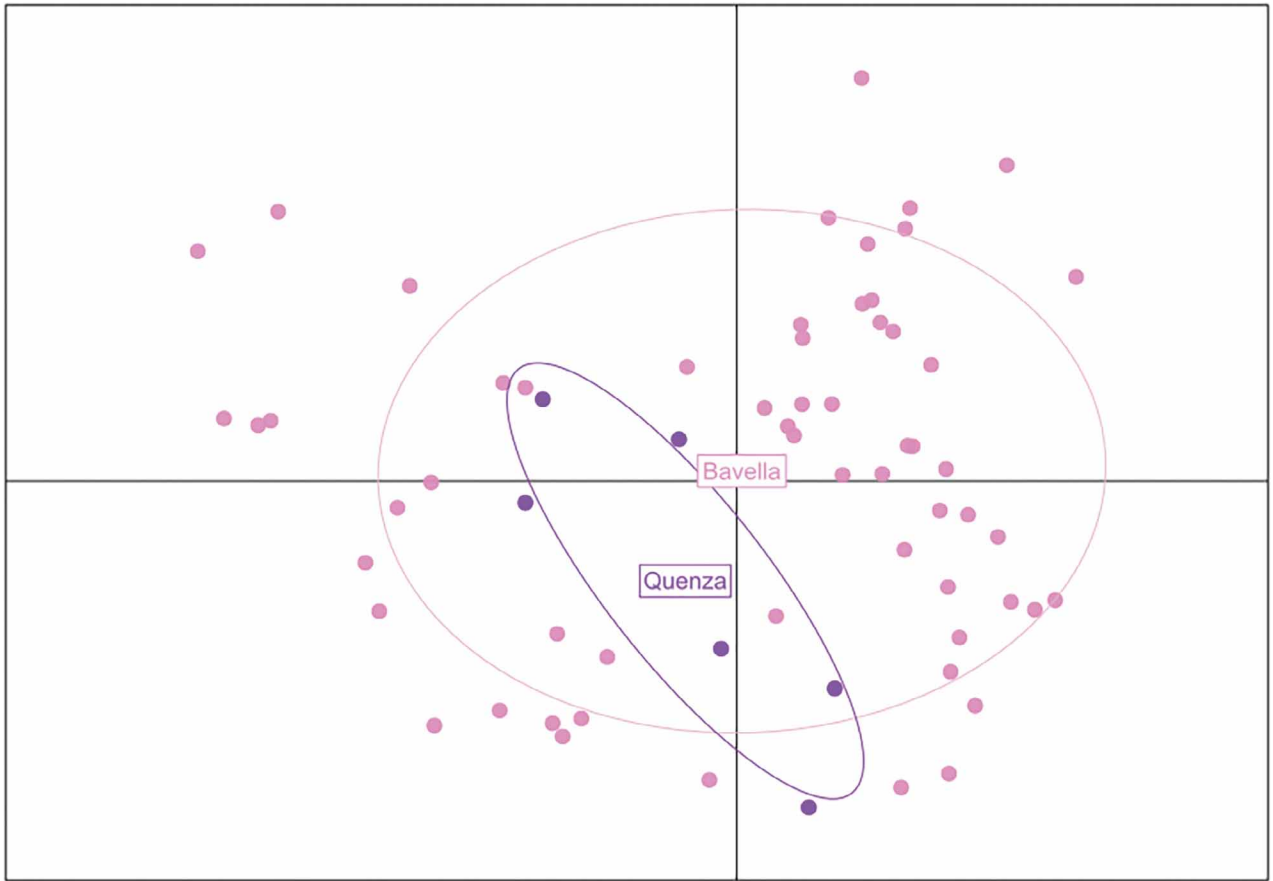


Figure 1. ACP basée sur les fréquences alléliques des 16 loci microsatellites génotypés pour les individus de la population de Bavella et de l'enclos de Quenza.

■ Références

- Bonferroni CE (1936) Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilità. Pubblicazioni del R Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze 8:3–62.
- Edmands S (2007) Between a rock and a hard place:evaluating the relative risks of inbreeding and outbreeding for conservation and management. *Mol Ecol* 16:463–475.
- El Mousadik A, Petit RJ (1996) High level of genetic differentiation for allelic richness among populations of the argan tree [*Argania spinosa* (L.) Skeels] endemic to Morocco. *Theor Appl Genet* 92:832–839.
- Frankham R, Ballou JD, Briscoe DA (2004) *A Primer of Conservation Genetics*. Cambridge University Press, New York.
- Goudet J (1995) FSTAT (Version 1.2):A computer program to calculate F-Statistics. *J Hered* 86:485–486.
- Goudet J (2001) FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3). Available from <http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm>. Updated from Goudet (1995).
- Goudet J, Jombart T (2015). hierfstat: Estimation and Tests of Hierarchical F-Statistics. R package version 0.04-22.
- Jombart, T (2008) adegenet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers. *Bioinformatics* 24: 1403-1405.
- Jombart T, Ahmed I (2011) adegenet 1.3-1: new tools for the analysis of genome-wide SNP data. *Bioinformatics*.
- Portanier E (2018) Parasitisme et structuration génétique et spatiale : exemple chez le mouflon méditerranéen, *Ovis gmelini musimon* × *Ovis* sp. Ph.D. thesis, Université de Montpellier, Montpellier, France.
- Portanier E, Garel M, Devillard S, Marchand P, Andru J, Maillard D, Bourgoïn G (2017) Introduction history overrides social factors in explaining genetic structure of females in Mediterranean mouflon. *Ecol Evol* 7:9580–9591.
- Portanier E, Garel M, Devillard S, Maillard D, Poissant J, Galan M, Benabed S, Poirel M.T, Duhayer J, Itty C, Bourgoïn G (2019) Both candidate gene and neutral genetic diversity correlate with parasite resistance in female Mediterranean mouflon. *BMC Ecol* 19:1–14.



Annexe 4

Résultats des analyses sérologiques réalisées sur les mouflons de l'enclos de Quenza

EQ SA 1 07/01/04/01

Fiche de résultats producteurs de laits

Date d'effet : 01/10/2018 version : 6



Laboratoire Départemental
Vétérinaire
et d'Hygiène Alimentaire



N° dossiers LDVHA : **20S846**

Date de réception : #####

Selon la norme NF U47-019 Technique ELISA

ESPECE	SEXE	année de naissance	N° étiquette	état prélevé	Chlamydiae	Fièvre Q	Salmonelle ovine	Toxoplasma	CAEV Vireo	Ac pestivirus	Schmallenberg	Neosporose	IBR A _α B _β	FCO LDAV73	Mycoplasma agalactiae LDAV73
Mouflon	F	2020	2018-20-017	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2020	2018-20-024	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2020	2018-20-029	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2020	2018-20-031	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2020	2018-20-033	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2020	2018-20-037	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2020	2018-20-081	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2020	2018-20-083	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2020	2018-20-092	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2020	2018-20-095	correct	neg	neg	neg <1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Validé par:

le : 04/12/2020

Fonction:

Directeur

Les résultats ne concernent que l'échantillon soumis à l'analyse.

Pour déclarer, ou non, la positivité par rapport aux spécifications du fabricant du kit ELISA, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Les informations concernant les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande. Les résultats obtenus à partir d'un mélange d'échantillons ne peuvent être extrapolés aux échantillons individuels correspondants, leurs performances (sensibilité, spécificité, détectabilité) étant inférieures.

L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation, repérés par le symbole

Fin de rapport

N° dossiers LDVHA : 20S720 + 20S800
Date de réception : 05/08/2020 et 08/10/2020

ESPECE	SEXE	année de naissance	Date de prélèvement	N° étiquette	état prélevé	Chlamydiae	Fièvre Q	Salmonellose ovine	Toxoplasmosis	CAEV Visna	Ac pestivirus	Schmallenberg	Néosporose	IBR AgB	FCO LDAV73	Mycoplasma agalaxiae LDAV73 ELISA
Mouflon	F	2006	08/07/2020	2018-20-096	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2019	08/07/2020	2018-20-080	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2018	19/06/2020	2018-20-046	correct	neg	neg	neg 1/160	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2015	19/06/2020	2018-20-027	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	DTX	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2012	19/06/2020	2018-20-045	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2014	19/06/2020	2018-20-036	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2014	08/07/2020	2018-20-094	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	POS	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2011	19/06/2020	2018-20-025	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2012	19/06/2020	2018-20-047	correct	neg	neg	DTX au 1/320	neg	neg	neg	POS	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2017	08/07/2020	2018-20-098	correct	neg	neg	neg 1/160	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2008	19/06/2020	2018-20-026	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2014	21/10/2020	2018-20-051	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2011	21/10/2020	2018-20-054	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2017	21/10/2020	2018-20-055	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2015	21/10/2020	2018-20-056	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2020	21/10/2020	2018-20-057	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2012	21/10/2020	2018-20-058	correct	neg	neg	neg 1/160	neg	neg	neg	POS	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2014	21/10/2020	2018-20-065	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	POS	neg	neg	neg	neg
Mouflon	F	2019	21/10/2020	2018-20-067	correct	neg	neg	neg +1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2008	21/10/2020	2018-20-068	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2012	21/10/2020	2018-20-070	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	POS	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2018	21/10/2020	2018-20-077	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2014	21/10/2020	2018-20-090	nbes vides											
Mouflon	M	2014	21/10/2020	2018-20-091	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	POS	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2014	21/10/2020	2018-20-097	correct	neg	neg	neg < 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Mouflon	M	2018	21/10/2020	2018-20-100	correct	neg	neg	neg 1/80	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Validé par:  le : 27/11/2020

Fonction: Directeur

Les résultats ne concernent que l'échantillon soumis à l'analyse.
Pour déclarer, ou non, la positivité par rapport aux spécifications du fabricant du kit ELISA, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Les informations concernant les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.
Les résultats obtenus à partir d'un mélange d'échantillons ne peuvent être extrapolés aux échantillons individuels correspondants, leurs performances (sensibilité, spécificité, détectabilité) étant inférieures.

L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation, repérés par le symbole 

Fin de rapport



Arrêté portant le statut de protection du Mouflon de Corse

16 mars 2019

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Texte 7 sur 121

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Arrêté du 1^{er} mars 2019 relatif au statut du mouflon de Corse en collectivité de Corse

NOR : TREL1824291A

Le ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire, et le ministre de l'agriculture et de l'alimentation,

Vu la directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ;

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 411-1, L. 424-1 à L. 424-15 ;

Vu l'arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée ;

Vu l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

Vu l'avis du Conseil national de la chasse et de la faune sauvage en date du 24 juillet 2018 ;

Vu l'avis du Conseil national de la protection de la nature en date du 20 septembre 2018 ;

Vu les observations formulées lors de la consultation du public réalisée du 6 au 28 septembre 2018, en application de l'article L. 123-19-1 du code de l'environnement,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – Au quatrième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 26 juin 1987 susvisé, le mot : « mouflon » est remplacé par les mots : « mouflon méditerranéen » (*Ovis gmelini musimon* × *Ovis* sp.).

Art. 2. – A l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 susvisé, dans la rubrique : « ONGULÉS. Bovidés », après la ligne : « Bouquetin des Pyrénées (*Capra pyrenaica*) », il est inséré une ligne ainsi rédigée : « Mouflon de Corse (*Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*) : spécimens des populations naturelles du territoire de la collectivité de Corse. »

Art. 3. – Le directeur de l'eau et de la biodiversité et la directrice générale de la performance économique et environnementale des entreprises sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 1^{er} mars 2019.

*Le ministre d'Etat,
ministre de la transition écologique
et solidaire,*

Pour le ministre d'Etat et par délégation :
*Le directeur de l'eau
et de la biodiversité,
T. VATIN*

*Le ministre de l'agriculture
et de l'alimentation,*

Pour le ministre et par délégation :
*La directrice générale
de la performance économique
et environnementale des entreprises,
V. METRICH-HECQUET*



Lancement du plan national d'action en faveur du Mouflon de Corse

21.153.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

Direction de l'eau et de la biodiversité
Sous-direction de la protection et de la restauration
des écosystèmes terrestres
Bureau de la chasse, de la faune et de la flore sauvages

Affaire suivie par : *[Signature]*

Ajaccio le 07 AVR 2021 N° 372

	S.A.D	INFO
DIR		
DIR Adj		
Adj DIR		
MCR		
SG		
STEC		
SBEP	X	
LADD		
SRNT		
Signalé		Délai de réponse
DIR	DIR Adj	Adj Dir.

Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature

Paris, le 12 AVR 2021

La ministre

à

Monsieur le Préfet de Corse
A l'attention de Monsieur le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement

Objet : lancement du plan national d'action en faveur du Mouflon de Corse

Le Mouflon de Corse est un mammifère sauvage qui représente un élément important du patrimoine naturel insulaire de la Corse.

En raison de leur vulnérabilité, les populations naturelles de Corse et de Sardaigne de cette espèce sont inscrites aux annexes II et IV de la Directive 92/43 de l'Union européenne concernant la conservation des habitats et de la faune et de la flore sauvage.

Compte tenu de la responsabilité de la France pour la préservation du Mouflon, et de l'avis favorable du conseil national de la protection de la nature sur le dossier préparé par vos services, je souhaite que vous engagiez la rédaction d'un plan national d'action en faveur de cette espèce en partenariat avec la collectivité de Corse. Ce plan suivra la procédure précisée par la note du 9 mai 2017 relative à la mise en œuvre des plans nationaux d'action prévus à l'article L. 411-3 du code de l'environnement.

Ce plan devra avoir l'ambition de rétablir la population de mouflons dans son aire de répartition d'origine dans l'île, notamment dans les principaux massifs d'où il avait disparu.

Pour cela, ce plan devra coordonner et fédérer les initiatives des différentes structures impliquées dans la sauvegarde de cette espèce. À cet effet, vous constituerez un comité de pilotage, qui devra réunir l'ensemble des acteurs concernés par la conservation du mouflon et la gestion de son habitat. Vous veillerez également à prévoir un volet international dans ce nouveau plan en associant notamment un expert italien (Sardaigne) pour sa rédaction et sa mise en œuvre.

Ce plan devra pouvoir être engagé en 2022 pour une période de cinq ans. Il comprendra un état des lieux précis et actualisé avec un maximum de dix actions opérationnelles.

