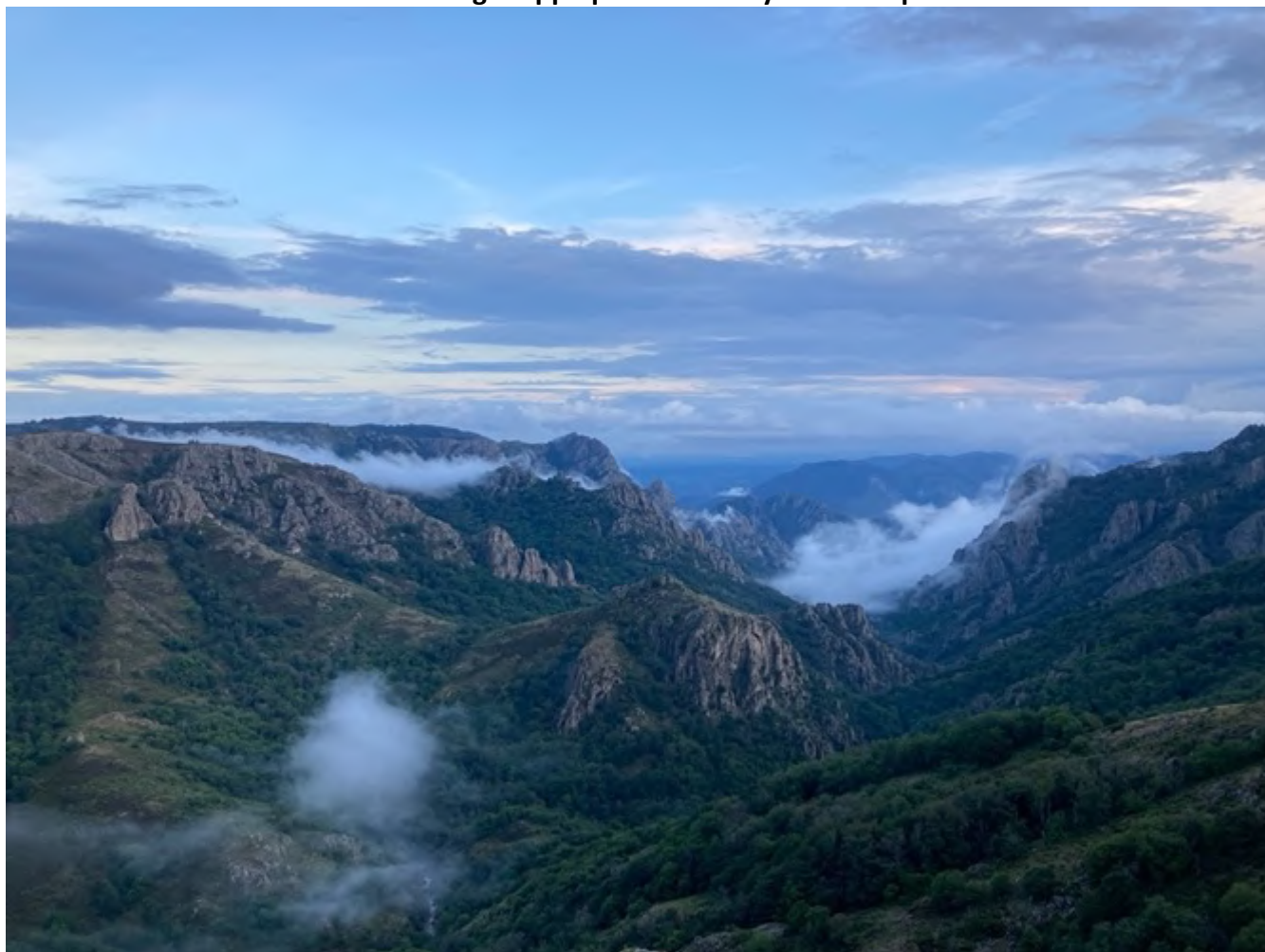




Optimisation du taux de marquage par secteur dans le cadre d'un suivi par Capture – Marquage – recapture sur le mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon x Ovis.sp*) au sein de la RNCFS du Caroux-Espinouse

Buhot Mario

Stage effectué du 05 mars au 07 juillet 2023 à
L'Office Français de la Biodiversité
Sous la direction scientifique de Christian Itty



"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Résumé

La méthode de Capture-Marquage-Recapture (CMR) a pour but principal d'évaluer la dynamique d'une population, mais aussi les paramètres liés comme la fécondité et la survie. Ces résultats dépendent du taux de marquage de la population, plus il est élevé, meilleurs sont les résultats. Pour mieux évaluer le taux de marquage de la population de mouflon méditerranéen (*Ovis gmelinii musimon* x *Ovis.sp*) sur la réserve naturelle de chasse et de faune sauvage du Caroux-Espinouse, ce rapport détaille secteur par secteur les résultats. Ce taux de marquage est estimé grâce aux recaptures visuelles et physiques. Les secteurs de la Serre d'Aret et le Pas de la Lauze (secteurs nord) apparaissent comme des secteurs ayant un bon taux de marquage, des propositions de déplacement/remplacement de cages sont donc proposées. La Peyroutarié et le Crouzet apparaissent en déficit face aux secteurs nord, ceux-ci vont recevoir des propositions de nouveaux pièges pour augmenter leur taux. Les emplacements de pièges sont trouvés grâce aux localisations obtenues sur les animaux équipés de colliers GPS. Le Crouzet ressort comme un secteur très important pour l'étude de la dynamique de population des mouflons car étant un secteur forestier, il est tout à fait différent des autres secteurs à tendance ouverte avec des pentes rocheuses, il serait donc bon d'y capturer pour obtenir des données sur un secteur géographique très contrasté.

Abstract

The main aim of the Capture-Marking-Recapture (CMR) method is to evaluate population dynamics, as well as related parameters such as fecundity and survival. These results depend on the marking rate of the population, the higher the rate, the better the results. To better assess the marking rate of the Mediterranean mouflon (*Ovis gmelinii musimon* x *Ovis.sp*) population in the Caroux-Espinouse nature reserve, this report details the results sector by sector. The marking rate is estimated based on visual and physical recaptures. The Serre d'Aret and Pas de la Lauze (northern sectors) appear to have a good marking rate, and proposals to relocate/replace cages are therefore put forward. La Peyroutarié and Le Crouzet appear to be in deficit compared with the northern sectors and will receive proposals for new traps to increase their rate. Trap locations were found using GPS collar locations. Crouzet stands out as a very important sector for the study of mouflon population dynamics, because being a forested area, it is quite different from other open areas with rocky slopes, so it would be a good idea to trap there to obtain data on a very contrasting geographical area.

Mots clefs

Mouflon, capture-marquage-recapture, filet-tombant, sous-population, GPS, Very High Frequency, recapture visuelle, recapture physique, Ovis, taux de marquage.

Remerciements

Merci à toute l'équipe des enseignants de la superbe licence professionnelle Biologie Appliquée aux Écosystèmes Exploités réalisée dans un cadre exceptionnel qu'est le Pays-Basque !

Un grand merci à l'Office Français de la Biodiversité et en particulier à Christian Itty, technicien supérieur de l'environnement sur la Réserve Naturelle de Chasse et de Faune Sauvage du Caroux-Espinouse pour son aide sur ce rapport ainsi que le partage de son savoir sur tant de domaines !

Merci à Pascal Marchand, ingénieur à la DRAS pour son aide non négligeable sur les programmes R !

Merci à Dorian, Bruno et Laurent du service départemental de Bédarieux pour toutes ces captures réalisées dans la joie et la bonne humeur !