Vous voudrez bien me tenir informé des difficultés que vous pourriez rencontrer dans l'élaboration de ce plan



Annexe 7

Quelques éléments de la presse

La presse écrite

- Stantari – février-avril 2006 – Le mouflon sentinelle des cimes (Figure 31)
- Corse Matin- 8 juillet 2010 – Asco, le mouflon y a survécu
- Corse Matin- 16 août 2010 – Maison du mouflon : sensibiliser et connaître l'écosystème de la vallée
- Salamandre n° 201 – Décembre-Janvier 2010-2011 – En quatre questions de Catherine Levesque : L'île à mouflons
- Le Petit Bastiais n° 389 - août-septembre 2011 – À la découverte de l'Écomusée d'Asco
- Terra Corsa n°36 – Octobre-Novembre-Décembre 2011 – Une corse très nature – La faune sauvage protection rapprochée
- Grande Faune Chasse Gestion n°134 – 2012 – Le mouflon critères d'appréciations avant le tir
- Grande Faune Chasse Gestion n°136 – 2012 – L'hiver dernier a été meurtrier pour les vieux mouflons
- Grande Faune Chasse Gestion n°140 – 2013 – La bosse occipitale du mouflon
- Corse Matin – 2013 – Le mouflon mieux connu au travers d'une conférence
- Corse Matin le 19 novembre 2013 - « Brûlage dirigé : outil indispensable et nécessaire en période hivernal
- Chasseur de Corse - juillet 2014 – Le Mouflon de Corse
- Corse Matin en juillet 2014 – La vallée de l'Asco où le randonneur doit respecter le mouflon
- Terre Sauvage n°307 - août 2014 : RCFS de Bavella
- Corse matin - mars 2015 – Le mouflon de Corse mieux connu grâce à des données scientifiques
- Corse Matin 2016 – Une balade pour murmurer à l'oreille des mouflons
- Corse Matin- 7 juillet 2017 – Les acteurs de l'environnement signent un texte de référence
- Corse Matin- 3 octobre 2017 – Mouflon : espèce protégées mais espèce en danger
- Corse Matin- 26 août 2018 – Le mouflon roi des sommets corses, stimule l'imaginaire collectif
- Corse Matin- 28 septembre 2018 – Le mouflon corse bientôt espèce protégée ?
- Corse Matin- 22 mars 2019 – Le Mouflon de Corse parmi les espèces protégées
- Corse Matin- 27 juillet 2019 – Acte de braconnage
- Corse Matin- 9 juillet 2020 – Un mouflon retrouvé mort sur une piste
- Corse Matin- 20 juillet 2020 – Les mouflons menacés à Bavella
- Corse Matin- 24 juillet 2020 – Acte de braconnage
- Corse Matin- 8 février 2021 – Acte de braconnage

La presse audio-visuelle

- Réalisation d'un film vidéo en 1992 par Sinemassoci
- Dans le cadre de la série de films « Corse, beauté sauvage », diffusée sur Arte en mai 2013, une équipe de journalistes est venue filmer les captures en février 2012. Les images ont été diffusées dans le 1er film du 13 mai 2013, intitulé « Corse, île verticale »
- La chaîne télévision Franco-Allemande Arte a tourné une de ses émissions intitulée Xenius sur les projets de protection des espèces en Europe, dont le mouflon, en 2013
- Émission Prima Inseme en mars 2013 sur le thème du « patrimoine en danger », le mouflon corse
- Film de 25 minutes dans « Made in Corsica »- portrait de Pierre Benedetti, sur la chaîne V tenu d'un stand sur les thématiques « mouflon et espaces protégés » - Viastella 2014
- Sujet sur le mouflon dans l'émission « into the french wild », sur la chaîne National Geographics – 2015
- Journal télévisé TF1 du dimanche soir -2015 et 2021
- Inseme – France 3 Via Stella – 16 juin 2016
- Corsica Mountains in the sea – 2019



- Aebischer N.J., Robertson P.A. et Kenward R.E., 1993. Compositional Analysis of Habitat Use From Animal Radio-Tracking Data. *Ecology* 74, 1313–1325.
- Aitken S.N. et Whitlock M.C., 2013. Assisted gene flow to facilitate local adaptation to climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 44 : 367-88.
- Altmann J., 1974. Observations study of behavior : sampling methods, 42p.
- Armstrong D.P. et Seddon P.J., 2007. Directions in reintroduction biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 23 (1) : 20-25.
- Andru J., Bourgoïn G., Devillard S., et Garel M., 2015. Analyse moléculaire des populations de mouflons Corse et méditerranéens. Poster.
- Apollonio M., Andersen R. et Putman R., 2010. European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge University Press.
- Appolinaire J., Thion N. et Dumerc J.-L., 1992. Bilan de deux réintroductions d'isards dans les Pyrénées. *Bulletin Mensuel ONCFS. Chasse* n°164 : 6p.
- Aublet J.-F., Festa-Bianchet M., Bergero D. et Bassano B., 2009. Temperature constraints on foraging behaviour of male Alpine ibex (*Capra ibex*) in summer. *Oecologia* 159 : 237-247.
- Auvray F., 1983. Recherches sur l'éco-éthologie du mouflon (*Ovis ammon musimon*, Schreber, 1782) dans le massif du Caroux-Espinouse (Hérault) en vue de définir de nouveaux sites d'accueil. Université des sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.



- Babad G., 1997. Étude des relations entre un peuplement animal et la végétation : impacts du chamois, du chevreuil et du mouflon sur les peuplements forestiers dans la Réserve Nationale de Faune Sauvage et de Chasse des Bauges (Savoie). Thèse doctorat, Univ. Savoie.
- Balmford A., Beresford J., Green J., Naidoo, R., Walpole M. et Manica A., 2009. A Global Perspective on Trends in Nature-Based Tourism. *PLOS Biology* 7: e1000144.
- Barbanera F., Guerini M., Beccani C., Forcina G., Anayiotos P. et Panayides P., 2012. Conservation of endemic and threatened wildlife: Molecular forensic DNA against poaching of the Cypriot mouflon (*Ovis orientalis ophion*, Bovidae). *Forensic Sci Int Genet* 6: 671–675.
- Barbato M., Hailer F., Orozco-terWengel P., Kijas J., Mereu P., Cabras P., Mazza R., Pirastru M. et Bruford M.W., 2017. Genomic signatures of adaptive introgression from European mouflon into domestic sheep. *Scientific reports*, 7, 7623.
- Barboiron A., Saint-Andrieux C., Garel M., Calenge C. et Guibert B., 2018. Inventaire des populations françaises d'ongulés de montagne Mise à jour 2016. *Faune sauvage* n° 320, 3^e trimestre 2018, 35-44.
- Bartolome J., Franch J., Gutman M. et Seligman N., 1995. Technical Note : Physical factors that influence fecal analysis estimates of herbivore diets. *J. Range Manage* 48:267–270.
- Bartolome J., Franch J., Plaixats J. et Seligman N.G., 1998. Diet Selection by Sheep and Goats on Mediterranean Heath-Woodland Range. *J. Range Manage* 51:383-391.
- Baskin L. et Danell K., 2003. Mouflon — *Ovis aries*, pp. 277–283. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. ISBN 978-3-662-06820-5.

- Battesti P., Franceschi P. et Salotti M., 1992. Les introductions de mammifères sauvages en Corse. In : Introductions et réintroductions de mammifères sauvages. *Ann. Biol. Centre* : 231-245.
- Benedetti P., 1993. Opération reprise de mouflons 1993. Réserve de Chasse et de Faune Sauvage d'Asco. Compte-rendu, 7p.
- Benedetti P., 2006. Inventaire des populations d'ongulés de montagne. Courrier du 13 juillet 2006.
- Benedetti P. et Bergogne M., 2003. Bilan du recensement par hélicoptère effectué dans la réserve de chasse et de faune sauvage d'Asco le 10 mars 2003. Compte-rendu, 4p.
- Benedetti P. et Roux D., 1986. Estimation du succès de la reproduction 1986 du Mouflon par échantillonnage de hardes sur les versants Nord-Ouest et Sud-Est de la Haute-Vallée de Tartagine (Haute-Corse). Doc. interne ONC, 6p.
- Benedetti P. et Sanchis, F., 2009. Comptage par hélicoptère de la population de Mouflon de Corse dite du « Cintu ». Rapport interne, 24p.
- Benedetti P., Dubray D. et Roux D., 1986. Essai d'inventaire 1986 de la population de Mouflons allochtone du secteur de Quarcetto (Forêt du Verghello – Commune de Venaco – Haute-Corse). Doc. Interne ONC, 3p.
- Benedetti P., Bergogne M. et Gaudin J.C., 2004a. Action F3 : Suivi de la dynamique des populations - Indice de reproduction Asco et Bavella. Compte-rendu Life-Nature N° 03NAT/F/000099, 4p.
- Benedetti P., Bergogne M. et Gaudin J.C., 2004b. Opération de captures sur le massif de Bavella (Corse du sud) du 10 janvier au 31 mars 2004. Rapport Technique Life-Nature 2003/2007, 6p.
- Benedetti P., Gaudin J.C. et Croce N., 2005a. Opération de captures de mouflons de Corse Janvier – Avril 2005 sur le Massif de Bavella (Corse du sud) et la Réserve de chasse et de faune sauvage d'Ascu (Haute-Corse). Life-Nature N° 03NAT/F/000099, 38p.
- Benedetti P., Gaudin J.C. et Croce N., 2005b. Cartographies générales des aires d'extension 2004. Life-Nature N° 03NAT/F/000099, 32p.
- Benedetti P., Travichon S. et Gaudin J.C., 2006a. Action F3 : Suivi de la dynamique de population. Suivi de la tendance des effectifs - Comptage Mouflon en hélicoptère sur les Réserves de chasse et de faune sauvage d'Asco et de Bavella-Sambucco. Life-Nature N°03NAT/F/000099, 11p.
- Benedetti P., Croce N. et Gaudin J.C., 2006b. Opération de captures de mouflons de Corse Janvier – Avril 2005 sur la Réserve de chasse et de faune sauvage d'Ascu (Haute-Corse). Life-Nature N° 03NAT/F/000099, 9p.
- Benedetti P., Croce N. et Gaudin J.C., 2006c. Action F3 : Suivi de la dynamique de population. Estimation du taux de reproduction du mouflon de Corse (*O. gmelini musimon* var. *corsicana*) par Indice Ponctuel d'Abondance sur les Réserves de chasse et de faune sauvage d'Asco et de Bavella-Sambucco. Life-Nature N°03NAT/F/000099, 7p.
- Benedetti P., Croce N. et Gaudin J.C., 2006d. Estimation du taux de reproduction du mouflon de Corse (*O. gmelini musimon* var. *corsicana*) par Indice Ponctuel d'Abondance. Réserves de chasse et de faune sauvage d'Omita. Juin 2006, 9p.
- Benedetti P., Croce N. et Gaudin J.C., 2007a. Action F3 : Suivi de la dynamique de population. Estimation du taux de reproduction du mouflon de Corse (*O. gmelini musimon* var. *corsicana*) par Indice Ponctuel d'Abondance sur les Réserves de chasse et de faune sauvage d'Asco et de Bavella-Sambucco. Life-Nature N°03NAT/F/000099, 7p.
- Benedetti P., Croce N. et Gaudin J.C., 2007b. Action F3 : Suivi de la dynamique de population. Suivi de la tendance des effectifs - Comptage Mouflon en hélicoptère de la population nord dite « du Cintu ». Life-Nature N°03NAT/F/000099, 26p.
- Benedetti P., Croce N. et Gaudin J.C., 2008. Etude du mouflon de Corse dans la vallée du Fango. Réserve de chasse et de faune sauvage d'Omita. Rapport de synthèse 2006-2007-2008, 19p.
- Benedetti P., Sanchis F. et Berquier C., 2009. Estimation du taux de reproduction du mouflon de Corse (*Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*) par Indice Ponctuel d'Abondance Cinto et Bavella. Compte-rendu, 12p.
- Benedetti P., Sanchis F., Garel M., 2011. Programme de Recherche et de Développement du Mouflon de Corse - Compte rendu d'activités 2010-2011, 53p + annexes.
- Benedetti P., Sanchis F., Garel M., 2012. Programme de Recherche et de Développement du Mouflon de Corse - Compte rendu d'activités 2012, 78p + annexes.

- Benedetti P., Sanchis F., Garel M., 2013. Programme de Recherche et de Développement du Mouflon de Corse - Compte rendu d'activités 2013, 14p + annexes.
- Benedetti P., Sanchis F., Garel M., 2016a. Programme de Recherche et de Développement du Mouflon de Corse - Compte rendu d'activités 2014-2015, 7p + annexes.
- Benedetti P., Sanchis F., Chalbos M., 2016b. Évaluation du plan de gestion 2003-2008 de la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage d'Asco, rapport interne ONCFS, 87p+annexes.
- Benedetti P., Sanchis F., Chalbos M., 2016c. Évaluation du plan de gestion 2011-2015 de la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage de Bavella-Sambuccu, rapport interne ONCFS, 75p + annexes.
- Benedetti P., Sanchis F., Chalbos M., 2016d. Évaluation du plan de gestion 2011-2015 de la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage de Tartagine, rapport interne ONCFS, 75p+annexes.
- Benedetti P., Sanchis F., Chalbos M., 2016e. Synthèse des évaluations des plans de gestion des Réserves de Chasse et de Faune Sauvage d'Asco, de Bavella-Sambuccu et de Tartagine, rapport interne ONCFS, 48p.
- Benedetti P., Sanchis F., Garel M. et Chalbos M., 2019. Programme de recherche et de développement du Mouflon de Corse - synthèse et résultats 2011-2015. ONCFS.
- Benoist S., Garel M., Cugnasse J.-M. et Blanchard P. 2013. Human disturbances, habitat characteristics and social environment generate sex-specific responses in vigilance of Mediterranean mouflon. *PLoS One*, 8 (12).
- Bergeron P. 2007. Parallel lasers for remote measurements of morphological traits. *The Journal of wildlife management*, 71, 289-292.
- Bergogne M., 2003. Recensement de Mouflons sur la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage d'Asco (5 décembre 2003). Compte-rendu, 7p + annexes.
- Bertolino S., Di Montezemolo N. et Bassano B. 2009. Food-niche relationships within a guild of alpine ungulates including an introduced species. *Journal of Zoology*, 277, 63–69.
- Besnard A. et Salles J.M., 2010. Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, 62p.
- Biebach I. et Keller L., 2012. Genetic variation depends more on admixture than number of founders in reintroduced Alpine ibex populations. *Biol Cons* 147 : 197-203.
- Bleyhl B., Arakelyan M., Askerov E., Bluhm H., Gavashelishvili A., Ghasabian M., Ghoddousi A., Heidelberg A., Khorozyan I., Malkhasyan A. *et al.*, 2018. Assessing niche overlap between domestic and threatened wild sheep to identify conservation priority areas. *Diversity and Distributions*, 25, 129–141.
- Body G., Ferté H., Gaillard J.M., *et al.*, 2011. Population density and phenotypic attributes influence the level of nematode parasitism in roe deer. *Oecologia* 167 : 635-646.
- Bon R., Cugnasse J.M., Dubray D., Gibert P., Houard P.G.T., et Rigaud P., 1991. Le Mouflon de Corse. *Rev. Ecol. Fr. supplément* 6, 44.
- Bonenfant, C., Gaillard, J., Coulson, T., Festa-Bianchet, M., Loison, A., Garel, M., Loe, L.E., Blanchard, P., Pettorelli, N., Owen-Smith, N., *et al.*, 2009. Chapter 5 Empirical Evidence of Density-Dependence in Populations of Large Herbivores. In *Advances in Ecological Research*, (Academic Press), pp. 313–357.
- Bonnemaison M., 2008. Contribution à l'étude des Fruticées montagnardes de Corse. Analyse de l'impact du brûlage dirigé. Conservatoire Botanique National de Corse, 67p.
- Bonnot N., Morellet N., Verheyden H., Cargnelutti B., Lourtet B., Klein F. et Hewison A.J.M., 2013. Habitat use under predation risk: hunting, roads and human dwellings influence the spatial behaviour of roe deer. *Eur. J. Wildl. Res.* 59, 185–193.
- Boswell J., 1769. État de la Corse, op. cit., p. 182.
- Bouchet-Virette F., 1984. Estimation du succès de reproduction du Mouflon par échantillonnage de hardes sur Bavella. Rapport de stage BEPA, Office National de la Chasse Corse, 25p.
- Bourgoïn G., 2012. Étude du parasitisme respiratoire et digestif chez les ongulés de montagne. Doc interne, 3p.
- Bourgoïn G., 2015. Bilan des analyses coproscopiques sur les mouflons de Corse. Période 2013-2015. Doc interne, 5p.

- Bourgoïn G., Garel M., Van Moorter B., Dubray D., Maillard D., Marty E., et Gaillard J.-M., 2008. Determinants of seasonal variation in activity patterns of mouflon. *Can. J. Zool.* 86, 1410–1418.
- Bourgoïn G., Garel M., Dubray D., Maillard D. et Gaillard, J.M., 2009. What determines global positioning system fix success when monitoring free-ranging mouflon ? *European Journal of Wildlife Research*, 55, 603–613.
- Bourgoïn G., Garel M., Blanchard P., Dubray D., Maillard D. et Gaillard J.-M., 2011. Daily responses of mouflon (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) activity to summer climatic conditions. *Canadian Journal of Zoology*, 89, 765–773.
- Bourgoïn G., Marchand P., Hewison A.J.M., Ruckstuhl K.E. et Garel M., 2018. Social behaviour as a predominant driver of sexual, age-dependent and reproductive segregation in Mediterranean mouflon. *Anim Behav*, 136 : 87–100.
- Boyer J.P., Canac-Marquis P., Guérin D., Mainguy J. et Pelletier F., 2011. Oral vaccination against raccoon rabies: landscape heterogeneity and timing of distribution influence wildlife contact rates with the onrab vaccine bait. *Journal of Wildlife Diseases* 47 : 593–602.
- Bozzuto C., Biebach I., Luff S., Ives A.R. et Keller L.F., 2019. Inbreeding reduces long-term growth of Alpine ibex populations. *Nat Ecol Evol* 3 : 1359–1364.
- Briedermann L., 1992. Ergebnisse von Untersuchungen zur Reproduktion des Mufflons (*Ovis ammon musimon*). *Z. Jagdwiss.*, 38 : 16-25.
- Brivio F., Ciuti S., Pipia A., Grignolio S. et Apollino M., 2022. Livestock displace European mouflon from optimal foraging sites. *European Journal of Wildlife Research* 68 :30.
- Bruford M.W. et Townsend S.J., 2006. Documenting domestication. New genetic and archaeological paradigms, chap. Mitochondrial DNA diversity in modern sheep, pp. 306–316. University of California Press.
- Buckland S.T., Goudie I.B.J. et Brochers D.L., 2000. Wildlife population assessment : past developments and future directions. *Biometrics* 56 : 1-12.
- Bunch T., N'guyen T. et Lauvergne J., 1978. Hemoglobins of the Corsico-Sardinian Mouflon (*Ovis musimon*) and their implications for the origin of Hb A in domestic sheep (*Ovis aries*). *Annales de génétique et de sélection animale*, vol. 10, p. 503.
- Büntgen U., Greuter L., Bollmann K., Jenny H., Liebhold A., Galván J.D., Stenseth N.C., Andrew C. et Myrsterud A., 2017. Elevational range shifts in four mountain ungulate species from the Swiss Alps. *Ecosphere* 8, e01761.
- Burke J.M. et Arnold M.L., 2001. Genetics and the fitness of hybrids. *Annual Review of Genetics*, 35, 31–52.



- Calvete C., 2006. The use of immunization programs in wild populations: Modelling effectiveness of vaccination campaigns against rabbit hemorrhagic disease. *Biological Conservation* 130 : 290-300.
- Caro T., 2005. Antipredator Defenses in Birds and Mammals (University of Chicago Press).
- Cazau M., Garel M. et Maillard D., 2011. Responses of heather moorland and mediterranean mouflon foraging to prescribed-burning and cutting. *Journal of Wildlife Management* 75: 967-972.
- Centore L., Ugarković D., Scaravelli D., Safner T., Pandurić K. et Sprem N., 2018. Locomotor activity pattern of two recently introduced non-native ungulate species in a Mediterranean habitat. *Folia Zoologica*, 67, 6–13.
- Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF), 2006. Document d'objectifs Natura 2000 site SPN FR9400577 « Rivière et vallée du Fangu », 89 p.
- Chandra R.K., 1996. Nutrition, immunity and infection: From basic knowledge of dietary manipulation of immune responses to practical application of ameliorating suffering and improving survival. *Proc Natl Acad Sci* 93 : 1 4304–14307.
- Chapuis J.L., Boussés P., Pisanu B., Réale D., 2001. Rumen and Fecal Diet Microhistological Determinations of European Mouflon. *J Range Manage* 3 : 239-242.
- Charmantier A., McCleery R.H., Cole L.R., Perrins C., Kruuk L.E.B. et Sheldon B.C., 2008. Adaptive Phenotypic Plasticity in Response to Climate Change in a Wild Bird Population. *Science* 320, 800–803.

- Charrier J., Benedetti P., Sanchis F. et Garel M., 2018. Étude permettant de choisir un site de relâcher pour les mouflons issus de l'enclos de Quenza. Rapport interne ONCFS.
- Chessa B., Pereira F., Arnaud F., Amorim A., Goyache F., Mainland I., Kao R.R., Pemberton J.M., Beraldi D., Stear M.J., Alberti A., Pittau M. *et al.*, 2009. Revealing the history of sheep domestication using retrovirus integrations. *Science* 324: 532–536.
- Chevrier T., Garel M., Pellerin M., Pellerin M., Delorme D., Van Laere G. et Gaillard J.-M., 2017. Suivi de la condition physique des ongulés par la mesure de la patte arrière : quelle précision sur le terrain et comment améliorer la qualité des mesures ? *Faune sauvage*, 2017, 315, 29-33.
- Chirichella, R., Ciuti, S. et Apollonio, M., 2013. Effects of livestock and non-native mouflon on use of high-elevation pastures by Alpine chamois. *Mammalian Biology*, 78, 344–350.
- Ciuti S., Pipia A., Grignolio S., Ghiandai F. et Apollonio M., 2009. Space use, habitat selection and activity patterns of female sardinian mouflon (*Ovis orientalis musimon*) during the lambing season. *Eur J Wildl Res* 55 : 589–595.
- Ciuti S., Northrup J.M., Muhly T.B., Simi S., Musiani M., Pitt J.A. et Boyce M.S., 2012. Effects of humans on behaviour of wildlife exceed those of natural predators in a landscape of fear.
- Claudepierre A., 2020. Role of personality in the use of a “landscape of fear” by an ungulate species : the mediterranean mouflon (*Ovis gmelini musimon* × *ovis sp.*). 2nd year Research Master “ECOMONT”, 29p.
- Cockenpot A., 2013. Étude des facteurs de variation de l'excretion parasitaire mesurée par analyse coproscopique chez le mouflon Méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* × *ovis sp.*) dans le massif du Caroux-Espinouse. Veterinary dissertation, VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon, Université de Lyon, France.
- Cody M.L., 1966. A general theory of clutch size. *Evolution* 20 : 174-184.
- Colditz I.G., 2008. Six costs of immunity to gastrointestinal nematode infections. *Parasite Immunol* 30 : 63–70.
- Collins M., Knutti R., Arblaster J., Dufresne J. L., Fichefet T., Friedlingstein P. *et al.*, 2013. Long-term climate change : projections, commitments and irreversibility. The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1029-1136). Cambridge University Press.
- Coltman D.W., Pilkington J.G., Smith J.A., Pemberton J.M., 1999. Parasite-mediated selection against inbred Soay sheep in a free-living, island population. *Evolution* 53 : 1259–1267.
- Comiti G., 2020. Lâcher de mouflons sur le massif de Cagna -21 Octobre 2020. Syndicat mixte du Parc naturel régional de Corse, Rapport interne 13p.
- Conservateur des eaux et forêts, 1957. Reprise de mouflons. Note de l'Ingénieur des Eaux et Forêts d'Ajaccio à M. l'Ingénieur des Eaux & Forêts de Sartène.
- Corti R., 2006. Inventaire des populations d'ongulés de montagne. Courrier du 8 juin 2006.
- Corti R., Cugnasse J.M. et Dubray D., 1994. Le Mouflon méditerranéen (populations continentales) (*Ovis gmelini musimon* × *ovis sp.*). Rapport technique, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.
- Corti R., Saint-Andrieux C., Guibert B., Dubray D. et Barboiron A., 2013. Les ongulés de montagne en France, Situation en 2010, *Faune sauvage*, n°298 : p. 60-62.
- Cotza A., 2016. Current distribution of mouflon in Sardinia: a sum-up. Sixth World Congress on Mountain Ungulates and Fifth International Symposium on Mouflon.
- Courbin N., Garel M., Marchand P., Duparc A., Debeffe L., Börger L. et Loison A., 2022. Interacting lethal and non-lethal human activities shape complex risk tolerance behaviors in a mountain herbivore *Ecological Applications*, 32.
- Courthial J.J., 1994. Mission « Mouflon de Corse » en Réserve d'Asco (2B). Compte-rendu de mission de reprises. Doc interne, 5p.
- Crampe J.P., Sourp E., Rieu L. et Lapenu P., 2012. Réintroduction du Bouquetin ibérique dans le Parc National des Pyrénées. Problématique générale et faisabilité dans le PNP. Rapport interne du Parc National des Pyrénées. 62p.
- Cransac N., Valet G., Cugnasse J.M. et Rech J., 1997. Seasonal diet of mouflon (*Ovis gmelini*) : Comparison of population sub-units and sex-age classes. *Rev Ecol Terre Vie* 52 : 21-36
- Cransac N., Gerard J. F., Maublanc M. L. et Pépin D., 1998. An example of segregation between age and sex classes only weakly related to habitat use in mouflon sheep (*Ovis gmelini*). *Journal of Zoology*, 244(3), pp.371–378.

- Creel S., 2018. The control of risk hypothesis: reactive vs. Proactive antipredator responses and stress-mediated vs. food-mediated costs of response. *Ecology Letters* 21: 947–956.
- Creech T.G., Epps C.W., Landguth E.L., Wehausen J.D., Crowhurst R.S., Holton B., Monello R.J., 2017. Simulating the spread of selection-driven genotypes using landscape resistance models for desert bighorn sheep. *PloS One* 12:e0176960.
- Creel S. et Christianson D. 2008. Relationships between direct predation and risk effects. *Trends in Ecology & Evolution* 23(4):194–201.
- Creel S., Winnie J., Maxwell B., Hamlin K., et Creel M., 2005. Elk alter habitat selection as an antipredator response to wolves. *Ecology* 86, 3387–3397.
- Creel S., Christianson D., Liley S. et Winnie J.A., 2007. Predation Risk Affects Reproductive Physiology and Demography of Elk. *Science* 315, 960–960.
- Croce N., Benedetti P., Gaudin J.C. et Bergogne M., 2005. Synthèse des résultats des recensements de mouflons de Corse obtenus sur la réserve de chasse et de faune sauvage d'ASCU de 1982 à 2004. Rapport interne, 23p.
- Cruveille M.H. et Tuffery M., 1981. Potentialités des Alpes françaises pour le Mouflon de Corse. Discussion et perspectives. *Bull. mens. ONC*, 52 : 28-38.
- Cugnasse J.M., 1993a. Résultats de l'enquête sur le Mouflon de Corse en France : statut et perspectives d'avenir. *Bull. mens. ONC* n°182 : 8-17.
- Cugnasse J.M., 1993b. Problème posé par la flexibilité du comportement social du Mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*) pour le dénombrement par « Approche et Affût Combinés ». *Gibier Faune Sauvage* Volume 10 Mars 1993 : 77-80.
- Cugnasse J.M., 1994. Révision taxinomique des mouflons des îles méditerranéennes. *Mammalia*, 58 (3) : 507-512.
- Cugnasse J.M., 1995. La reproduction en captivité du Mouflon de Corse (*Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*) en vue de sa réintroduction en Corse. Expertise commandée par le P.N.R. de Corse.
- Cugnasse J.M., 1997a. Le Mouflon en France. Résultats de l'enquête patrimoniale nationale. *Bull. mens. ONC* n°218 : 36-41.
- Cugnasse J.M., 1997b. Développement de nouvelles populations sauvages de mouflons de Corse (*Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*) en Corse, à partir de sujets issus d'élevage. *Bull. mens. ONC*, 219 : 14-28.
- Cugnasse J.M. et Garel M., 2003. Suivi de l'abondance des populations d'Ongulés sauvages en montagne : l'exemple du Mouflon méditerranéen. *Faune sauvage* n° 260 : 42-49.
- Cugnasse J.M., Gibert P. et Bouchet J., 1998. Hybridation, en nature, de mouflons méditerranéens mâles avec des brebis domestiques. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*.



- Daget P. et Poissonet J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. Centre d'étude phytosociologiques et écologiques de Montpellier. *Ann. Agron.*, 22 (1), 5-41.
- Daget P. et Poissonet J., 1991. Notion de valeur pastorale. *Repères*, 2 : 4-8.
- Dailey T.V. et Hobbs N.T., 1989. Travel in alpine terrain: energy expenditures for locomotion by mountain goats and bighorn sheep. *Can. J. Zool.* 67, 2368–2375.
- Darmon G., Calenge C., Loison A., Jullien J.M., Maillard D. et Lopez J.F., 2012. Spatial distribution and habitat selection in coexisting species of mountain ungulates. *Ecography*, 35, 44–53.
- Davidson RK., Licina T., Gorini L., Milner JM., 2015. Endoparasites in a Norwegian moose (*Alces alces*) population – Faunal diversity, abundance and body condition. *International Journal of Parasitology : Parasites and Wildlife* 4 : 29-36.
- De Vries D. M., 1950. Grasland typen en hun oecologie. *Neth. Kruidk. Arck.*, 57, 28-31.
- Demeautis G., 1981. Rapport d'étude du Mouflon de Corse. P.N.R. Corse, 80p.
- Demeautis G., 1985. Eco-épidémiologie parasitaire - éléments d'enquête autour d'un ongulé sauvage corse, le mouflon (*Ovis ammon musimon* Schreber, 1782). *Bulletin d'information sur les Pathologies des Animaux Sauvages* 3: 65–82.