Merci beaucoup à toute l'équipe de stagiaires pour cette belle saison de capture ainsi que cette belle cohabitation dans le gîte de Fagairolles !

Enfin, merci à Julie Itty qui m'a tout de même bien vendu ce merveilleux stage dans le beau massif du Caroux-Espinouse !

Table des matières

I.	Introduction.....	1
1.	Introduction générale	1
2.	Présentation de l'entreprise.....	2
II.	Matériel et méthode.....	3
1.	Historique de la RNCFS	3
2.	Le massif du Caroux-Espinouse	4
3.	Introduction du mouflon sur la réserve	6
4.	Capture marquage recapture	7
	Utilisation générale	7
	Le protocole CMR appliqué aux mouflons du Caroux-Espinouse	8
5.	Analyses statistiques	10
	Étude du taux de marquage	11
	Étude de la répartition spatiale	13
III.	Résultats.....	14
1.	Secteur Pas de la Lauze	16
2.	Secteur de Caïssenols	17
3.	Secteur de la Tune.....	21
4.	Secteur de Vialais-3 (Piste des trappes)	23
5.	Secteur du Vialais SA (Serre d'Aret).....	24
6.	Secteur Boutou-Candélaire	26
7.	Secteur de Mascar	27
8.	Secteur de la Peyroutarié	30
9.	Secteur du Crouzet.....	31
IV.	Discussion et conclusion	33
V.	Bibliographie	34
VI.	Annexes	1

Table des figures

Figure 1 : Cartographie de la situation géographique de la RNCFS du Caroux-Espinouse	4
Figure 2 : Exemples des plantes caractéristiques du massif du Caroux-Espinouse ; 1 Genêt à balais (<i>Cytisus scoparius</i>) ; 2 Fougère-aigle (<i>Pteridium aquilinum</i>) et Callune (<i>Calluna vulgaris</i>) en fleur ; 3 Genêt purgatif (<i>Cytisus oromediterraneus</i>) ; 4 Séneçon à feuilles d'adonis (<i>Jacobaea adonifolia</i>)	5
Figure 3 : Exemple d'une cage de capture	9
Figure 4 : Schéma du principe de fonctionnement d'un filet tombant d'après Hansen E., Richard-Hansen C. & Menaud P., 1990	9
Figure 5 : carte des secteurs	12
Figure 6 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel	15
Figure 7 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel - secteur pas de la Lauze	16
Figure 8 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur pas de la Lauze	16
Figure 9 : Évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur Caïssenols	17
Figure 10 : Évolution du taux de recapture visuelle par point d'observation – secteur Caïssenols	18
Figure 11 : Carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 – secteur Caïssenols	19
Figure 12 : Carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 – sous-secteur Caïssenols	19
Figure 13 : photo de la pierre à sel en essai sous C1	20
Figure 14 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - sous-secteur Caïssenols	20
Figure 15 : Évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur de la Tune	21
Figure 16 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur de la Tune	22
Figure 17 : Évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur de Vialais 3	23
Figure 18 : Carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur Vialais 3	24
Figure 19 : Graphique de l'évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur Vialais SA	24
Figure 20 : Carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen depuis 2003 - secteur Vialais SA	25
Figure 21 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur Boutou-Candélaire	26
Figure 22 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur Boutou-Candélaire	27
Figure 23 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur Mascar	28
Figure 24 : graphique de l'évolution du taux de recapture visuelle par point depuis 2012 - secteur Mascar	28
Figure 25 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen depuis 2003 - secteur Mascar	29
Figure 26 : photo prise par piège photo dans le cadre d'un essai sur le secteur de Mascar 1	29
Figure 27 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur de la Peyroutarié	30
Figure 28 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen depuis 2003 - secteur de la Peyroutarié	31
Figure 29 : Carte de la zone intéressante pour l'emplacement d'un filet tombant - secteur du Crouzet	32

I. Introduction

1. Introduction générale

Ce rapport s'inscrit dans le cadre de mon stage de licence professionnelle au sein de la réserve naturelle de chasse et de faune sauvage (RNCFS) du Caroux-Espinouse co-gérée par l'Office Français de la Biodiversité et l'Office National des Forêts, la RNCFS étant entièrement sur une forêt domaniale. L'étude du taux de marquage de la population de mouflon *méditerranéen* (*Ovis gmelinii musimon* x *Ovis.sp*) par capture-marquage-recapture en est le sujet principal. Depuis 1973, la RNCFS du Caroux-Espinouse étudie cette population de mouflon pour estimer les paramètres de survie et de fécondité et ainsi augmenter les connaissances de cette espèce bien différente des autres espèces de mouflons.

A l'inverse du mouflon de Corse (*Ovis gmelinii musimon*), le mouflon méditerranéen n'est pas protégé, sa chasse est donc autorisée et régulée à partir d'un plan de chasse sur le massif du Caroux-Espinouse. Il est une proie facile pour le loup, ce qui en fait une espèce à dynamique fragile. Dans les alpes son développement est très limité par la prédation due à son fonctionnement très grégaire et à son inadaptation à la haute montagne. Le massif du Caroux-Espinouse (moyenne montagne) est donc un refuge pour cette espèce avec des milieux moyennement escarpés et des températures clémentes tout au long de l'année. Cependant les derniers étés très chauds ont eu beaucoup de répercussion sur la mortalité juvénile.

Le mouflon méditerranéen est un herbivore ruminant assez éclectique avec une alimentation axée sur les plantes herbacées (graminées) et plantes à fleurs. Au fur et à mesure de l'année, son régime alimentaire peut varier. Il peut aussi se nourrir de jeunes bourgeons et pousses d'arbres fraîches, de fruits, d'écorces ou encore de fougères ou lichens selon les saisons.

Il ne s'abreuve que rarement, trouvant l'eau dans l'humidité des végétaux ou grâce à la rosée. Il est friand d'éléments minéraux provenant du sol ou de la roche. Cette caractéristique rend les animaux très attirés par les pierres à sel qui sont utilisées dans le domaine pastoral. Les femelles ont encore plus besoin de ces sels minéraux durant l'allaitement de leurs agneaux.

Aucune étude ne s'est déjà intéressée à l'amélioration du taux de marquage de cette population. Elle est cependant très importante car plus le taux de marquage est élevé, meilleurs seront les résultats des paramètres de survie et fécondité. L'enjeu est donc fort : améliorer les résultats de l'étude de capture-marquage-recapture. Pour cela, la technique de capture par piège (cage ou filet) doit être améliorée. Celle-ci porte sur le déplacement ou l'ajout de pièges sur des zones de forte fréquentation détectées par GPS sur les animaux équipés.

2. Présentation de l'entreprise

L'Office Français de la Biodiversité (OFB) a été créé en janvier 2020 à la suite de la fusion entre l'Agence Française de la Biodiversité (AFB) et l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS). Cet établissement public qui est sous la double tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et du ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, a pour mission la protection et la restauration de la biodiversité en France métropolitaine et Outre-mer. Ses rôles sont divers et variés dans la préservation de l'environnement mais très important pour sa protection : lutter contre l'érosion de la biodiversité, la fragmentation des milieux, tous types de pollution ou encore l'introduction d'espèces exotiques envahissantes.

L'Office Français de la Biodiversité est responsable essentiellement de cinq missions toutes complémentaires :

- La police de l'environnement et la police sanitaire de la faune sauvage
- La connaissance, la recherche et l'expertise sur les espèces, les milieux et leurs usages
- L'appui à la mise en œuvre des politiques publiques
- La gestion et l'appui aux gestionnaires d'espaces naturels
- L'appui aux acteurs et la mobilisation de la société

Pour réaliser l'entièreté de ces missions, 3000 agents sont répartis sur l'ensemble du territoire dont plus de la moitié sur le terrain dans des espaces naturels où l'OFB est gestionnaire ou co-gestionnaire : 8 parcs naturels marins (6 en métropole et 2 dans les Outre-mer), Le sanctuaire de mammifères marins Agoa aux Antilles, 110 sites Natura 2000 marins et 4 sites Natura 2000 terrestres, 8 réserves naturelles nationales (RNN), 10 réserves nationales de chasse et de faune sauvage (RNCFS) (10 des 12 RNCFS existantes sont gérées par l'OFB), 6 réserves de chasse et de faune sauvage (RCFS), 3 réserves de chasse et de faune sauvage de Corse (RCFS de Corse), 1 réserve de biosphère, des sites du conservatoire du littoral, 1 arrêté de protection de biotope (APB) ainsi que les 11 parcs nationaux français.

L'OFB met aussi l'accent sur : le partage des compétences techniques au sein des différents réseaux professionnels, le renforcement des connaissances sur les espèces migratrices ainsi que la coopération à l'international pour la protection du milieu marin

Le territoire Français est lui-même divisé en trois niveaux d'actions et de décisions :

- La direction générale et les directions nationales thématiques sont chargées de définir et de piloter la stratégie de l'OFB de manière générale.
- Les Directions Régionales réalisent la déclinaison territoriale et la coordination des missions de l'établissement public à leurs échelles.
- Les services départementaux s'occupent de la mise en œuvre opérationnelle et spécifique de ces missions sur les territoires de chaque département.

C'est grâce à toutes ces missions et ces multiples niveaux d'actions que l'Office Français de la Biodiversité arrive aujourd'hui à préserver et restaurer tous ces milieux qui sont d'une importance majeure dans l'environnement.

II. Matériel et méthode

1. Historique de la RNCFS

La Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage (RNCFS) du Caroux-Espinouse est un des plus anciens espaces protégés de France et du département de l'Hérault grâce à son premier statut de protection en 1956 en tant que réserve domaniale ministérielle. C'est également le site d'étude le plus ancien au monde sur le mouflon méditerranéen avec 50 ans d'étude en 2023 par protocole de capture-marquage-recapture.

Le premier projet de classement de cet espace naturel a été le « Parc National du Caroux » en 1950 (Massol, 1991). C'est aussi grâce à cette dynamique que le mouflon a été introduit en 1956 après le travail de Jean Prioton, à l'époque conservateur des eaux et forêts. Le projet de parc national tombe à l'eau en 1969 des suites de changement de législation. La Société de Protection de la Nature du Languedoc-Roussillon continuera cependant à œuvrer (association ayant une portée nationale) pour finalement obtenir la création la Réserve de Chasse du Caroux Espinouse. Ce classement sera confirmé par un nouvel arrêté ministériel en 1999 en tant que RNCFS. Ce sont donc 1658 hectares qui sont protégés, actuellement toujours co-gérée par l'Office National des Forêts et l'Office Français de la Biodiversité, parmi les 20000 hectares du massif du Caroux-Espinouse.

La RNCFS du Caroux Espinouse est le siège de nombreuses études et inventaires, qui sont inscrits dans son plan de gestion. Comme il a déjà été évoqué, c'est un site d'importance mondiale pour la dynamique de la population de mouflon (reproduction, mortalité, état sanitaire...) et son suivi par CMR. L'utilisation de l'espace et des habitats naturels par cette espèce est également un axe de recherche fondamental, de même que l'impact des activités humaines. Des inventaires et suivis de nombreux autres taxons animaux et végétaux (relevés botaniques, études sur les insectes, reptiles, oiseaux, mammifères, suivi loup...) sont mis en place chaque année sur le site.

Le plan de gestion de cet espace protégé prévoit également que ce site serve pour la mise en place d'un modèle de gestion durable des milieux ouverts favorable à la biodiversité (pastoralisme, girobroyage, brulages dirigés...). La RNCFS a aussi pour objectifs d'assurer la bonne conservation des milieux forestiers, humides ou rocheux d'intérêt patrimoniaux. Enfin des actions d'éducation à l'environnement et de formation / information sont également mises en place pour transférer au public les intérêts du site et les connaissances acquises.

Accolé au sud de la RNCFS se trouve le domaine de la Peyroutarié, propriété de l'OFB depuis le 1^{er} décembre 1997 par donation de sa propriétaire, cet espace naturel couvre 114 hectares et est classé en tant qu'Arrêté de Protection de Biotope. On retrouve sur cette zone l'entière des différents milieux naturels existants sur le massif du Caroux Espinouse, ce qui en fait particulièrement riche en biodiversité. Depuis 2000, des chevaux de race tarpan Koniks Polskis (l'ancêtre des chevaux sauvages européens) ont été introduits pour la bonne conservation des milieux ouverts.

2. Le massif du Caroux-Espinouse

Le massif du Caroux-Espinouse est situé en Languedoc- Roussillon, dans le nord-est du département de l'Hérault, à proximité du Tarn et de l'Aveyron (voir carte ci-dessous). Couvrant une surface d'environ 20 000 ha répartis sur 12 communes du Parc Naturel Régional du Haut-Languedoc, il constitue l'extrémité orientale de la montagne noire, ensemble géologique le plus méridional du Massif central (Baudière, 1970. D'une altitude variant de 150 m (vallée de l'Orb) à 1 124 m (sommet de l'Espinouse), il est caractérisé par une alternance de plateaux généralement supérieurs à 900 m (plateau du Caroux, plateau de Cambon-et-Salvergues) ou « Plos » plus réduits (Plo des Brus, Plo de Flamboyau), entaillés par de profondes vallées généralement orientées Nord-Sud (vallées de la Mare, du Vialais) constituant la majeure partie de la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage.

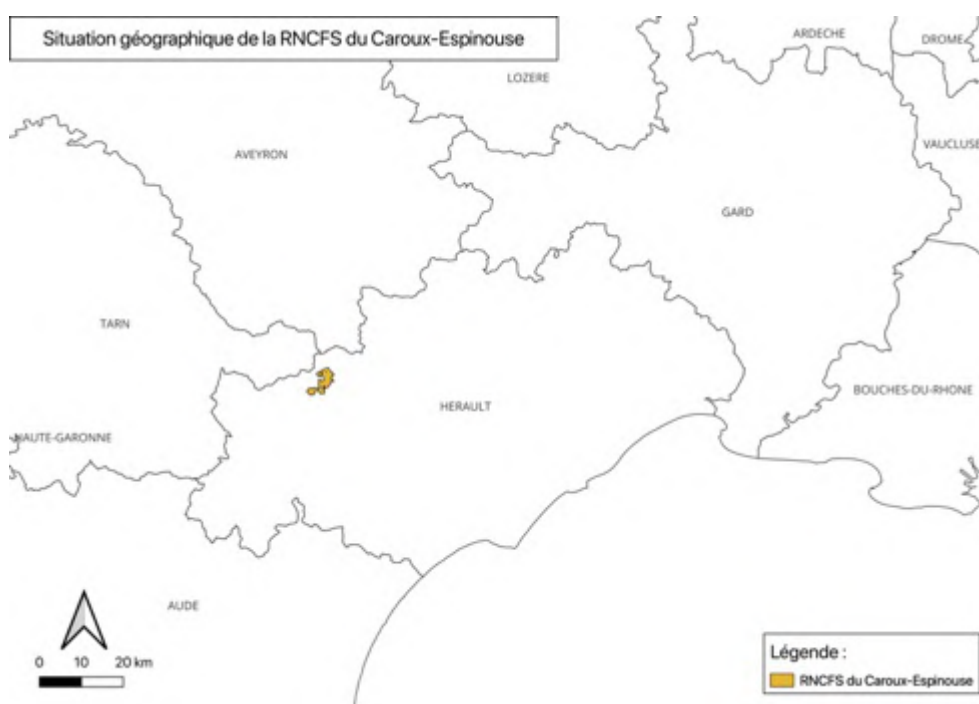


Figure 1 : Cartographie de la situation géographique de la RNCFS du Caroux-Espinouse