- Demeautis G., 1991. Le Régime Alimentaire du Mouflon de Corse : Bases Bibliographiques Générales et Méthodologiques Vétérinaires et Éco-éthologiques de Son Étude. PhD thesis, Ecole Nationale Vétérinaire, Toulouse, France.
- Demirci S, Koban B, Evren D, Nihan D, Piskin E, Engin A, Togan I., 2013. Mitochondrial DNA diversity of modern, ancient and wild sheep (*Ovis gmelinii anatolica*) from Turkey: new insights on the evolutionary history of sheep. *PLoS One* 8: e81952.
- Direction Régionale de l'Environnement et de l'aménagement du logement de Corse (DREAL), 2020. 2A-2020-09-21-003. Arrêté portant dérogation à l'interdiction de capture, de transport et de relâcher dans le milieu naturel de Mouflons de Corse, Recueil des actes administratifs, 50-56.
- Dirzo R., Young H.S., Galetti M., Ceballos G., Isaac N .J.B. et Collen B., 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345: 401-406.
- Douhard M., 2014. Early-life events and their consequences for adult performance in populations of large herbivores: evolutionary, ecological and demographic perspectives. Université Claude Bernard, Lyon 1.
- Dubois M., Quenette P.Y., Bideau E., et Magnac M.P., 1993. Seasonal range use by European mouflon rams in medium altitude mountains. *Acta Theriologica* 38 : 185–198.
- Dubray D., 1982. Recensement de Mouflons sur le secteur Asco-Cinto-Tartagine (20 et 21 octobre 1982), compte-rendu détaillé. Doc. interne ONC.
- Dubray D., 1983a. Recensement de Mouflons sur le secteur Evisa-Lonca-Tafunatu (29 et 30 avril 1983), compte-rendu détaillé. Doc. interne ONC.
- Dubray D., 1983b. Recensement de mouflons en Corse sur le secteur Est du Massif du Cinto. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* 68 : 27-29.
- Dubray D., 1983c. Recensement de mouflons en Corse sur le secteur Sud-Ouest du massif du Cinto. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* 73 : 21-22.
- Dubray D., 1984a. Recensement de mouflons en Corse sur le secteur Bavella Nord (27 et 28 septembre 1984). Doc. Interne ONC, 15p.
- Dubray D., 1984b. Carte de répartition du Mouflon de Corse. Doc. Interne ONC, 2p.
- Dubray D., 1984c. Essai de reconstitution historique de la réglementation de protection du mouflon en Corse. Doc. interne ONC, octobre 84, 6p.
- Dubray D., 1984d. « Achat de mouflon corses pour le compte du gouvernement : étude des correspondances échangées entre 1820 et 1823 ». Doc. interne ONC.
- Dubray D., 1984e. Avis projets d'étude Mouflon P.N.R. Corse. Courrier n°152/84-DD/JC.
- Dubray D., 1985a. Radio-pistage du mouflon en Corse : Résultats obtenus et problèmes rencontrés. Doc. Interne, 4p.
- Dubray D., 1985b. Essai de reconstitution historique de la réglementation de protection du mouflon en Corse. *Bull. mens. ONC*, n°89 : 25-26.
- Dubray D., 1985c. « Achat de mouflon corses pour le compte du gouvernement : étude des correspondances échangées entre 1820 et 1823 ». *Bulletin Mensuel ONC* n°89 : 27-31.
- Dubray D., 1985d. Le Mouflon (*Ovis ammon musimon*) en France en 1985 : statut et gestion rationnelle. Symposium C.I.C. de Cogne. Doc. Interne ONC, 16p.
- Dubray D., 1986a. Captures de mouflons à des fins scientifiques. Réserve de chasse d'Asco. Doc interne, 2p.
- Dubray D., 1986b. Devis construction. Sabot de transport mouflons. Courrier N°013/86-DD/SM.
- Dubray D., 1988a. Origine de la population de mouflons du parc de Cadarache (Bouches du Rhône-13) : essai de reconstitution. ONCFS Station d'étude sur la faune des milieux Méditerranéens.
- Dubray D., 1988b. Abondance, structure et dynamique de la population de mouflons de Corse (*Ovis ammon musimon s.*) du secteur Est du massif du Cinto (Haute-Corse) et analyse du rôle de protection de la réserve de l'Office National de la Chasse d'Asco. *Bull. Ecol.*, t. 19 (2/3) : 439-450.
- Dubray D., 1993a. Protocole d'accord PNR Corse/ONC. Réintroduction Mouflon Haute-Vallée du Cruzzini. Protocole technique 1992-1994.
- Dubray D., 1993b. Analyse du bilan de l'opération de réintroduction du Mouflon en Corse (Hte-Vallée du Cruzzini – Corse-du-Sud), au 15 juin 1993. Perspectives d'avenir : propositions. ONC-DRD-CNERA FM, 5p.

- Dubray D., 1995. Enquête ongulés de montagne ONC 1995. Mouflon Corse. Rapport interne, 5 mai 1995, 3p.
- Dubray D., 2000. Protocole de prélèvement de poils de mouflons – Protocole de prélèvement de tissus sur cadavres de mouflons. Doc interne.
- Dubray D., 2002. Protocole de prélèvement de crottes d'ongulés sauvages. Rapport interne, 1p.
- Dubray D., 2004. Suivi annuel saisonnier de la population de mouflons de la Haute-Vallée d'Asco (décembre 1999 – avril 2001). Rapport d'étude, 10p.
- Dubray D. et Roux D., 1984. Recensement de mouflons en Corse sur le secteur Nord du massif de Bavella. *Bulletin Mensuel ONC* 85 : 39-40.
- Dubray D. et Roux D., 1985. Recueil de 15 textes historiques relatifs au mouflon en Corse (1531-1960). Doc. interne, 3p + Documents n°1 à 15.
- Dubray D. et Roux D., 1988. Le Mouflon de Corse. Projet de repeuplement en Corse. Propositions techniques. Doc interne ONC, 4p.
- Dubray D. et Roux D., 1990. Statut et Gestion du Mouflon (*Ovis amon musimon* S.) en Corse. *Vie et Milieu* 40 (2/3) : 256-261.
- Ducrocq V., 2016. Climate change in the Mediterranean region in The Mediterranean region under climate change: A scientific update. IRD Editions, Marseille, France.
- Dudaniec R.Y., Yong C.J., Lancaster L.T., Svensson E.I. et Hansson B., 2018. Signatures of local adaptation along environmental gradients in a range-expanding damselfly (*Ischnura elegans*). *Mol Ecol* 27 : 2576–2593.
- Dumain B., 1985. Recherches sur l'écologie automnale et hivernale de la population de mouflons de Corse du secteur Sud Bavella. Rapport de stage BEPA Office National de la Chasse, 50p.
- Dunoyer de Noirmont J., 1867. Histoire de la chasse en France depuis les temps les plus reculés jusqu'à la révolution. Mme Ve Bouchard-Huzard, Paris, France.
- Duparc A., 2016. Dynamiques spatio-temporelles des ressources alimentaires et des activités humaines : impacts sur la sélection d'habitat d'un grand herbivore de montagne. Phd thesis. Université Grenoble Alpes.
- Duparc A., Amblard T., Garel M., Marchand P., Perrin-Malterre C., Dubray D., Maillard D. et Loison A., 2017. Réponse comportementale face au dérangement dans un espace fortement fréquenté par les randonneurs Le cas d'une population de chamois dans le massif des Bauges. *Faune sauvage* 20–25.
- Duparc A., Garel M., Marchand P., Dubray D., Maillard D. et Loison A., 2020. Through the taste buds of a large herbivore: foodscape modeling contributes to an understanding of forage selection processes. *Oikos*, 129, 170-183.



- Edmands S., 2007. Between a rock and a hard place : evaluating the relative risks of inbreeding and outbreeding for conservation and management. *Mol Ecol* 16: 463–475.
- Eldegard K., Lyngved J.T. et Hjeljord O., 2012. Coping in a human-dominated landscape: trade-off between foraging and keeping away from roads by moose (*Alces alces*). *Eur. J. Wildl. Res.* 58, 969–979.
- Epps C.W., Palsboll P.J., Wehausen J.D., Roderick G.K., Ramey R.R. et McCullough D.R., 2005. Highways block gene flow and cause a rapid decline in genetic diversity of desert bighorn sheep. *Ecol Lett* 8:1029–1038.



- Fahrig L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 487–515.
- Feracci G., Casanova J.B. et Lenck P., 1990. Sélection d'un territoire favorable au repeuplement du Mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*). P.N.R.C., 8p.
- Festa-Bianchet M., 2000. A summary of discussion on the taxonomy of mountain ungulates and its conservation implications. Workshop on Caprinae taxonomy, Ankara, Turkey.

- Festa-Bianchet M., Douhard M., Gaillard J.M. et Pelletier F., 2017. Successes and challenges of long-term field studies of marked ungulates. *Journal of Mammalogy*, 98, 612–620.
- Fischer J. et Lindenmayer D.B., 2000. An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation*, 96 (1) : 1-11.
- Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., *et al.*, 2005. Global Consequences of Land Use. *Science* 309, 570–574.
- Forbes M.R.L., 1993. Parasitism and host reproductive effort. *Oikos* 67: 444–450.
- Forrester G.E., Finley R.J., 2006. Parasitism and a shortage of refuges jointly mediate the strength of density dependence in a reef fish. *Ecology* 87 : 1110-1115.
- Fortin D., Beyer H.L., Boyce M.S., Smith D.W., Duchesne T. et Mao J.S., 2005. Wolves influence elk movements: behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. *Ecology* 86, 1320–1330.
- Frankham R., Ballou J.D., Briscoe D.A., 2004. A primer of conservation genetics. Cambridge University Press, New York.
- French, S.S., González-Suárez, M., Young, J.K., Durham, S. et Gerber, L.R., 2011. Human Disturbance Influences Reproductive Success and Growth Rate in California Sea Lions (*Zalophus californianus*). *PLoS One* 6(3):e17686.
- Fretwell S.D. et Lucas H.L., 1969. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheor.* 19, 16–36.
- Frid A. et Dill L., 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conserv. Ecol.* 6.



- Gaillard J.M., Festa-Bianchet M., Yoccoz N.G., Loison A. et Toïgo C., 2000. Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 31 : 367-393.
- Gaillard J.-M., Hebblewhite M., Loison A., Fuller M., Powell R., Basille M. et Van Moorter B., 2010. Habitat–performance relationships: finding the right metric at a given spatial scale. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 365, 2255–2265.
- García-González R. et Cuartas P., 1989. A comparison of the diets of the wild goat (*Capra pyrenaica*), domestic goat (*Capra hircus*), moufflon (*Ovis musimon*), and domestic sheep (*Ovis aries*) in the Cazorla mountain range. *Acta Biologica Montana*, 9 : 123–132.
- Garel M., 2010. Synthèse de connaissances : Moufflon de Corse, origine, génétique et gestion. Note interne ONCFS, 6p.
- Garel M., Loison A., Gaillard J.M., Cugnasse J.M., Maillard D., 2004. The effects of a severe drought on moufflon lamb survival. *Proc R Soc B Biol Sci* 271 : S471–S473.
- Garel M., Cugnasse J.M., Gaillard J.M., Loison A., Santosa Y. et Maublanc M.L., 2005a. Effect of observer experience on the monitoring of a moufflon population. *Acta Theriologica*, 50, 109–114.
- Garel M., Cugnasse J.M., Gaillard J.M., Loison A., Gibert P., Douvre P. et Dubray D., 2005b. Reproductive output of female moufflon (*Ovis gmelini musimon* × *ovis* sp.) : a comparative analysis. *Journal of Zoology*, 266 : 65–71.
- Garel M., Cugnasse J.-M., Loison A., Gaillard J.-M., Vuiton C. et Maillard D., 2005c. Monitoring the abundance of moufflon in South France. *European Journal of Wildlife Research*, 51 : 69-76.
- Garel M., Cugnasse J.-M. et Maillard D., 2005d. Reliability of moufflon aging using morphological characteristics from observations in the field. *Wildlife Biology*, 2005, 11, 229-235.
- Garel M., Cugnasse J.M., Hewison A.J.M. et Maillard D., 2006. Errors in age determination of moufflon in the field. *Wildlife Society Bulletin*, 34, 300–306.
- Garel M., Cugnasse J.M., Maillard D., Gaillard J.M., Hewison A.J.M. et Dubray D., 2007. Selective harvesting and habitat loss produce long-term life history changes in a moufflon population. *Ecological Applications*, 17 : 1607–1618.
- Garel M., Marchand P., Bourgoïn G., Santiago-Moreno J., Portanier E., Piegert H., Hadjisterkotis E. et Cugnasse J.M., 2022. Handbook of the Mammals of Europe : Moufflon *Ovis gmelini*, Blyth 1841. *Springer Nature*.
- Gaudry W., 2015. Partial Migration or Just Habitat Selection ? Seasonal Movements of Roe Deer in an Alpine Population. *J. Mammal.* v. 96, 502-510pp. 9.

- Gauthier D. *et al.*, 1994. Organisation des réintroductions de Bouquetin en France. La charte du Bouquetin. Article de colloque Atti dell'Incontro del Gruppo Stambecco europea. 3p.
- Gaxotte F., 1985. Recherches sur l'écologie automnale et hivernale de la population de mouflons de Corse du secteur Est du massif du Cinto. Rapport de stage B.E.P.A. Office National de la Chasse, 23p.
- Geist V., 1966. Validity of horn segment counts in aging Bighorn sheep. *Journal of Wildlife Management*, 30, 634–635.
- Geist V., 1971. Mountain sheep: a study in behaviour and evolution. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Gentry A., Clutton-Brock J. et Groves C.P., 2004. The naming of wild animal species and their domestic derivatives. *Journal of Archeological Science*, 31, 645–651.
- Gibert P., 2011. Protocole de surveillance sanitaire du mouflon en Corse. Février 2011.
- Gibert P., 2017 "Surveillance sanitaire de la faune sauvage". *Les Editions du Point Vétérinaire*. 202p.
- Gibert P., 2018. Surveillance sanitaire de la faune sauvage - L'œil d'un vétérinaire pas comme les autres. Point Vétérinaire, France.
- Giffin J.G., 1979. Ecology of the Mouflon Sheep on Mauna Kea. Pittman-Robertson project No. W-17-R, Study no. R-III 1975-1979. Rapport technique, State of Hawaii - Department of land and natural resources - Division of forestry and wildlife, USA.
- Gilleard J.S., 2006. Understanding anthelmintic resistance: The need for genomics and genetics. *International Journal for Parasitology* 36 : 1227–1239.
- Gindre R., 1977. Aire d'extension du Mouflon de Corse, ONC doc interne.
- Gindre R., 1979. Le mouflon en France. *Bull. Mensuel de l'ONC* n°27 : 21-23.
- Giorgi F., 2006. Climate change hot-spots. *Geophys. Res. Lett.* 33 : L08707.
- Goater T.M., Goather C., Esch G., 2013. Parasitism. The Diversity and Ecology of Animal Parasites. 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Godvik I.M.R., Loe L.E., Vik J.O., Veiberg V., Langvatn R. et Mysterud A., 2009. Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red deer habitat selection. *Ecology* 90, 699–710.
- Gonzalez G., 1984. Ecoéthologie du mouflon et de l'isard dans le massif du Carlit [Pyrénées Orientales]. Université de Toulouse, Université Toulouse III - Paul Sabatier.
- Gonzales G., 1986. Compétition interspécifique chez les ongulés sauvages : l'isard et le mouflon dans le massif du Carlit (Pyrénées-Orientales). *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 100, 35–39.
- González-Serna M.J., Cordero P.J. et Ortego J., 2020. Insights into the neutral and adaptive processes shaping the spatial distribution of genomic variation in the economically important Moroccan locust (*Docicostaurus maroccanus*). *Ecol Evol* 10: 3991-4008.
- Goodson N.J., Stevens D.R. et Bailey J.A., 1991. Effects of Snow on Foraging Ecology and Nutrition of Bighorn Sheep. *J. Wildl. Manag.* 55, 214–222.
- Grech-Angelini S., 2017. Tiques et maladies vectorielles. Les tiques du cheptel bovin et d'autres animaux en Corse. *Le Point Vétérinaire*, Octobre 2017 n° 379 : 44-50.
- Grech-Angelini S., Stachurski F., Lancelot R., Boissier J., Allienne J-F., Marco S., Maestrini O. et Uilenberg G., 2016a. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting cattle and some other domestic and wild hosts on the French Mediterranean island of Corsica, *Parasites & Vectors*, Volume 9 : 582.
- Grech-Angelini S., Stachurski F., Lancelot R., Boissier J., Allienne J-F., Gharbie M. et Uilenberg G., 2016b. First report of the tick *Hyalomma scupense* (natural vector of bovine tropical theileriosis) on the French Mediterranean island of Corsica. *Veterinary Parasitology* 216:33-37.
- Griffith B., Scott M., Carpenter J.W. et Reed C., 1989. Translocation as a Species Conservation Tool : Status and Strategy. *Science*, 245 : 477-480 .
- Groupe Grands Ongulés (GGO), 2019. Compte-Rendu de la réunion du Groupe Grands Ongulés « Mouflon ». Réunion du 08 juillet 2019.
- Groves C.P., 1989. The walking larder : patterns of domestication, pastoralism, and predation, chap. Feral mammals of the Mediterranean islands: documents of early domestication, pp.46–58. Routledge.
- Groves C. et Grubb P., 2011. Ungulate Taxonomy. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

- Guerrini M., Forcina G., Panayides P., Lorenzini R., Garel M., Anayiotos P., Kassinis N. et Barbanera F., 2015. Molecular DNA identity of the mouflon of Cyprus (*Ovis orientalis ophion*, Bovidae): Near Eastern origin and divergence from Western Mediterranean conspecific populations. *Syst. Biodivers.* 13, 472–483.
- Guillot G., Estoup A., Mortier F. et Cosson J.F., 2005a. A spatial statistical model for landscape genetics. *Genetics* 170 : 1261–1280.
- Guillot G., Mortier F., Estoup A. 2005b. GENELAND : a computer package for landscape genetics. *Molecular Ecology Notes* 5 : 712–715.