Le massif du Caroux-Espinouse est à la frontière biogéographique de deux climats bien différents. Le Nord et l'Ouest du massif sont influencés par un climat océanique et montagnard très présent avec des précipitations annuelles moyennes de 1124mm (Marchand, 2013). Au contraire, les versants exposés Sud (influence méditerranéenne) sont chauds et secs avec un cumul annuel moyen de 489mm. Le vent est omniprésent sur ce massif avec 303 ± 36 jours par an supérieur à 30km/h (Auvray, 1983). Les vents Nord-Ouest dominant en particulier l'été avec $65 \pm 9\%$ des jours avec vent. Les vents du Sud/Sud-Est (entrées maritimes) sont cependant non-négligeables avec en moyenne $28 \pm 8\%$ de jours de vent pour les saisons du printemps, de l'automne et de l'hiver. En revanche, les chutes de neige sont généralement peu fréquentes (12 ± 4 jours par an à 900 m), généralement que sur les plateaux les plus élevés (Garel, 2006).

La position et le climat du massif du Caroux en font un milieu riche qui se traduit par un mélange de formations végétales diversifiées et caractéristiques. Les versants sud par exemple représentent l'étage mésoméditerranéen avec du chêne vert (*Quercus ilex*) et du chêne sessile (*Quercus petraea*). Plus haut et essentiellement dans les versants nord, on retrouve l'étage méditerranéen montagnard caractérisé par le hêtre (*Fagus sylvatica*) (Marchand, 2013).

Le haut des versants a longtemps été le lieu d'activités pastorales et agricoles très importantes pour les hameaux locaux durant les derniers siècles (pâturage, cultures). Ces exploitations ont permis le maintien d'habitats ouverts comme les landes, pelouses, prairies grâce au brûlage dirigé durant plusieurs d'années. Cependant avec la déprise agricole et l'exode rural, ces milieux ont progressivement été remplacés par des formations arbustives ou arborées typiques des sols acides montagnards : landes à genêts à balais ou à genêts purgatifs, fougère aigle, prunelliers, progression des stades forestiers (alisier blanc, hêtre sur les parties sommitales, chênaie verte et châtaigneraie sur les bas de versants) c

De nos jours, les prairies et les landes ouvertes ont également régressées et de la plantation, notamment de conifères : pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), pin noir (*Pinus nigra*), épicéa commun (*Picea abies*) et sapin pectiné (*Abies alba*). L'Office National des Forêts travaille aujourd'hui sur d'autres essences de bois plus orientales, le sapin de douglas, le sapin de Nordmann ou le cèdre du Liban (*Cedrus libani*), pour pallier les déficits hydriques et le réchauffement des températures.

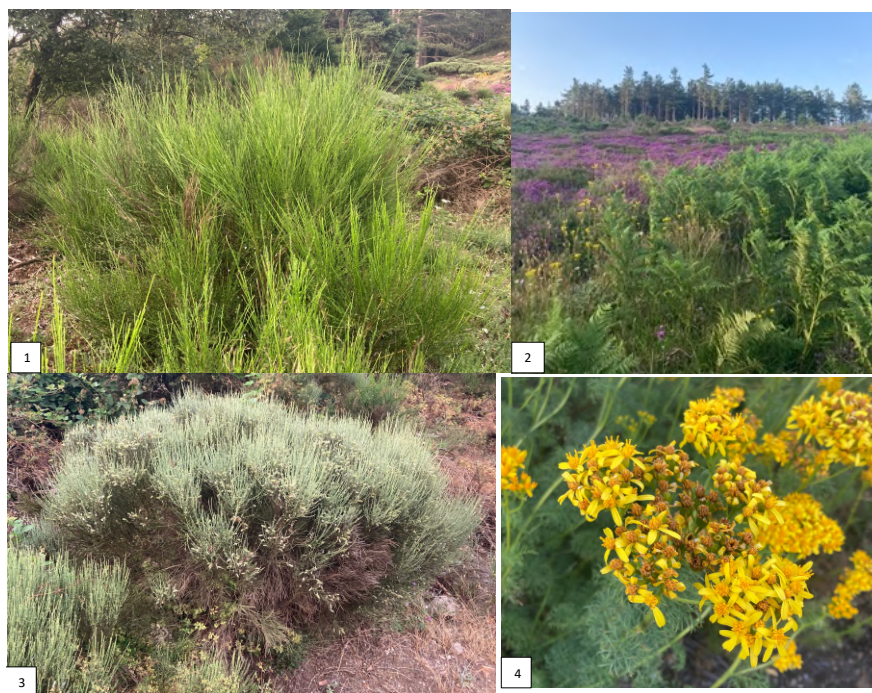


Figure 2 : Exemples des plantes caractéristiques du massif du Caroux-
Espinouse ; 1 Genêt à balais (*Cytisus scoparius*) ; 2 Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*) et Callune (*Calluna vulgaris*) en fleur ; 3 Genêt purgatif (*Cytisus oromediterraneus*) ; 4 Séneçon à feuilles d'adonis (*Jacobaea adonifolia*)

La colonisation des pelouses, des landes à bruyère ou plus rarement de formations de landes à myrtilles (*Vaccinium myrtillus*) par les genêts (genêt purgatif *Cytisus oromediterraneus*, genêt à balai *Cytisus scoparius*) ou à fougères (*Pteridium aquilinum*), montrent une évolution vers un stade forestier, aujourd'hui largement observée dans les versants et autour des plantations de résineux. La moitié des habitats autrefois ouverts présente dans les années 1950, avait déjà disparues au milieu des années 1990 au profit de la forêt (Bousquel, 1999). En fond de vallée (le

vallon du Vialais dans la RNCFS), les vestiges de châtaigneraies (*Castanea sativa*) autrefois exploitées sous forme de terrasses sont toujours visibles sous le couvert végétal.

Toute cette diversité de milieux et d'espèces patrimoniales typiques de cette région géographique reconnus par le classement en Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a abouti à sa désignation en un site Natura 2000 au titre de la directive habitat « Le Caroux et l'Espinouse » en 1996 puis d'un site Natura 2000 au titre de la directive oiseau « Montagne de l'Espinouse et du Caroux » en 2005. De plus, le massif est intégré dans une ZNIEFF de type II elle-même intégrant une ZNIEFF de type I « Gorges d'Héric » comprenant le fond de vallon du Vialais ainsi que le plateau granitique du Caroux avec ses tourbières caractéristiques.

3. Introduction du mouflon sur la réserve

Le genre *Ovis* est assez complexe, il regroupe tous les ovins sauvages mais aussi domestiques. Ces espèces ont pu faire l'objet d'hybridations multiples. Nous retrouvons alors 3 grands groupes : les moufloniformes réunis en une seule espèce *O. gmelinii* ou *O. orientalis* selon les auteurs, présent en Asie occidentale et sur les grandes îles méditerranéennes ; les argaliformes regroupant *O. ammon* et *O. vignei* présents en Asie centrale ; puis les pachycériformes regroupant *O. nivicola*, *O. dalli* et *O. canadensis* respectivement en Asie orientale, Amérique du Nord et Canada. (Marchand 2013).