- Hadjisterkotis E., 2001. The Cyprus mouflon, a threatened species in a biodiversity “hotspot” area. Proceedings of the Third International Symposium on Mouflon (eds. A. Nahlik & W. Uloth). Sopron, Hungary.
- Hadjisterkotis E. et Bider J.R., 1993. Reproduction of Cyprus mouflon (*Ovis gmelini ophion*) in captivity and in the wild. *International Zoo Yearbook*, 32, 125–131.
- Hadjisterkotis E. et Lambrou L., 2001. The role of the Zoological Garden of Limassol in wildlife conservation. Abstract of the XXVth International Congress of the International Union of Game Biologists I.U.
- Hadjisterkotis E. et Lovari S., 2016. Results and resolutions of the 6th world congress on mountain ungulates and the 5th international symposium on mouflon. Book of Abstracts, 3rd edn. 6th world congress on mountain ungulates and 5th international symposium on mouflon, 28 August -1 September, Nicosia, Cyprus (ed. E. Hadjisterkotis), pp. 20–23.
- Hadjisterkotis E., Mereu P., Masala B. et Hadjisterkotis E. (Ed.), 2016. A review of the nomenclatural spelling variation of the Armenian mouflon (*Ovis gmelini gmelinii*) and the Cyprian mouflon (*O. g. ophion*). Book of Abstracts, 3rd edn. 6th world congress on mountain ungulates and 5th international symposium on mouflon, 28 August -1 September, Nicosia, Cyprus, 48-50
- Hall L.S., Krausman P.R. et Morrison M.L., 1997. The Habitat Concept and a Plea for Standard Terminology. *Wildl. Soc. Bull.* 1973-2006 25, 173–182.
- Hamann J.L., Holveck H., Klein F., Bonenfant C., Gaillard J.M., 2006. Les biches suitées : un indicateur pour la gestion des populations de Cerf ? *Faune sauvage* n° 272, Juin 2006.
- Hamel S., Gaillard J.M., Yoccoz N., Albon S., Côté S., Craine, J., Festa-Bianchet, M., Garel, M., Lee, P., Moss, C., Nussey, D.H., Pelletier, D., Stien, A. et Tveraa T., 2016. Cohort variation in individual body mass dissipates with age in large herbivores. *Ecological Monographs*, 86, 517–543.
- Hebblewhite M. et Merrill E.H., 2009. Trade-offs between predation risk and forage differ between migrant strategies in a migratory ungulate. *Ecology* 90, 3445–3454.
- Hedrick P.W., 2011. *Genetics of populations*, 4th ed. London: Jones and Bartlett Publishers.
- Helmer D., 1992. *La domestication des animaux par l'Homme préhistorique*. Masson, Paris.
- Heroldova, M., 1996. Dietary overlap of three ungulate species in the Palava Biosphere Reserve. *Forest Ecology and Management*, 88, 139–142.
- Hickling R., Roy D.B., Hill J.K., Fox R. et Thomas C.D., 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. *Glob. Change Biol.* 12, 450–455.
- Hiendleder S., Kaupe B., Wassmuth R. et Janke A., 2002. Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 269, 893–904.
- Hille G., 2003. *Untersuchungen zum Endoparasitenbefall des Muffelwildes in Thüringen*. Ph.D. thesis.
- Hirzel A.H., Hausser J., Chessel D. et Perrin N., 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data ? *Ecology* 83, 2027–2036.
- Hitzel A., 1993. *Compte-rendu de l'opération de capture du 28 février au 09 mars 1993*. *Courrier* du 16 juillet 1993, 10p.

- Hoefs M. et Hadjisterkotis E., 1998. Horn characteristics of the Cyprus mouflon. Proceedings of the 2nd World Conference Mountain Ungulates (eds. V. Peracino, S. Lovari & B. Bassano), pp. 59–67. Parco Natl. Gran Paradiso, Saint Vincent (Aosta), Italy.
- Hofmann R.R., 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78, 443–457.
- Hohenlohe P.A., Bassham S., Etter P.D., Stiffler N., Johnson E.A., Cresko W.A., 2010. Population genomics of parallel adaptation in threespine stickleback using sequenced RAD Tags. *PLOS Genetics* 6 : e1000862.
- Houssin H., 1984. Schéma Sabot transport mouflon. Courrier MP/MH 280/84.
- Hudson P.J., Dobson A.P., Newborn D., 1998. Prevention of population cycles by parasite removal. *Science* 282:2256–2258.
- Hugot L. et Panaiotis C., 2015. Expertise : Ouverture du milieu au profit du mouflon et entretien d'ouvrage - Forêt communale d'Asco, vallée de la Tassineta. Site FR 9400576 : « Massif du Cinto ». Conservatoire Botanique de la Corse, 3p.



- Ihl C. et Klein D.R., 2001. Habitat and Diet Selection by Muskoxen and Reindeer in Western Alaska. *J Wild Manage* 65: 964-972.
- Ilmonen P., Taarna T. et Hasselquist D., 2000. Experimentally activated immune defence in female pied flycatchers results in reduced breeding success. *Proc R Soc Lond B* 267: 665–670.
- Ioannou I., Sandalakis V., Kassinis N., Chochlakis D., Papadopoulos B., Loukaides F., Tselentis Y. et Psaroulaki A., 2011. Tick-borne bacteria in mouflons and their ectoparasites in Cyprus. *Journal of Wildlife Diseases*, 47, 300–306.
- Irby L.R. et Andryk T.A., 1987. Évaluation of a mountain sheep transplant in north-central Montana. *Journal of Environmental Management*, 24, 337-346.



- Johnson D.H., 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61, 65–71.
- Jombart T., Devillard S., Balloux F., 2010. Discriminant analysis of principal components : A new method for the analysis of genetically structured populations. *BMC Genetics* 11: 94–108.
- Josa M., 2018. Low habitat effects on the diet quality-composition relationship in Corsican mouflons. Master en Ecología Terrestre i Gestió de la Biodiversitat (Universitat de Barcelone).
- Juillard O. et Gindre R., 1979. Protection active du Mouflon de souche corse, création d'une Réserve de l'ONC à Asco (Hte-Corse). *Bulletin Mensuel de l'ONC*, 29 : 7-8.



- Kaeuffer R., Coltman D.W., Chapuis J.L., Pontier D. et Réale D., 2007. Unexpected heterozygosity in an island mouflon population founded by a single pair of individuals. *Proc R Soc B* : 274 : 527–533.
- Kaeuffer R., Bonenfant C., Chapuis J.L. et Devillard S., 2009. Dynamics of an introduced population of mouflon (*Ovis aries*) on the sub-Antarctic archipelago of Kerguelen. *Ecography*, 33 : 435-442.
- Kaya M.A., Bunch T.D. et Konuk M., 2004. On Konya wild sheep, *Ovis orientalis anatolica*, in the Bozdag protected area. *Mammalia*, 68, 229–232.
- Keller L.F. et Waller D.M., 2002. Inbreeding effects in wild populations. Trends in *Ecology & Evolution* 17 : 230–241.

- Keller S.R, Fields P.D., Berardi A.E. et Taylor D.R., 2014. Recent admixture generates heterozygosity-fitness correlations during the range expansion of an invading species. *J Evol Biol* 27: 616–627.
- Kekkonen J. et Brommer J.E., 2015. Reducing the loss of genetic diversity associated with assisted colonization-like introductions of animals. *Current Zoology*, 61(5), pp.827–834.
- Keliman D.G., Beck B.B., Dietz J.M. et Dietz L.A., 1991. Costs of re-introduction and criteria for success: accounting and accountability in the Golden Lion Tamarin Conservation Programme. In : Gipps J.H.W., editors. Beyond Captive Breeding: Re-introducing Endangered Mammals to the Wild. Symposia Zoological Society of London No. 62, Clarendon Press, Oxford, p. 125-142.
- Khorozyan I., Weinberg P. et Malkhasyan A., 2009. Conservation strategy of Armenian mouflon (*Ovis [orientalis] gmelini* Blyth) and bezoar goat (*Capra aegagrus* Erxleben) in Armenia. Status and protection of globally threatened species in the Caucasus (eds. N. Zazanashvili & D. Mallon), pp. 37–45.
- Klapp E., 1954. Wiesen und Weiden, Paul Parey, Berlin, 519 p.
- Kleiman D.G., 1989. Reintroduction of Captive Mammals for Conservation. *BioScience*, 39 (3): 152-161.
- Knight R.L. et Gutzwiller K., 2013. Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management And Research (Island Press).
- Komers P.E. et Curman G.P., 2000. The effect of demographic characteristics on the success of ungulate re-introductions. *Biological Conservation*, 93 (2) : 187-193.
- Kökten K., Kaplan M., Hatipoglu R., Saruhan V. et Cinar S., 2012. Nutritive value of mediterranean shrubs. *J Anim Plant Sci* 22:188-194.



- Land R., 1978. Reproduction in young sheep: some genetic and environmental sources of variation. *Journal of Reproduction and Fertility*, 52, 427–436.
- Lande R., 1994. Risk of population extinction from fixation of new deleterious mutations. *Evolution* 48 : 1460-1469.
- Lande R., 1998. Anthropogenic, ecological and genetic factors in extinction and conservation. *Res. Popul Ecol* 40 : 259–269.
- Langbein J., Scheibe K.M. et Eichhorn K., 1997. Seasonal changes in the circadian behaviour patterns in European mouflons (*Ovis ammon musimon* Pallas, 1811). *Z. Für Säugetierkunde* 62, 117–123.
- Laundré J.W., Hernández L. et Altendorf K.B., 2001. Wolves, elk, and bison: reestablishing the “landscape of fear” in Yellowstone National Park, U.S.A. *Can. J. Zool.* 79, 1401–1409.
- Leandri J., 1952. Une réserve nationale de chasse pour la protection du mouflon en Corse. 54-55.
- Lebreton J.D. et Clobert J. 1991. Bird population dynamics, management, and conservation: the role of mathematical modelling. In: "Bird populations studies : relevance to conservation and management".
- Lebreton J.D., Burnham K.P., Clobert J. et Anderson D.R., 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals : a unified approach with case studies. *Ecol. Monog.*, 62 : 67-118.
- Lefebvre T. et Moncorps S. (coordination), 2010. Les espaces protégés français : une pluralité d’outils au service de la conservation de la biodiversité. Comité français de l’UICN, Paris, France.
- Lenoir J., Gégout J.C., Marquet P.A., de Ruffray P., et Brisse H., 2008. Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century. *Science*.
- Lima S.L. et Dill L.M., 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation : a review and prospectus. *Can. J. Zool.* 68, 619–640.
- Lincoln G.A., 1989. Seasonal cycles in testicular activity in Mouflon, Soay sheep and domesticated breeds of sheep: breeding seasons modified by domestication. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 95, 137–147.
- Lincoln G.A., 1998. Reproductive seasonality and maturation throughout the complete life-cycle in the mouflon ram (*Ovis musimon*). *Animal Reproduction Science*, 53, 87–105.
- Link W.A. et Sauer J.R., 1997. Estimation of Population Trajectories from Count Data. *Biometrics*, 53, 488–497.



- Mabile G., Dussault C., Ouellet J.-P. et Laurian C., 2012. Linking trade-offs in habitat selection with the occurrence of functional responses for moose living in two nearby study areas. *Oecologia* 170, 965–977.
- MacKenzie D.I., Nichols J.D., Lachman G.B., Droege S., Andrew Royle J. et Langtimm C.A., 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83, 2248–2255.
- MacKenzie D.I., Nichols J.D., Hines J.E., Knutson M.G. et Franklin A.B., 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84, 2200–2207.
- MacKenzie D.I., Nichols J.D., Royle J.A., Pollock K.H., Hines J.E. et Bailey L.L., 2005. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence.
- Maerten J., 2014. Détermination du parasitisme de l'abomasum chez le mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* × *ovis* sp.) dans le massif du Caroux-Espinouse. Veterinary dissertation, VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon, Univ. de Lyon, France.
- Maillard D., Benedetti P., Mariani J.P., Gaudin J.C. et Garel M., 2007. La conservation du Mouflon de Corse dans la Réserve d'Asco. *Faune sauvage* 278 : 16–21.
- Manel S., Schwartz M.K., Luikart G. et Taberlet P., 2003. Landscape genetics : combining Landscape Ecology and population genetics. *Trends Ecol Evol* 18 : 189–197.
- Manly B.F.J., McDonald L.L., Thomas D.L., McDonald T.L. et Erickson, W.P., 2002. Resource selection by animals: Statistical design and analysis for field studies. Second edition.
- Marchand P., 2013. Déterminants spatio-temporels de la sélection de l'habitat chez le mouflon Méditerranéen *Ovis gmelini musimon* × *ovis* sp. Thèse de doctorat: Université de Grenoble, France.
- Marchand P., Redjadj C., Garel M., Cugnasse J.-M., Maillard D. et Loison A., 2013. Are mouflon *Ovis gmelini musimon* really grazers? A review of variation in diet composition. *Mammal Review* 4 : 275-291.
- Marchand P., Garel M., Bourgoïn G., Dubray D., Maillard D. et Loison A., 2014a. Impacts of tourism and hunting on a large herbivore's spatio-temporal behavior in and around a French protected area. *Biological Conservation*, 177.
- Marchand P., Garel M., Michel P., Maillard D. et Loison A., 2014b. Habitat-related variation in carcass mass of a large herbivore revealed by combining hunting and gps data. *Journal of Wildlife Management*, 78, 657–670.
- Marchand P., Garel M., Bourgoïn G., Dubray D., Maillard D., Loison A., 2015a. Sex-specific adjustments in habitat selection contribute to buffer mouflon against summer conditions. *Behavioral Ecology* 26 : 472–482.
- Marchand P., Garel M., Bourgoïn G., Dubray D., Maillard D., Loison A., 2015b. Coupling scale-specific habitat selection and activity reveals sex-specific food/cover trade-offs in a large herbivore. *Anim Behav* 102 : 169–187.
- Marchand P., Garel M., Bourgoïn G., Duparc A., Dubray D., Maillard D. et Loison A., 2016. Data from: Combining familiarity and landscape features helps break down the barriers between movements and home ranges in a non-territorial large herbivore.
- Marchand P., Garel M., Bourgoïn G., Duparc A., Dubray D., Maillard D., Loison A., 2017. Combining familiarity and landscape features helps break down the barriers between movements and home ranges in a non-territorial large herbivore. *J Anim Ecol* 86 : 371–383.
- Martinetto K. et Cugnasse J.M., 2001. Reaction distance in Mediterranean mouflon (*Ovis gmelini musimon* × *Ovis* sp.) in the presence of hikers with a dog on the Caroux Plateau (Hérault, France). *Rev. Ecol. Fr.*
- Maudet C., 2001. Comparaison des structures génétiques des deux sous-populations de mouflons de Corse (Cinto et Bavella). Rapport d'étude – novembre 2001, 6p.
- Maudet C. et Dubray D., 2002. Comparison of the genetic structures of two Corsican mouflon (*Ovis gmelini musimon*) populations (Cinto/Asco and Bavella). Poster. in IV international mouflon symposium. Nuoro, Sardinia.
- Mayor S.J., Schneider D.C., Schaefer J.A. et Mahoney S.P., 2009. Habitat selection at multiple scales. *Écoscience* 16, 238–247.
- McClelland B.E., 1991. Courtship and agonistic behavior in mouflon sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 29, 67–85.