La population de mouflons méditerranéens du Caroux-Espinouse a été créée à partir de 19 individus (9 mâles et 6 femelles) provenant de différents noyaux de populations :

- Le 12 mars 1956, 2 mâles et 2 femelles en provenance de l'enclos O.N.F. de Cadarache, lâchés au Col du Pas de la Lauze (site de lâcher le plus au Nord),
- Le 15 février 1959, 2 mâles et 2 femelles de la même provenance, lâchés au Mont Gros (site de lâcher le plus au Sud),
- Le 2 mars 1960, 2 mâles et 3 femelles en provenance de Tchécoslovaquie, lâchés au Col du Pas de la Lauze,
- Le 23 octobre 1960, 3 mâles et 3 femelles en provenance de la Réserve Nationale de Chasse de Chambord, réservoir constitué à partir d'individus aux origines multiples, lâchés au centre de la réserve (Cugnasse et Houssin, 1993).

Du fait de ces origines géographiques diverses dans la fondation de la population, on considérera *Ovis gmelinii musimon* x *Ovis.sp* comme l'espèce référence dans ce rapport.

Le mouflon méditerranéen est le plus petit des 6 espèces de mouflons. En Corse, chez le mouflon de Corse *Ovis gmelinii musimon* (ou *Ovis ammon musimon*), les mâles atteignent une taille au garrot comprise entre 70 et 75 cm pour une longueur d'environ 130-140 cm et un poids d'environ 35 à 50 kg (Corti et al., 1994). Comme les autres mouflons (Bowyer et Leslie, 1992), il présente un dimorphisme sexuel de taille important (Ralls, 1977) puisque les femelles n'atteignent que 65 cm au garrot, une longueur de 120-130 cm et un poids compris entre 25 et 35 kg (Corti et al., 1994). Les mâles portent des cornes généralement symétriques composées d'un étui corné de kératine qui s'insère sur une cheville osseuse à base triangulaire. Elles s'enroulent en

spirale en grandissant, pouvant approcher une longueur d'un mètre, leur circonférence diminuant largement de la base à la pointe.

Pour pouvoir étudier la durée de vie du mouflon, les individus doivent être suivis et marqués tout au long de leur vie. Sur la RNCFS du Caroux-Espinouse, la durée de vie maximale observée est de 19 ans pour une femelle (série en cours car toujours vivante en 2023). La longévité maximale des mâles est inférieure, et se situe entre 13 et 15 ans.

Sur le Caroux Espinouse, le domaine vital d'un mouflon est assez restreint, on parle ici de 361 ha pour les mâles et 201 ha pour les femelles en moyenne (Marchand 2013) à l'inverse des alpes où les domaines vitaux peuvent aller jusqu'à plusieurs milliers d'hectares du fait de la migration altitudinale saisonnière. Les mâles ont un domaine légèrement plus grand lors de la période de rut se déroulant entre fin octobre et début décembre. La capacité de dispersion de l'espèce étant faible, les individus sont souvent cantonnés à un ou deux vallons aux alentours de leurs lieux de naissance. C'est ce critère qui va permettre de découper la population de la RNCFS en plusieurs sous-populations bien distinctes pour l'étude. De plus cette hypothèse de sous-population a été confirmée par une étude génétique menée par l'OFB. Les résultats ont montré des différences entre les différents secteurs de la réserve.

Les femelles donnent naissance entre la fin mars pour les plus précoces et jusqu'à mi-juin pour les tardives, le pic de naissances se situant entre le 12 et le 15 avril. Elles ne mettent pas généralement qu'à un agneau, très rarement deux (2,7% dans le massif du Caroux-Espinouse selon Marchand, 2013). L'élevage des agneaux se déroule durant une bonne partie de l'été avec 4 mois de sevrage en moyenne.

Le mouflon méditerranéen figure sur la liste des espèces de gibier chassable. Il possède un plan de chasse depuis 1973 sur le massif du Caroux-Espinouse visant à réguler ses effectifs et à maîtriser son expansion géographique. Celui-ci équitablement réparti entre mâle et femelle avoisine en 2023 les 550 individus partagés entre l'Office National des Forêts (20% des attributions) et les 18 sociétés de chasse locales. Ces sociétés de chasse sont regroupées dans le Groupement d'Intérêt Environnemental et Cynégétique (GIEC) du Caroux-Espinouse. La chasse sur la RNCFS en elle-même est très réduite : 6 mâles et 6 femelles sont autorisés chaque année sur les parcelles de production forestière de plateau. Sur le reste de la réserve l'OFB loue à l'ONF le droit de chasse afin d'assurer l'absence de dérangement sur l'espace protégé.

4. [Capture marquage recapture](#)

[Utilisation générale](#)

L'étude de la dynamique des populations en écologie et en biologie de la conservation est essentielle pour comprendre les variations des effectifs des populations dans le temps et l'espace (Begon et al. 1990). À mesure que l'impact de l'homme sur la biodiversité s'intensifie et que de nombreux taxons font face à des menaces, l'analyse de la dynamique des populations devient très utile pour proposer des mesures de gestion pertinentes et appréhender le fonctionnement des populations. Pour débiter des procédures de conservation d'espèces, les effectifs des populations et leurs variations peuvent être étudiés grâce à des protocoles comme les

doubles comptages, les captures successives ou encore la mesure de distance d'observation. Mais une autre méthode a aujourd'hui fait ses preuves : la capture-marquage-recapture (CMR).

La toute première fois que cette méthode a été utilisée c'est en 1896 par C.G. Johannes Petersen dans le cadre d'une estimation de population de plie (*Pleuronectes platessa*), puis a été largement développée dans les années 1960. Également utilisée en écologie pour estimer des paramètres tels que la mortalité, la survie juvénile/adulte ou encore la fécondité. Elle repose sur une approche statistique impliquant une prospection régulière, la réalisation de plusieurs séances de capture (au minimum deux pour estimer une taille d'une population) ainsi qu'un nombre d'individus conséquent pour obtenir des résultats statistiquement valables (en général 30 ; Southwood, 2000).

Les individus étudiés sont capturés sur le site d'étude à l'aide de pièges spécifique à chaque espèce (cage et filets pour le mouflon) sur une zone prédéfinie puis marqués d'une multitude de manières différentes en fonction de chaque espèce (bague, collier, trace fluorescente...) pour minimiser l'impact du système de marquage sur le comportement et la survie. Chez certaines espèces comme les salamandres et les tortues ou encore les lynx, les individus peuvent être reconnus grâce à leurs taches, de la même manière qu'une empreinte biométrique chez l'humain, la CMR est dans ce cas non-invasive. Le type de marquage peut parfois être doublé (triplé dans le cas du mouflon) pour calculer son propre taux de pertes et ainsi minimiser celles-ci. Ils sont ensuite relâchés le plus rapidement possible pour minimiser le stress.

Lors de chaque recapture, des individus marqués et non marqués sont capturés. Étant donné que le nombre d'individus marqués dans le second échantillon est proportionnel au nombre d'individus marqués dans la population totale, il est possible d'estimer la taille de la population totale. Plus le nombre de recapture est grand, plus l'estimation de la taille de la population sera fine (Petersen, 1896).

Le protocole CMR appliqué aux mouflons du Caroux-Espinouse

Chaque de capture-marquage-recapture est spécifique à l'espèce, au lieu de l'étude ainsi qu'à sa durée. C'est pourquoi sa déclinaison peut évoluer au fil des années pour être de plus en plus précise dans le but d'obtenir des résultats meilleurs. L'étude CMR du mouflon sur la RNCFS du Caroux-Espinouse, forte de ses 50 ans d'expérience a beaucoup évolué. Une multitude de techniques de captures ont été essayées (télé-anesthésie par seringue hypodermique, piège à palette, soft coyote, lacet à patte...). In fine, deux méthodes de capture ont été retenues, celles des cages et des filets tombants. En effet ces pièges sont les plus efficaces sur cette espèce et sur ce site, ont un cout financier moindre, ainsi qu'un risque très faible de blessure. Néanmoins, les cages représentent un risque de blessure plus grand (armature rigide, les mouflons pouvant se casser la nuque en prenant de l'élan) que le filet tombant fait de mailles de tissu (1,1% de mort pour les cages et 0% pour les filets depuis 2012).

L'étude de la survie juvénile des mouflons sur le Caroux-Espinouse est améliorée grâce à la télémétrie (pose d'émetteurs VHF) qui permet de savoir si les animaux sont en vie à l'aide d'une antenne et d'un récepteur sans forcément les voir. En plus des marquages visuels classiques (colliers avec marques lisibles à distance),

des VHF, (very high frequency) qui sont posés sur les agneaux de plus de 4kg, des colliers GPS (Global Positioning System) sont également posés sur certains animaux sélectionnés de plus de 23kg (le système ayant une taille conséquente). Les GPS émettent des ondes régulières comme un VHF mais enregistrent en plus la position géographique de l'animal toutes les 2H. Cette année, des GPS avec une programmation spéciale pendant le rut (enregistrement de positions plus fréquent) ont été posés sur des mâles pour pouvoir mieux étudier leurs déplacements et donc leur domaine vital lors de cette période spéciale.

La saison de capture se déroule de mai à juin avec quelques captures (présaison) en avril ainsi que quelques captures complémentaires parfois (post-saison) en automne. Au total c'est en moyenne 117 mouflons capturés par année depuis 2012 avec des fluctuations en fonction de différents facteurs comme la pluie, le vent, la température, le temps agent disponible ou encore la prédation.

Une pierre à sel est disposée au fond de la cage de manière à attirer les mouflons. L'appât utilisé attire plus les femelles car elles ont besoin de davantage d'éléments minéraux durant l'allaitement de leurs agneaux. Celui-ci favorise donc aussi la capture des agneaux (qui sont important pour l'étude de la survie juvénile) durant les premiers mois de leur vie lorsqu'ils sont proches de leur mère. Même si le taux de capture et le sex-ratio chez les adultes est en conséquence déséquilibré, la capture des mâles adultes n'est cependant pas non plus très affectée par ce système et atteint un taux de 44% sur les 10 dernières années.



Figure 3 : Exemple d'une cage de capture

Au total en 2023, ce sont 26 cages qui ont été vérifiées tous les matins durant la saison de capture principale (25 avril-10 juin) de manière à ne pas laisser les animaux trop longtemps capturés dans les trappes. Les mouflons se font en général capturer le soir, durant la nuit ou tôt dans le matin, exceptionnellement dans la journée.

Les filets tombants utilisés attirent les mouflons de la même manière qu'avec les cages : une pierre à sel est déposée au centre. Comme le montre le schéma ci-dessous.

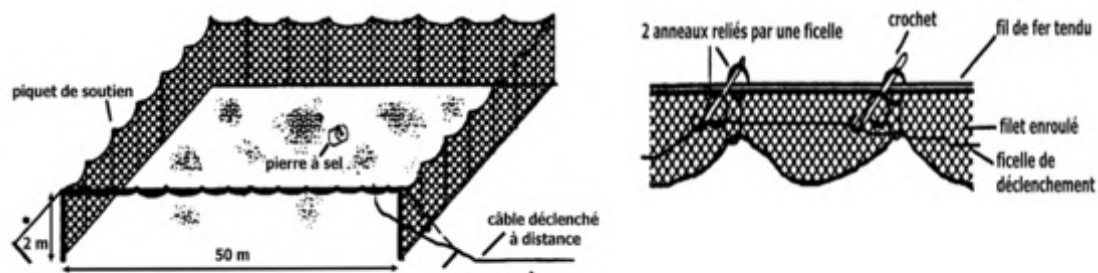


Figure 4 : Schéma du principe de fonctionnement d'un filet tombant d'après Hansen E., Richard-Hansen C. & Menaud P., 1990

Les captures aux filets tombants se font tôt le matin ou tard le soir soit en affutant à proximité ou en attendant de recevoir des photos par les pièges photos MMS (capture non automatique à la différence des cages) positionnés dans les filets et qui indiquent la présence d'animaux. Cela permet de capturer des animaux réticents face aux cages et sur des secteurs plus éloignés comme le Vialais.

La première étape d'un protocole de CMR consiste donc en la capture, grâce à ces deux systèmes. Deux situations sont alors possibles :

- Le mouflon est déjà marqué, dans ce cas-là après la détermination du sexe et de l'âge (sur la base de la dentition et/ou du cornage chez les mâles), sont réalisées des mesures biométriques (mesure du tarse, masse, taille du cornage...), des prélèvements génétiques (poils) et sanitaires (sur un échantillon d'animaux : prises de sang, prélèvements coprologiques) ainsi qu'une vérification de l'état parasitaire (charge en tiques). Une vérification de l'état des marquages est également faite (lecture de la puce, état du collier, des marques et de la boucle auriculaire). Chez les femelles, l'état reproducteur (allaitante, suitée) est également déterminé si possible.
- Soit le mouflon n'est pas marqué, dans ce cas-là nous réalisons toutes les mesures précédentes et lui posons un collier avec marques (2 chiffres, 2 lettres ou 1 chiffre et une lettre), une boucle auriculaire, un transpondeur (puce électronique) et selon l'animal, un GPS (sur certains adultes) ou un VHF (sur tous les agneaux >4kg).

La deuxième étape consiste en la recapture, celle-ci peut se faire visuellement lors des itinéraires de lecture collier. La réserve est séparée en différents tracés comprenant 3 à 4 points d'observation chacun. Grâce aux marques visuelles individuelles posées sur les animaux, la recapture visuelle est plutôt aisée à la longue vue (x60).

Cette recapture peut aussi être physique et se faire grâce aux filets ou trappes de la même manière qu'une capture. Enfin elle est aussi possible lors des recherches télémétriques (grâce aux GPS et VHF posés) réalisées chaque semaine. Le fait de recevoir le signal d'un animal vivant permet de le compter comme vivant et recapturé lors des analyses de survie.

La méthode CMR pour la population de mouflon du Caroux-Espinouse est essentiellement utilisée pour estimer les paramètres de survie juvénile (facilement détectable comparé à d'autres espèces) et adulte par le biais de l'estimation du taux de mortalité. L'estimation de la taille de la population sur la RNCFS peut être faite sur la zone de capture et de marquage à l'aide de la méthode de capture-marquage-recapture. Sur l'ensemble du massif, elle est réalisée par le biais de comptages, lors d'indices ponctuels d'abondance et d'indices aériens d'abondance.

5. Analyses statistiques

Ce rapport d'analyse porte donc sur l'augmentation du taux de marquage par secteur à partir de la CMR mouflon méditerranéen, celui-ci sera calculé sur la base du taux de recapture visuelle puis comparé au taux de recapture physique pour éventuellement apercevoir des différences entre les secteurs.