- Médail F. et Quézel P., 2003. *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Editions. Elsevier, 570 p.
- Memmi M., 2012a. *Protocole de surveillance sanitaire du Mouflon en Corse*. Laboratoire Départementale d'Analyses de la Haute-Corse.
- Memmi M., 2012b. *Aspect sanitaire ongulés sauvages (mouflons) 2012*. Rapport interne.
- Mengel K., Kosegarten H., Appel T. et Kirkby E.A., 2001. *Principles of Plant Nutrition* (Springer Netherlands).
- Mercier A., 2016. *Les maladies à tiques à l'interface faune sauvage-ruminants domestiques-homme : détermination de la prévalence des hémopathogènes vectorisés par les tiques parasitant le mouflon (*Ovis gmelini musimon* × *ovis* sp.) au sein du massif du Caroux-Espinouse*. Ph.D. thesis, VetAgro Sup, Lyon.
- Mereu P., Pirastru M., Barbato M., Satta V., Hadjisterkotis E., Manca L., Naitana S. et Leoni G.G., 2019. Identification of an ancestral haplotype in the mitochondrial phylogeny of the ovine haplogroup B. *PeerJ*, 7, e7895.
- Michel, S. et Ghoddousi, A. 2020. *Ovis gmelini*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- Miller S.G., Knight R.L. et Miller C.K., 2001. Wildlife Responses to Pedestrians and Dogs. *Wildl. Soc. Bull.* 1973-2006 29, 124–132.
- Miranda M., Sicilia M., Bartolomé J., Molina-Alcaide E., Gálvez-Bravo L. et Cassinello J., 2012. Contrasting feeding patterns of native red deer and two exotic ungulates in a Mediterranean ecosystem. *Wildlife Research*, 39, 171–182.
- Montgelard C., Nguyen T.C. et Dubray D., 1994. Genetic variability in French populations of the Corsican mouflon (*Ovis ammon musimon*) : analysis of 2 blood proteins and red-cell blood groups. *Genet Sel Evol* 26 : 303–315.
- Moreau S., 1987a. Conclusion sur l'exécution du Programme Technique de la B.M.I. Corse. Mission I.I. du programme reprises de Mouflons. Compte-rendu, 6p.
- Moreau S., 1987b. Reprises de Mouflons sur la réserve d'Asco. Mission technique I.I. Mouflon. Brigade Mobile d'Intervention Corse. Compte-rendu, 6p.
- Moreau S., 1988. Reprises de Mouflons sur la réserve d'Asco. Mission technique I.I. Mouflon. Brigade Mobile d'Intervention Corse. Compte-rendu 25 mai 1988, 1p.
- Morris D.W., 1987. Ecological Scale and Habitat Use. *Ecology* 68, 362–369.
- Morrison M.L., 2001. A Proposed Research Emphasis to Overcome the Limits of Wildlife- Habitat Relationship Studies. *J. Wildl. Manag.* 65, 613–623.
- Morellet N., 2008. La gestion des grands herbivores par les indicateurs de changement écologique La gestion des grands herbivores par les indicateurs de changement écologique. *Faune sauvage* n°282, Octobre 2008.
- Morellet N. Gaillard J.-M., Hewison A. J. M., Ballon P., Boscardin Y., Duncan P., Klein F. et Maillard D., 2007. Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores. *Journal of Applied Ecology*, 44 : 634-643.
- Morgan E.R. et Van Dijk J., 2012. Climate and the epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. *Vet Parasitol* 189 : 8–14.
- Moritz C., 1994. Defining 'Evolutionary Significant Units' for conservation. *Trends Ecol Evol* 9: 373-375.
- Mottl S., 1960. *Mufloňi zvěř, Biologie a chov*. Státní Zemědělské Nakladatelství, Prague, The Czech Republic.
- Murray D.L., Keith L.B., Cary J.R., 1996. The efficacy of anthelmintic treatment on the parasite abundance of free-ranging snowshoe hares. *Can J Zool* 74 : 1604 – 1611.
- Myers N., Mittermeier R., Mittermeier C., Da Fonseca G.A. et Kent J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Mysterud A., 2006. The concept of overgrazing and its role in management of large herbivores. *Wildl. Biol.* 12, 129–141.
- Mysterud A. et Østbye E., 1995. Bed-site selection by European roe deer (*Capreolus capreolus*) in southern Norway during winter. *Can. J. Zool.* 73, 924–932.
- Mysterud A. et Østbye, E., 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. *Wildl. Soc. Bull.* 1973-2006 27, 385–394.
- Mysterud A., Langvatn R., Yoccoz N.G. et Stenseth N.C., 2001. Plant Phenology, Migration and Geographical Variation in Body Weight of a Large Herbivore: The Effect of a Variable Topography. *J. Anim. Ecol.* 70, 915–923.



- Nadler C.F., Korobitsina K.V., Hoffmann R.S. et Vorontsov N.N., 1973. Cytogenic differentiation, geographic distribution, and domestication in Palearctic sheep (*Ovis*). *Z. Für Säugetierkd.*, 109–125.
- Newey S. et Thirgood S., 2004. Parasite-mediated reduction in fecundity of mountain hares. *Proc R Soc Lond* 271 (Suppl. 6) : S413–S415.
- Nicholson M.C., Bowyer R.T. et Kie J.G., 1997. Habitat Selection and Survival of Mule Deer: Tradeoffs Associated with Migration. *J. Mammal.* 78, 483–504.
- Nicolini 1985. Compte-rendu d'observations de mouflons sur le secteur Golo-Viro (16/04/84 au 15/4/85). Doc. Interne ONC Corse, 4p.



- Office français de la biodiversité (OFB), 2021a. Protocole des survols aériens sur les RCFS d'Asco et de Bavella de 2003 à 2009.
- Office français de la biodiversité (OFB), 2021b. Résultats des dénombrements par survols aériens des populations de mouflons du Cinto et de Bavella de 2003 à 2009.
- Office français de la biodiversité (OFB), 2021c. Protocole d'échantillonnage de hardes pour l'estimation de l'indice de reproduction de 1982 à 1989.
- Office français de la biodiversité (OFB), 2021d. Protocole d'Indice Ponctuel d'Abondance (IPA) réalisé pour l'estimation de l'indice de reproduction de 1998 à 2003.
- Office National de la Chasse (ONC), 1977. Création de la Réserve nationale d'Asco. *Bull. mens.* n°1 : 15-16.
- Office National de la Chasse (ONC), 1982. Suivi des populations d'ongulés en montagne, connaissance de l'effectif, méthode utilisée pour la Corse. Doc. Interne ONC, 6p.
- Office National de la Chasse (ONC), 1984a. Méthode de prélèvement du sang sur Mouflon de Corse en vue d'une étude génétique. Doc interne.
- Office National de la Chasse (ONC), 1984b. Méthode de prélèvement du sang sur Mouflon de Corse en vue d'études sérologiques (Brucellose, Chlamidiose, Salmonellose, Rickettsiose et Toxoplasmose). Doc interne, 2p.
- Office National de la Chasse (ONC), 1985. Recensement de populations d'ongulés sauvages en montagne : Méthode d'estimation des effectifs. Notes techniques, fiche n°22. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* 88.
- Office National de la Chasse (ONC), 1989. Étude de faisabilité de récolte de sperme de Mouflon de Corse. Station d'étude sur la faune des milieux méditerranéens. Région Corse. Rapport interne.
- Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), 2003. Plan de Gestion 2003-2008 de la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage de Corse d'Asco.
- Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), 2008. Etude de faisabilité de la réintroduction du Bouquetin des alpes en Chartreuse. 68 p.
- Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), 2009. Plan de Gestion 2011-2015 de la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage de Corse de Bavella-Sambuccu.
- Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), 2010. Plan de Gestion 2011-2015 de la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage de Corse de Tartagine.
- Office National des Forêts (ONF), 2005. Action A2 : Etude et cartographie des zones basses d'hivernage des populations de mouflons de Corse. Life-Nature N° 03NAT/F/000099, 16p.
- Office National des Forêts (ONF), 2010. Réserve de chasse et de faune sauvage d'Omita. Plan de gestion 2011-2015. Office National des Forêts, 69 p.

- Ohashi H., Saito M., Horie R., Tsunoda H., Noba H., Ishii H., Kuwabara T., Hiroshige Y., Koike S., Hoshino Y., Toda H. et Kaji K., 2013. Differences in the activity pattern of the wild boar *Sus scrofa* related to human disturbance. *European Journal of Wildlife Research* 59 (2): 167-177.
- Ozoga J.J. et Gysel L.W., 1972. Response of White-Tailed Deer to Winter Weather. *J. Wildl. Manag.* 36, 892–896.
- Ozüt D., 2001. Conservation genetics of Anatolian mouflon (*Ovis gmelinii anatolica*). MSc Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.



- Paeth, H. et Hense A., 2005. Mean versus extreme climate in the Mediterranean region and its sensitivity to future global warming conditions. *Meteorologische Zeitschrift*: 329-347.
- Palsbøl P.J., Bérubé M. et Allendorf F.W., 2006. Identification of management units using population genetic data. *Trends Ecol Evol* 22 : 11-16.
- Pangle K.L., Peacor S.D. et Johannsson O.E., 2007. Large Nonlethal Effects of an Invasive Invertebrate Predator on Zooplankton Population Growth Rate. *Ecology* 88, 402–412.
- Parc Naturel Régional de Corse (PNRC), 2001. Comptage mouflon sur Bavella Nord et Incudine Nord (16 et 17 mai 2001).
- Parc Naturel Régional de Corse (PNRC), 2018. État des lieux et activités humaines. La montagne, les animaux, les hommes. Étude visant à déterminer le site le plus approprié pour effectuer le premier relâcher de mouflons issus de l'enclos d'élevage de Quenza, 58 p.
- Parc Naturel Régional de Corse (PNRC), 2020. Note de présentation de l'enclos d'élevage du Mouflon de Corse. Parc Naturel Régional de Corse, 9p.
- Pascal M., Dubray D., Vigne J.-D. et Lorvelec O., 2003. Le Mouflon de Corse (le Mouflon d'Orient) : *Ovis orientalis* S.G. (Gmelin, 1774). Pp. 301-304 in : Evolution holocène de la faune des Vertébrés de France : invasions et disparitions (M. Pascal, O. Lorvelec, J.D. Vigne, P. Keith & P. Clergeau, coord.). INRA/CNRS/MNHN. 381 p. Rapport au Ministère de l'Ecologie et du développement durable (DNP), Paris, France. V.F. du 10.07.03.
- Peckarsky B.L., Cowan C.A., Penton M.A. et Anderson C., 1993. Sublethal Consequences of Stream-Dwelling Predatory Stoneflies on Mayfly Growth and Fecundity. *Ecology* 74, 1836–1846.
- Pedersen A.B. et Antonovics J., 2013. Anthelmintic treatment alters the parasite community in a wild mouse host. *Biol Lett* 9: 20130205.
- Peguet A., 1985. Écologie automnale de la population de mouflons de Corse du Sud-Ouest du Massif du Cinto (Capu a Cuccula-Punta licciola). Rapport de stage ONC, 14p.
- Pelletier F., 2014. Effects of tourist activities on ungulate behaviour in a mountain protected area. *J. Mt. Ecol.* 8.
- Pellerin M., Calenge C., Saïd S., Gaillard J.-M., Fritz H., Duncan P., et Van Laere G., 2010. Habitat use by female western roe deer (*Capreolus capreolus*): influence of resource availability on habitat selection in two contrasting years. *Can. J. Zool.* 88, 1052–1062.
- Perrin N., Christe P., Richner H., 1996. On host life-history response to parasitism. *Oikos* 75 : 317– 320.
- Pfeffer P., 1963. Premières estimations sur le statut et la structure des populations de mouflon (*Ovis musimon*, Pallas) dans la réserve nationale de Bavella (Corse). *Terre et Vie* n°2 : 129-139.
- Pfeffer P., 1967. Le Mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon* Schreber, 1782) ; position systématique, écologie et éthologie comparées. *Mammalia*, 31, suppl., 1-262.
- Pfeffer P. et Genest H., 1969. Biologie comparée d'une population de mouflons de Corse (*Ovis ammon musimon*) du parc naturel du Caroux. *Mammalia*, 33, 165–192.
- Pfeffer P. et Settimo R., 1973. Déplacements saisonniers et compétition vitale entre mouflons, chamois et bouquetins dans la réserve du Mercantour (alpes maritimes). *Mammalia* 37, 203–219.
- Pietri C., 1983. Estimation du succès de reproductions du mouflon par échantillonnage de hardes sur le secteur Est du Massif du Cintu, rapport de stage B.E.P.A. Cynégétique réalisé auprès du Service technique de l'ONC (Région Corse).

- Pietri C. et Panaïotis C., 2021. Expertise brûlage dirigé au profit du Mouflon de Corse, RCFS d'Ascu Site de Tassineta. Compre-rendu. Office de l'Environnement de la Corse, 14p.
- Pipia A., Ciuti S., Grignolio S., Luchetti S., Madau R. et Apollonio M., 2008. Influence of sex, season, temperature and reproductive status on daily activity patterns in Sardinian mouflon (*Ovis orientalis musimon*). *Behaviour*, 145, 1723–1745.
- Plan de Protection de la Forêt et des Espaces Naturels contre les Incendies (PPFENI Corse), 2014a. Aménagement contre l'incendie d'un territoire forestier : l'emploi du feu dans la gestion du combustible Le cas de la forêt territoriale de Bavella Sambuco. XXV^{es} Rencontres des Équipes de Brûlage Dirigé, Zonza du 14 au 16 octobre 2014. Plan de prévention des forêts et des espaces naturels contre les incendies, 70p.
- Plan de Protection de la Forêt et des Espaces Naturels contre les Incendies (PPFENI Corse), 2014b. CAHIER II. Documents techniques et graphiques - 2013 / 2022. Plan de prévention des forêts et des espaces naturels contre les incendies, 126p.
- Poglayen G., Urbani L., Modugno F., Scala A. et Giannetto S., 2018. The italian mouflon (*Ovis musimon*) : a brief history of its parasites in the last 45 years. *Research J.of Zoology*, 1, 2.
- Poly J.P., 2012. Projet de création d'une Réserve naturelle de Corse sur les Réserves de chasse et de faune sauvage d'Ascu et de Tartagine. Courrier du 5 décembre 2012.
- Poplin F., 1979. Origine du mouflon de Corse dans une nouvelle perspective paléontologique, par marronnage. *Annales de génétique et de sélection animale*, 11, 133–143.
- Poradowski M., 2012. Variation de la sélection saisonnière de l'habitat en fonction du sexe chez le Mouflon de Corse (*Ovis gmelini musimon* var. *Corsicana*). Rapport de stage Master IBEE, 19p.
- Portanier E., 2018. Parasitisme et structuration génétique et spatiale : exemple chez le mouflon méditerranéen, *Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp. Ph.D. thesis, Université de Montpellier, France.
- Portanier E. et Garel M., 2018. Analyses génétiques des mouflons de la population de Bavella et de l'enclos de Quenza. Note interne.
- Portanier E., Garel M., Devillard S., Marchand P., Andru J., Maillard D. et Bourgoïn G., 2017. Introduction history overrides social factors in explaining genetic structure of females in Mediterranean mouflon. *Ecology and Evolution*, 7, 9580-9591.
- Portanier E., Larroque J., Garel M., Marchand P., Maillard D., Bourgoïn G. et Devillard S., 2018. Landscape genetics matches with Behavioral Ecology and brings new insight on the functional connectivity in Mediterranean mouflon. *Landscape Ecology*, 33, 1069-1085.
- Portanier E., Garel M., Devillard S., Maillard D., Poissant J., Galan M., Benabed S., Poirel M.T., Duhayer J., Itty C. et Bourgoïn G., 2019. Both candidate gene and neutral genetic diversity correlate with parasite resistance in female Mediterranean mouflon. *BMC Ecol* 19: 1–14.
- Portanier E., Chevret P., Gélin P., Benedetti P., Sanchis F., Barbanera F., Kaerle C., Queney G., Bourgoïn G., Devillard S. et Garel M., 2022. New insights into the past and recent evolutionary history of the Corsican mouflon (*Ovis gmelini musimon*) to inform its conservation. *Conservation Genetics*. 23 : 91–107.
- Pritchard J.K., Stephens M. et Donnelly P., 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155 : 945–959.
- Pulliam H.R. et Danielson B.J., 1991. Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *Am. Nat.* S50–S66.



- Redjadj C., Darmon G., Maillard D., Chevrier T., Bastianelli D., Verheyden H., Loison A. et Saïd S., 2014. Intra- and Interspecific Differences in Diet Quality and Composition in a Large Herbivore Community. *PLoS One*, 9, e84756.
- Rettie W.J. et Messier F., 2000. Hierarchical habitat selection by woodland caribou: its relationship to limiting factors. *Ecography* 23, 466–478.

- Rezaei H., 2007. Phylogénie moléculaire du genre *Ovis* (Mouton et Mouflons) – Implications pour la conservation du genre et pour l'origine de l'espèce domestique. Ph.D. thesis, Université Joseph Fourier Grenoble 1, France.
- Rezaei H.R., Naderi S., Chintauan-Marquier I.C., Taberlet P., Virk A.T., Naghash H.R., Rioux D., Kaboli M. et Pompanon F., 2010. Evolution and taxonomy of the wild species of the genus *Ovis* (*Mammalia*, *Artiodactyla*, *Bovidae*). *Mol. Phylogenet. Evol.* 54, 315–326.
- Řičanová Š., Bryja J., Cosson J. F., Gedeon C., Choleva L., Ambros M., et Sedláček F., 2011. Depleted genetic variation of the European ground squirrel in Central Europe in both microsatellites and the major histocompatibility complex gene: Implications for conservation. *Conservation Genetics*, 12(4), pp.1115–1129.
- Ricau B., 1985. Étude au printemps 1985, de la population de mouflons de Corse, du Sud-Ouest du Massif du Cinto (Capu a Cuccula – Punta Licciola).
- Richard Q., 2016. Hétérogénéité individuelle, variabilité temporelle et structure spatiale comme sources de variation démographique chez les grands herbivores de montagne. Ph.D. thesis, Université Savoie Mont-Blanc, Bourget du Lac, France.
- Richard Q., Toigo C., Appolinaire J., Loison A. et Garel M. 2017. From gestation to weaning: Combining robust design and multi-event models unveils cost of lactation in a large herbivore. *Journal of Animal Ecology*, 86, 1497-1509.
- Ricklefs R.E. et Miller G.L., 2000. *Ecology* (W. H. Freeman).
- Rieu L., 2007a. Life Nature Conservation et extension des populations de mouflons corses en Corse. Bilan général, PNRC, 20p.
- Rieu L., 2007b. Conservation et extension des populations de mouflons corses en Corse. Projet LIFE03NAT/F/000099. Rapport final d'activités du 1er novembre au 30 juin. PNRC, 134p.
- Rigaud P., 1985. Le mouflon dans le massif du Sancy. PhD Thesis. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Vétérinaire, Lyon, France.
- Rosatte R.C., Power M.J., Malcinnis C.D., Campbell J.B., 1992. Trap-vaccinate-release and oral vaccination for rabies control in urban skunks, raccoons and foxes. *Journal of Wildlife Diseases* 28 : 562-571.
- Roux D., 1985. Sortie du 30 janvier 1985 sur la Réserve d'Asco pour observations de Mouflons. Doc. Interne 3p.
- Roux D., 1986a. Estimation du succès de la reproduction 1986 du Mouflon par échantillonnage de hardes sur le secteur Sud-Est du massif du Cintu. Doc. interne ONC, 6p.
- Roux D., 1986b. Observations sur mouflons femelles de la Réserve ONC d'Asco : Mise en évidence de la gestation en Avril-Mai 1986. Doc. interne ONC, 6p.
- Roux D., 1986c. Recensement de Mouflons sur le secteur Incudine Nord – Formicola (2 et 3 Octobre 1986). Doc. Interne ONC, 7p.
- Roux D., 1986d. Sortie du 11 avril 1986 sur la Réserve d'Asco pour observation de mouflons. Doc. interne ONC, 3p.
- Roux D., 1986e. Reprise de mouflons vivants. Dispositifs de marquage saison 1986-1987. Courrier N°143/DR.86.
- Roux D., 1987a. Estimation de l'indice de reproduction 1987 du Mouflon par échantillonnage de hardes sur le secteur Est du massif du Cinto (Haute-Corse). Doc. interne ONC.
- Roux D., 1987b. Recensement de mouflons sur le secteur Bavella Sud (28 et 29 avril 1987), Doc. Interne ONC.
- Roux D., 1987c. Observations sur mouflons femelles de la Réserve ONC d'Asco : Mise en évidence de la gestation en Avril-Mai 1987. Doc. interne ONC.
- Roux D., 1988a. Suivi des mouflons individualisés (Collier). Protocole d'observation. Doc interne, ONC, 4p.
- Roux D., 1988b. Bilan du suivi de 18 Mouflons individualisés (émetteur ; collier) sur la réserve ONC d'Asco de Mars 1984 au 31 Décembre 1987. Rapport ONC, 37p.
- Roux D., 1988c. Mouflon de Corse - Rapport d'activités année 1988.
- Roux D. et Battesti P., 1988. Estimation de l'indice de reproduction du mouflon par échantillonnage de hardes sur le secteur Est du Massif du Cinto (Juin 1988). Rapport interne.
- Roux D. et Dubray D., 1984a. Estimation de l'indice de reproduction 1984 du mouflon par échantillonnage de hardes sur le secteur Est du massif du Cinto. Doc. Interne, 6p.
- Roux D. et Dubray D., 1984b. Observations sur mouflons femelles de la Réserve ONC d'Asco : Mise en évidence de la gestation en mai 1984. Doc. Interne, 3p.

- Roux D. et Dubray D., 1985a. Recensement de mouflons en Corse sur le secteur Bavella Sud-Est (24 et 25 septembre 1985), Doc. Interne ONC, 15p.
- Roux D. et Dubray D., 1985b. Observations sur mouflons femelles de la Réserve ONC d'Asco : Mise en évidence de la gestation en Avril-Mai 1985. Doc. interne ONC, 4 p.
- Roux D. et Dubray D., 1986. Recensement de mouflons en Corse sur le secteur Nord-Ouest du Massif du Cinto (Haute-Corse) (13 et 14 Mai 1986), Doc. Interne ONC, 7p.
- Roux D. et Dubray D., 1987. Bilan des recensements de Mouflons en Corse. Doc. Interne ONC.
- Roux D. et Dubray D., 1988. Cartes des potentialités de la Corse pour le Mouflon de Corse. Rapport interne, 7p.
- Roux D. et Dubray D., 1993. Aire d'occupation potentielle pour le mouflon en Corse. *Bull. mens. ONC* n°185 : 29-33.
- Roux D. et Vitty J., 1984. Estimation automnale de l'indice de reproduction 1984 du mouflon par échantillonnage de hardes sur le secteur Est du massif du Cintu. Doc. Interne ONC, 5p.
- Roux D., Battesti P. et Dubray D., 1989. Recensement de mouflons sur le secteur Asco-Cinto-Tartagine (11 et 12 Octobre 1989), Doc. Interne ONC.
- Rozen-Rechels D., Van Beest F.M., Richard E., Uzal A., Medill S.A. et McLoughlin P.D., 2015. Density-dependent, central-place foraging in a grazing herbivore: competition and tradeoffs in time allocation near water. *Oikos* 124, 1142–1150.
- Ruckstuhl K.E. 1998. L'écologie du comportement alimentaire et la socialité chez le mouflon d'Amerique, *Ovis canadensis*. Thèse présentée au Département de biologie en vue de l'obtention du grade de docteur des sciences (Ph.D.).
- Ruxton G.D. et Lima, S.L., 1997. Predator-induced breeding suppression and its consequences for predator-prey population dynamics. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 264, 409–415.



- Saccheri I., Kuussaari M., Kankare M., Vikman P., Fortelius W., Hanski I., 1998. Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulations. *Nature* 392 : 491-494.
- Sala O.E., Chapin F.S. 3rd, Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., *et al.*, 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- Salducci F., 1987. Estimation du succès de la reproduction 1986 du Mouflon sur les versants Nord du massif du Cinto (Haute-Corse). Rapport de stage. Doc. interne ONC.
- Sanchis F., 2018. Étude de l'utilisation et de la sélection de l'habitat chez le Mouflon de Corse à différentes échelles spatiales et temporelles. École Pratique des Hautes Études, Montpellier, France.
- Sanchis F., 2021. Compte rendu des suivis aériens mouflons réalisés sur la population de Bavella 2020. Rapport interne, 17p.
- Sanchis F. et Benedetti P., 2014. Compte rendu du comptage mouflons par hélicoptère. Population de Bavella - année 2014. Rapport interne.
- Sanchis F. et Benedetti P., 2015. Compte rendu du comptage mouflons par hélicoptère. Population de Bavella - année 2015. Rapport interne.
- Sanchis F. et Benedetti P., 2016. Compte rendu du comptage mouflons par hélicoptère. Population de Bavella - année 2016. Rapport interne.
- Sanchis F. et Benedetti P., 2018. Compte rendu du comptage mouflons par hélicoptère. Population de Bavella - années 2017-2018. Rapport interne.
- Sanchis F. et Benedetti P., 2019. Compte rendu du comptage aérien mouflons population de Bavella 2019. Rapport interne.
- Sanchis F., Garel M., Marchand P. et Besnard A., 2019. Quand thermorégulation et dérangement anthropique contraignent la distribution estivale des mouflons de Corse. Contribution d'un protocole de type présence/absence à une meilleure gestion des populations d'ongulés sauvages. *Faune Sauvage* n° 324, 3e trimestre 2019 : 26-32.

- Sanna D., Barbato M., Hadjisterkotis E., Cossu P., Decandia L., Trova S., Pirastru M., Leoni G.G., Naitana S., Francalacci P. *et al.*, 2015. The first mitogenome of the Cyprus mouflon (*Ovis gmelini ophion*) : new insights into the phylogeny of the genus *Ovis*. *PLoS One*, 10, e0144257.
- Santiago-Moreno J., Gomez-Brunet A., Gonzalez de Bulnes A., Villar D. et Lopez Sebastian A., 2000. Attainment of puberty in the European mouflon (*Ovis gmelini musimon*) and the domestic Manchega ewe (*Ovis aries*). *Reproduction in Domestic Animals*, 35, 49–52.
- Santiago-Moreno J., Lopez-Sebastian A., Gonzalez-Bulnes A., Gomez-Brunet A. et Tortonese D., 2001. The timing of the onset of puberty, extension of the breeding season, and length of postpartum anestrus in the female mouflon (*Ovis gmelini musimon*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 32, 230–235. TY - JOUR Notes: 1 fig.
- Satta V., Lereu P., Doro M., Casula S., Casu G., Bassu G., Frongia G., Berlinguer F., Masala B., Manca L., Naitana S. et Leoni G.G., 2016. Habitat fragmentation causes genetic differentiation of Sardinian mouflon. In: Hadjisterkotis E. (Ed.) *Book of Abstracts*, 3rd edn. 6th world congress on mountain ungulates and 5th international symposium on mouflon, 28 August -1 September, Nicosia, Cyprus, pp.72–73.
- Sauré-Soubelet A., Arthur C., Aulagnier S., Body G., Callou C., Haffner P., Marchandeu S., Moutou F. et Saint-Andrieux C., 2020. *Atlas des mammifères sauvages de France. Volume 2 : Ongulés et Lagomorphes*, Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, 392 p.
- Sayers G., Sweeney T., 2005. Gastrointestinal nematode infection in sheep – a review of the alternatives to anthelmintics in parasite control. *Animal Health Research Reviews* 6 : 159–171.
- Schwab F.E. et Pitt M.D., 1991. Moose selection of canopy cover types related to operative temperature, forage, and snow depth. *Can. J. Zool.* 69, 3071–3077.
- Schwanz L.E., 2008. Chronic parasitic infection alters reproductive output in deer mice. *Behav Ecol Sociobiol* 62 : 1351–1358.
- Seddon P.J., Armstrong D.P. et Maloney R.F., 2007. Developing the Science of Reintroduction Biology. *Conservation Biology*, 21 (2) : 303-312.
- Segelbacher G., Cushman S.A., Epperson B.K., Fortin M.J., Francois O., Hardy O.J., Holderegger R., Taberlet P., Waits L.P. et Manel S., 2010. Applications of landscape genetics in conservation biology : Concepts and challenges. *Conserv Genet* 11 : 375–385.
- Senft R.L., Coughenour M.B., Bailey D.W., Rittenhouse L.R., Sala O.E. et Swift, D.M., 1987. Large Herbivore Foraging and Ecological Hierarchies Landscape ecology can enhance traditional foraging theory. *BioScience* 37, 789–799.
- Seriot J., 1984. Recherches sur l'écologie automnale et hivernale de la population de mouflons de Corse du secteur Est du massif du Cintu. Rapport de stage. Office National de la Chasse Corse, 40p.
- Shackleton, D.M. et IUCN/SSC Caprinae Specialist Group, 1997. Wild sheep and goats and their relatives: status survey and conservation action plan for Caprinae. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Simonpoli P., 1995. Le mouflon dans le massif de Bavella. In : La chasse en Corse. Parc Naturel Régional de Corse, Ajaccio 597p : 153-175.
- Slatkin M., 1987. Gene flow and the geographic structure of natural populations. *Science* 236 : 787- 792.
- Slate D., Rupprecht C.E., Rooney J.A., Donovan D. et Lein D.H., 2005. Status of oral rabies vaccination in wild carnivores in the United States. *Virus Research* 111 : 68–76.
- Sparks T.H., 1999. Phenology and the changing pattern of bird migration in Britain. *Int. J. Biometeorol.* 42, 134-138.
- Staines B.W., 1976. The use of natural shelter by Red deer (*Cervus elaphus*) in relation to weather in North-east Scotland. *J. Zool.* 180, 1–8.
- Stankowich T., 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta- analysis. *Biol. Conserv.* 9, 2159–2173.
- Sutherland I. et Scott I., 2010. *Gastrointestinal Nematodes of sheep and cattle*. Wiley-Blackwell.



- Talibov T., Weinberg P., Mammadov I., Mammadov E. et Talibov S.T., 2009. Conservation strategy of Asiatic mouflon (*Ovis [orientalis] gmelini* Blyth) and bezoar goat (*Capra aegagrus Erxleben*) in Azerbaïdjan. Status and protection of globally threatened species in the Caucasus (eds. N. Zazanashvili & D. Mallon), pp. 46–52.
- Taylor M., Coop R.L. et Wall R., 2015. Veterinary parasitology. Fourth edition. Wiley-Blackwell.
- Taylor H.R., Colbourne R.G., Robertson H.A., Nelson N.J., Allendorf F.W. et Ramstad K.A.M., 2017. Cryptic inbreeding depression in a growing population of a long-lived species. *Mol Ecol* 26 : 799–813.
- Teilhard de Chardin, P. et Piveteau, J., 1930. *Les mammifères fossiles de Nihowan* (Chine) (Masson et Cie).
- Thiolière D., 1988. Recherches sur l'écologie automnale et hivernale de la population de Mouflons de Corse du secteur Est du massif du Cinto. Rapport de stage O.N.C., 26p.
- Tilton M.E. et Willard, E.E., 1982. Winter Habitat Selection by Mountain Sheep. *J. Wildl. Manag.* 46, 359–366.
- Toledano-Díaz A., Santiago-Moreno J., Gomez-Brunet A., Pulido-Pastor A. et Lopez-Sebastian A., 2007. Horn growth related to testosterone secretion in two wild Mediterranean ruminant species: The Spanish ibex (*Capra pyrenaica hispanica*) and European mouflon (*Ovis orientalis musimon*). *Animal Reproduction Science*, 102, 300–307.
- Tolon V., Dray S., Loison A., Zeileis A., Fischer C. et Baubet E., 2009. Responding to spatial and temporal variations in predation risk: space use of a game species in a changing landscape of fear. *Can. J. Zool.* 87, 1129–1137
- Torre J., 1993. Réintroduction mouflons - Asco - Cruzini – 1993. Rapport Parc Naturel Régional de Corse, 27 mai 1993, 6p.
- Trabaud L. et Galtié J.-F., 1996. Effects of fire frequency on plant communities and landscape pattern in the Massif des Aspres (southern France). *Landscape Ecology*, 11, pp. 215-224.