Chaque partie se divise en deux sous-parties pour chaque secteur : la première concerne l'étude du taux de marquage par sous-population et aura pour but de mieux analyser la part d'animaux marqués au travers des recaptures visuelles pour la comparer au taux de recapture physique obtenu en cage/filet, et ce année par année. La deuxième partie porte sur l'utilisation spatiale de la réserve obtenue sur la base des animaux équipés de GPS. Elle aura pour but de caractériser les zones de forte fréquentation/faible fréquentation pour les mettre en parallèle avec les zones de captures actuelles.

L'ensemble de ces résultats peuvent faire ressortir les secteurs en déficit de marquage et par la suite permettre ainsi d'adapter l'emplacement des pièges pour augmenter le taux d'animaux marqués sur ces secteurs. L'intérêt de compenser le taux de marquage sur des secteurs où ce dernier est faible est de capturer et de marquer, donc d'étudier des individus qui ne sont jamais attrapés. Cela permettra d'affiner l'étude par CMR sur ces zones-là, tout en ayant une idée plus homogène du fonctionnement de la population sur l'ensemble de la zone d'étude. En effet, lorsque le taux de marquage est déséquilibré, la part prépondérante d'animaux issus de certains secteurs peut déséquilibrer et donc biaiser les analyses.

Étude du taux de marquage

Traitement des données d'observation (recapture visuelle)

Les données de capture et d'observation récoltées sur le terrain sont systématiquement retranscrites dans une base de données Access. C'est grâce à celle-ci que toutes les données de cette première partie ont été extraites. Dans ce travail, nous avons choisi de nous focaliser sur les données des 10 dernières années.

L'estimation du taux de marquage lors des observations (recapture visuelle) est plutôt simple de prime abord, en effet il suffit de diviser le nombre d'animaux marqués observés par le nombre d'animaux total observé. Cependant un paramètre se rajoute quand on veut calculer le taux de marquage par sous-population. En effet certains circuits d'observation permettent d'observer les animaux de deux sous-populations (ou secteurs) différentes. Par exemple, lorsqu'une observation est faite sur le secteur de la piste des trappes, le mouflon peut se trouver sur les secteurs suivants : piste des trappes ou serre d'arrêt car le vallon qui sépare ces deux noyaux de population se trouve au centre de la zone d'observation. Il en est de même pour les observations faites sur les secteurs du plo de Flamboyau et plo des Brus. Les secteurs de Mascar et Caïssenols ne sont pas concernés par ces problèmes. Lors des circuits d'observations, les animaux vus sont systématiquement géoréférencés par un carroyage simple spécialement créé pour la réserve (ex : 143-67). Un tableau Excel a alors été créé pour assigner chaque carroyage à une coordonnées Lambert-93. Le carroyage a ensuite été remplacé par les coordonnées, puis le fichier a été importé sous R. A l'aide d'un travail précédemment réalisé par P. Marchand qui portait sur la création des secteurs sur la base des données GPS des femelles (les mâles se déplaçant beaucoup plus durant le rut), une couche shape (carte des secteurs ci-dessous) a été créé.

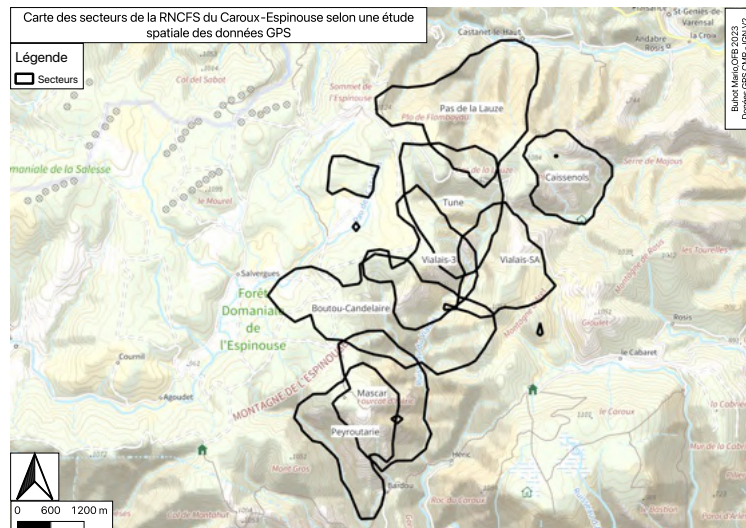


Figure 5 : carte des secteurs

Le fichier R comportant les coordonnées des observations a alors été recoupé avec la couche shape des secteurs grâce à la fonction `st_join`. Il a alors été possible d'affecter un secteur à chaque groupe observé, indépendamment du circuit d'observation d'où il a été vu. La table est alors exportée sur Excel.

Les données sont alors triées :

- L'étude portant sur 10 ans, l'année 2012 sera la limite inférieure. Les données de 2023 ne sont pas prises en compte étant donné que la saison de capture et d'observation n'est pas finie. De plus, avant 2008, les animaux étaient marqués exclusivement à l'aide de boucle auriculaire, seule la recapture physique était donc possible pour recapter un individu.
- Il se peut que certaines observations soient faites au hasard, sans forcément appartenir à un circuit d'observation. Ces observations sont alors enlevées des données car en général, seuls les animaux marqués sont notés lors de ces points. Il n'y a alors pas d'équité dans les observations, car les non marqués ne sont pas systématiquement notés dans ce cas de figure.
- Les groupes sans effectif sont enlevés (oubli ou erreur de saisie, ou totalité de certains groupes non visibles)
- Les animaux observés hors secteurs sont enlevés

À la suite de ce tri, les données utiles à l'analyse peuvent être rassemblées dans un tableau croisé dynamique :

- Nombre d'animaux marqués observé par année (nombre de fichiers)
- Nombre total d'animaux observé par année (somme de tous les groupes)

Ces chiffres servent à calculer le pourcentage d'animaux marqués (taux de marquage) vu par année en faisant le rapport entre nombre d'animaux marqués et nombre total d'animaux observés. Le pourcentage obtenu est le plus fiable possible car c'est une observation en temps réel des groupes de mouflons sans dérangement. Le taux de recapture visuelle sera aussi calculé par point d'observation pour affiner la recherche des secteurs en déficit.

Traitement des données de captures (recapture physique)

Les données de captures ont été traitées de la même manière que les observations visuelles : seules les données de 2012 à 2022 ont été gardées.

En faisant le rapport entre le nombre d'animaux marqués recapturés et le nombre d'animaux total on obtient un taux de marquage annuel par secteur sur la base des recaptures physiques.

Pour mieux représenter les résultats visuellement, un graphique regroupant l'évolution du taux de marquage de 2012 à 2022 selon les recaptures visuelles et physiques a été créé pour chaque sous-population. Celui-ci permet de mieux comparer les résultats obtenus par les deux techniques. L'objectif final est d'estimer si le taux de marquage est déséquilibré entre secteurs et de voir s'il peut être augmenté ou non. Il permettra aussi de distinguer si les résultats divergent et si des explications peuvent expliquer d'éventuelles différences qui seraient obtenues entre les deux méthodes.

La pression d'observation (nombre d'individus observés par an) est très importante pour la validité statistique des résultats ($n \geq 30$). A l'instar de la pression de capture (ici le nombre de capture par an) qui doit aussi être supérieur ou égal à 30 individus. Cette dernière sera affichée à chaque graphique pour pouvoir estimer la validité du taux de recapture physique et visuelle.

Étude de la répartition spatiale

Traitement des donnée GPS

Cette partie vient en parallèle de l'étude sur le taux de marquage et appuiera les propositions d'installation de nouveaux pièges. Les données GPS sont issues des colliers posés sur les mouflons depuis 2003.