- Union International pour la Conservation de la Nature (UICN France), Muséum National d'Histoire Naturelles (MNHN), Société Française d'études et de Protection des Mammifères (SFEPM) et Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France– Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
- Uloth W., 1972. To the history of the distribution, introduction and cross-breeding of the Tyrrhenian mouflon in Europe and overseas. *Acta Theriologica*, 17, 412–413.



- Valdez R., 1982. The wild sheep of the world. Wild Sheep & Goat International.
- Van Beest F.M., Van Moorter B. et Milner J.M., 2012. Temperature-mediated habitat use and selection by a heat-sensitive northern ungulate. *Animal Behaviour* 84: 723-735.
- Van Noordwijk A.J. et De Jong G., 1986. Acquisition and allocation of resources: their influence on variation in life history tactics. *American Naturalist* 128 : 137-142.
- Vandra K., 2009. Passer du stade minimal de conservation au développement des populations de Mouflons de Corse sur le massif du Cinto. Rapport de stage B.T.A., 33p.
- Venter O., Brodeur N.N., Nemiroff L., Belland B., Dolinsek I.J. et Grant J.W.A., 2006. Threats to Endangered Species in Canada. *BioScience* 56, 903–910.
- Vigne J.D., 1988. Paléontologie, archéologie et mammalogie. XI^e Colloque Francophone de Mammalogie, Maison-Alfort, France.

- Vigne J.D., 1992. Zooarchaeology and the biogeographical history of the mammals of Corsica and Sardinia since the last ice age. *Mammal Review*, 22, 87–96.
- Vigne J.D., Briois F., Zazzo A., Willcox G., Cucchi T., Thiébaud S., Carrère I., Franel Y., Touquet R., Martin C. et al., 2012. First wave of cultivators spread to Cyprus at least 10,600 y ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 8445–8449.
- Vigne J.D., Zazzo A., Cucchi T., Carrère I., Briois F. et Guilaine J., 2014. The transportation of mammals to Cyprus sheds light on early voyaging and boats in the Mediterranean Sea. *Eurasian Prehistory*, 10, 157–176.
- Vitti J., 1993. Compte-rendu de l'opération reprise de mouflons 93. Réserve de Chasse et de Faune Sauvage d'Asco. Compte-rendu 28 avril, 5p.
- Vitti J., Franceschetti J.C., Roux D. et Dubray D., 1985. Bilan du suivi de 6 mouflons individualisés (émetteur ; collier) sur la Réserve O.N.C. d'Asco de mars 1984 au 15 avril 1985. Rapport ONC, 11p.
- Vitti J., Franceschetti J.C. et Roux D., 1986. Reprises de mouflons réalisées sur la réserve O.N.C. d'Asco : récapitulatif sur la période 1984-1986. Tableau, 1p.
- Villamuelas M., Fernández N., Albanell E., Gálvez-Cerón A., Bartolomé J., Mentaberre G., López-Olvera J.R., Fernández-Aguilar X., Colom-Cadena A., López-Martín J.M., Pérez-Barbería J., Garel M., Marco I., Serrano E., 2016. The Enhanced Vegetation Index (EVI) as a proxy for diet quality and composition in a mountain ungulate. *Ecol Indic* 61:658-666.
- Van Noordwijk A.J. et De Jong G., 1986. Acquisition and allocation of resources: their influence on variation in life history tactics. *American Naturalist* 128 : 137-142.



- Walker A.B.D., Parker K.L., Gillingham M.P., Gustine D.D. et Lay R.J., 2007. Habitat selection by female Stone's sheep in relation to vegetation, topography, and risk of predation. *Ecoscience* 14, 55–70.
- Walther G.-R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J.C., Fromentin J.-M., Hoegh-Guldberg O. et Bairlein F., 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389–395.
- Wegener L., 2011. Étude de faisabilité de la réintroduction de chamois des Alpes en Ardèche. Rapport interne Fédération Départementales de Chasseurs d'Ardèche et Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. 68p.
- Weiland E., 1985. Estimation 1985 du succès de reproduction du Mouflon par échantillonnage de hardes sur le secteur Est du massif du Cintu. Compte-rendu de stage. Doc. interne O.N.C., 36p.
- Weller K.E., 2001. The status of mouflon (*Ovis musimon*) in Europe. In Proceedings of the Third International Symposium on Mouflon, Sopron, Hungary October 27-29, 2000. Náhlik A, Uloth W (Eds.), Sopron, Hungary.
- Wheaton B., 2010. Introducing the consumption and representation of lifestyle sports. *Sport Soc.* 13, 1057–1081.
- Whiteley A.R., Fitzpatrick S.W., Funk W.C., Tallmon D.A., 2015. Genetic rescue to the rescue. *Trends in Ecology & Evolution* 30 : 42-49.
- Wiens J.A., 1989. Spatial Scaling in Ecology. *Funct. Ecol.* 3, 385–397.
- Wilcove D.S., 2012. No Way Home: The Decline of the World's Great Animal Migrations.
- Wilcove D.S. et Wikelski M., 2008. Going, Going, Gone: Is Animal Migration Disappearing. *PLOS Biol.* 6, e188.
- Williams G.C., 1966. *Adaptation and natural selection*. Princeton University Press, Princeton.
- Williams B.K., Nichols J.-D. et Conroy M. J., 2002. *Analysis and Management of Animal Populations : Modeling Estimation, and Decision Making*. Academic Press, San Diego, USA.
- Wilson D.E. et Mittermeier R.A., 2009. Genre *Ovis*. In *Handbook of the Mammals of the World-Volume 2*, (Lynx Edicions).
- Wilson A.J. et Nussey D.H., 2010. What is individual quality ? An evolutionary perspective. *Trends Ecol Evol* 25:207–214.
- Wilson D.E. et Reeder D.M., 2005. *Mammal species of the world : a taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 3rd edn.

- Wilson R.E., Farley S.D., McDonough J., Talbot S.L. et Barboza P.S., 2015. A genetic discontinuity in moose (*Alces alces*) in Alaska corresponds with fenced transportation infrastructure. *Conserv Genet* 16 : 791–800.
- Wolf C.M. *et al.*, 1996 . Avian and mammalian translocations : update and reanalysis of 1987 survey data. *Conservation Biology* 10 (4) : 1142-1154.
- Woodroffe R., 1999. Managing disease threats to wild mammals. *Animal Conservation* 2 : 185–193.



- Yoccoz N.G., Nichols J.D. et Boulinier T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends Ecol Evol*, 16 : 446-453.



- Zeder M.A., 2008. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 11597–11604.

Sites internet :

https://asco.corsica/Maison_de_la_Montagne__Ecomusee__Maison_du_Mouflon_page_174_1,597.htm

https://www.oec.corsica/E-riserve-di-caccia-e-di-salvaticume_a55.html



■ REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier très chaleureusement l'ensemble des partenaires qui ont contribué à compléter, améliorer et illustrer cette publication :

Claire Allègre (OFB)
François Arrighi (PNRC)
Gilles Bourgoïn (LBBE)
Jessica Charrier (OFB)
Gladys Comiti (PNRC)
Dominique Dubray (OFB)
Philippe Gibert (OFB)
Sébastien Grech-Angelini (INRAE)
Jean-François Guerrini (CdC)
Pascal Marchand (OFB)
Marc Memmi (Laboratoire d'analyses du Cismonte)
David Moulin (OFB)
Stéphane Murracciole (ONF)
Christophe Panaïotis (OEC)
Corinne Pietri (OEC)
Barthélémy Ponchon (ONF)
Jean-Marc Santini (Laboratoire d'analyses du Cismonte)
Fabrice Torre (DREAL)
Joseph Vitti (ancien garde ONCFS de la RCFS d'Asco)
Perle Zlotykamien (DREAL)

■ ILLUSTRATIONS

Dominique Alexandre (notaire)
Danielle Beck (photographe)
Fabienne Berthollet (OFB)
Magali Cancel (PNRC)
Patrice Graziani (photographe)
Christian Itty (OFB)
Daniel Maillard (OFB)
Bernard Martin (M7creation)
Antoine Martin-Cocher (U Muvrinu)
Luc Mella (artiste peintre)
Jérôme Mirande (Phot'eau Corse)
Stevan Mondoloni (PNRC)
Tony Viacara (photographe)

■ Nous remercions l'ensemble des techniciens, agents et stagiaires des services départementaux et régionaux et les ingénieurs des différents services de la Direction de la recherche et appui scientifique de l'Office français de la biodiversité.

Nous remercions tous les partenaires du Groupe grands ongulés et plus particulièrement les agents et techniciens des établissements suivants :

Parc naturel régional de Corse, Office national des forêts, Office de l'environnement de la Corse, Conservatoire botanique de la Corse, Laboratoire départemental d'analyses de Haute-Corse, Fédération départementale des chasseurs de Haute-Corse et Fédération départementale des chasseurs de Corse-du-Sud.

Nous remercions toutes les personnes quelles que soient leurs fonctions, qui ont contribué aux actions opérationnelles d'études et de conservation exposées dans ce document.

Nous remercions également Marie-Noëlle Poulain-Paillard et Béatrice Gentil-Salasc (OFB) pour le pilotage de l'édition, leurs conseils et relectures.

■ AUTEURS

Pierre Benedetti

Frédéric Sanchis

Mathieu Garel

Élodie Portanier

■ RÉDACTRICE

Marion Chalbos

■ CITATION

Benedetti P., Sanchis F., Garel M., Portanier É. 2024. E Mufre di Corsica – Les Mouflons de Corse – *Ovis gmelini musimon* var. *corsicana* – 50 ans de travaux de recherches et d'actions de conservation. Office français de la biodiversité. *Collection Comprendre pour agir*. 252 pages

■ ÉDITION

Pôle Partage des connaissances scientifiques et techniques, Office français de la biodiversité

■ CRÉATION ET MISE EN FORME GRAPHIQUE

Béatrice Saurel (saurelb@free.fr)



Cet ouvrage fait partie de la collection *Comprendre pour agir* consultable sur le portail technique de l'Office français de la biodiversité (<https://professionnels.ofb.fr/fr/comprendre-pour-agir>).

Ci-dessous, les derniers numéros parus

- 35 - Bresle - Oir - Scorff - Nivelle. Trois décennies d'observations et de recherche sur les poissons migrateurs (mai 2020)
- 36 - Dimensionnement de la compensation *ex ante* des atteintes à la biodiversité - État de l'art des approches, méthodes disponibles et pratiques en vigueur (mai 2020)
- 37 - Histoire et impacts environnementaux de l'orpaillage en Guyane - Clefs de compréhension des tensions actuelles (juin 2020)
- 38 - Bilan pour l'action de la stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020 : synthèse de l'évaluation (juillet 2020)
- 39 - Trame noire, méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre (mars 2021)
- 40 - Les ressources de la prospective au service de la biodiversité – Comment mobiliser les futurs pour les politiques publiques de biodiversité ? (septembre 2021)
- 41 - Le traitement des eaux usées domestiques dans les départements d'outre-mer (septembre 2021)
- 42 - Micropolluants émis par les usages domestiques et l'artisanat : changer les pratiques pour mieux préserver l'eau – Retours d'expériences et recommandations à l'intention des collectivités (décembre 2021)
- 43 - Conduire un diagnostic « micropolluants » sur un territoire urbain - Retour d'expérience méthodologique du dispositif national « lutte contre les micropolluants des eaux urbaines » (février 2022)
- 44 - Micropolluants émis par le secteur de la santé : prendre soin aussi de l'eau - Retours d'expériences et recommandations à l'intention des acteurs hospitaliers et de la santé (avril 2022)
- 45 - Les espèces exotiques envahissantes : connaissances pratiques et expériences de gestion (ter). Volume 4 (mai 2022)
- 46 - La marque Esprit parc national - Synthèse de l'étude évaluative (juin 2022)
- 47 - Empreinte biodiversité importée de la France : état de l'art (septembre 2022)
- 48 - Le génie végétal sur les berges de cours d'eau : des techniques aux multiples bénéfices (octobre 2022)
- 49 - L'intégration de la biodiversité dans les formations des sports de nature : un levier d'action essentiel à la préservation des milieux (décembre 2022)
- 50 - Évaluation de la gestion d'aires protégées. Retour d'expérience sur 3 aires protégées gérées par l'Office français de la biodiversité (avril 2023)
- 51 - *E Mufre di Corsica* – Les Mouflons de Corse – *Ovis gmelini musimon var. corsicana* – 50 ans de travaux de recherches et d'actions de conservation (mars 2024)

Dépôt légal à parution
ISSN print : 2607-060X
ISBN web : 978-2-38170-143-1
ISBN print : 978-2-38170-144-8
Achevé d'imprimer en France
par Cloître en avril 2024
Imprimé sur du papier issu
de sources responsables



Depuis plus d'un demi-siècle, les Réserves de chasse et de faune sauvage d'Asco, de Tartagine et de Bavella, gérées ou co-gérées par l'Office français de la biodiversité, sont au cœur des suivis et des études scientifiques menés sur les populations de Mouflons de Corse (*Ovis gmelini musimon* var. *corsicana*). Au fil des années, de nombreux protocoles de recherche y ont été mis en œuvre, permettant le développement et le perfectionnement de méthodes de suivi au service de la compréhension et de la préservation de cette espèce emblématique (histoire évolutive, structure génétique, données d'abondance, écologie...). Ces études ont permis également d'entreprendre des actions de conservation fortes.

L'ampleur des études menées et les résultats ont contribué à une prise de conscience générale de l'intérêt de protéger cette espèce. C'est ainsi que le 1^{er} mars 2019, le Mouflon de Corse est inscrit sur la liste des espèces protégées en France par arrêté ministériel. Ces populations originelles de Corse, restées si longtemps dans l'ombre et souffrant d'une réelle méconnaissance, sont enfin reconnues et dévoilées à travers ce document unique. Des découvertes de premier ordre et captivantes sont présentées par leurs auteurs pour lesquels la conservation de cet animal emblématique a toujours été le fil conducteur de leur engagement professionnel.

Le caractère encyclopédique de cet ouvrage nous plonge dans l'évolution des populations de Mouflons de Corse indissociable de l'histoire de cette île, de celle des hommes et des peuples de la Méditerranée.

Ce travail s'appuie sur une importante étude bibliographique de la littérature scientifique et de rapports d'études internes réalisés depuis 1968 jusqu'à 2021, ainsi que des entretiens avec les experts scientifiques concernés.

Destiné aux naturalistes, aux gestionnaires d'aires protégées et plus largement à l'ensemble des responsables institutionnels, ce recueil expose les suivis et les expérimentations menés sur le terrain depuis cinq décennies. Il illustre la diversité des approches, l'évolution des méthodes et les résultats obtenus à travers le temps, et apporte des éléments de réponse nouveaux dans un objectif de conservation.