Les données ont été triées de manière à ne garder que les localisations GPS entre le 20 mars et le 10 juillet de chaque année, cette période représentant la saison de capture. En effet, seuls les déplacements durant le printemps et le début de l'été sont intéressants ici, car l'objectif est d'améliorer le taux de capture, il n'est donc pas pertinent d'intégrer aux analyses les endroits où se trouvent les mouflons hors période de capture. En effet, les mouflons préfèrent les pentes et les plateaux du massif, au printemps. A l'inverse de l'été et de l'hiver où ils ont tendance à rester dans les fonds de vallons.

Une carte de chaleur sera créée de manière à mieux représenter les points chauds et froids caractérisant les zones préférentielles de présence des mouflons. Celle-ci montrera donc les secteurs les plus utilisés par les mouflons ainsi que les couloirs de déplacements utilisés qui seront utiles pour prévoir l'emplacement des pièges.

L'étude de la répartition spatiale des mouflons équipés de GPS est très importante. L'idée est de se servir de l'échantillon des individus pour définir les zones de fréquentation de toute la population. Il faut cependant que ce nombre d'individus équipés soit suffisant. Statistiquement l'analyse d'une carte de chaleur sera plus valable avec 35 individus que 5. C'est pourquoi ce nombre sera affiché sur chaque

cartographie. Idéalement sur chaque secteur il faudrait au minimum 30 individus de chaque sexe, jeunes et vieux pour englober tous les types d'individus.

Les mouflons sont des animaux que l'on peut observer en journée lorsque les jours ne sont pas encore très chauds. Plus tard en saison, la journée, les mouflons ont tendance à se rassembler dans des zones de repos, généralement des zones de rochers, ou lorsqu'il fait trop chaud, en zone forestière. C'est la nuit, tôt le matin et tard le soir qu'ils sont le plus actif pour se nourrir dans des zones de prairies et de landes. On dit qu'ils ont un pic d'activité bimodal.

Les captures se font donc essentiellement au printemps lors des phases de transition entre la zone de repos de la journée et celle de l'alimentation nocturne (intégrant le soir et le matin liés). Ces zones de transition sont empruntées 1 fois le matin et 1 fois le soir, soit deux fois par jour. Cette phase de transition ne sera en revanche pas forcément une zone de forte chaleur, les mouflons passant rapidement dessus. Il sera donc important d'analyser les reliefs et la végétation pour bien repérer ces phases. A l'inverse sur des journées chaudes d'été il peut être plus facile de capturer uniquement en zone forestière. La zone de repos en rocher étant remplacée par une zone de repos en boisement, et l'alimentation pouvant y avoir lieu également, les phases de transitions sont plus réduites voire inexistantes. C'est pourquoi, selon le boisement des secteurs et selon les points chauds, le positionnement du piège peut changer.

Les phases de transitions (zones blanches) seront donc plus destinées à l'installation d'un filet tombant. La répulsion du filet tombant étant moindre par rapport à une cage. Pour l'installation d'une cage, les zones de points chauds forts seront préférables.

Les secteurs étudiés actuellement sont majoritairement des milieux à dominante ouvertes (la densité y étant plus forte, les captures y sont plus faciles), il serait intéressant de mieux étudier ce qu'il se passe dans des milieux à dominance forestière. En effet moins de données sont aujourd'hui récoltées dans ceux-ci.

III. Résultats

Le taux de recapture visuelle devrait être égal au taux de recapture physique s'il n'y a pas d'attraction ou de répulsion à la capture, ce qui est en réalité rarement le cas. La recapture visuelle étant plus aisée et s'affranchissant de ces possibles biais, elle exprime normalement mieux le taux réel d'animaux marqués, mis à part si la pression d'observation, n'est pas suffisante. Plus le taux de recapture physique est proche du taux de recapture visuelle, plus le système de capture est efficace et moins il engendre de répulsion, puisqu'il se rapproche au plus près du taux réel d'animaux marqués. Cependant des biais peuvent intervenir dans ces calculs.

Prenons l'exemple d'animaux capturés une première fois et se rendant compte que venir lécher le sel est plus attractif que le risque de se faire capturer (la capture n'étant à ce moment-là pas vécu comme un stress dissuasif). Ils n'auront donc pas de mal à revenir dans la cage/filet et peuvent donc déséquilibrer les analyses du taux de marquage en augmentant le taux de recapture physique. A l'inverse, des animaux capturés et ayant craint cette capture ne reviendront pas juste pour du sel. Ils

participeront donc à la baisse du taux de recapture physique, qui pourra se déconnecter du taux réel d'animaux marqués dans la population.

En étude par CMR, l'objectif principal est de recapturer les animaux marqués. Cependant au fur et à mesure de l'étude, il peut être intéressant de s'orienter sur de nouveaux secteurs et de nouveaux individus pour obtenir de nouvelles données et pouvoir les comparer aux autres. C'est pourquoi, les secteurs en déficit par rapport aux secteurs les plus marqués seront d'avantage étudiés dans ce rapport. Le but principal étant d'équilibrer le taux de marquage sur tous les secteurs de la réserve.

Avant d'estimer le taux de recapture visuelle et physique par secteur, il est intéressant de l'estimer au niveau de la réserve entière. Ce résultat servira à comparer les différents secteurs au taux moyen, ainsi il sera possible de savoir si le secteur est

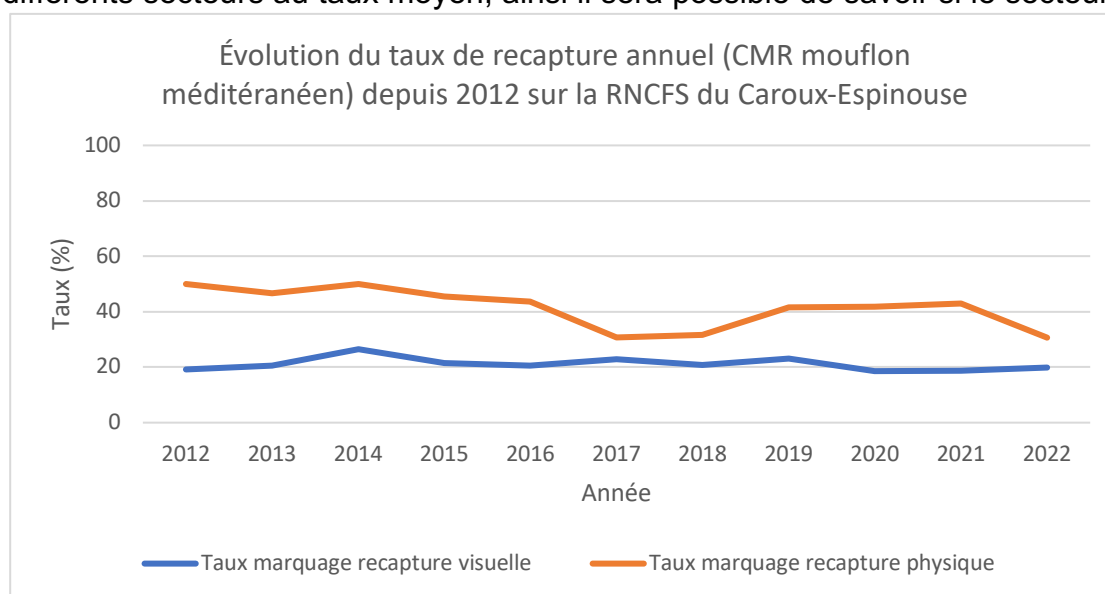


Figure 6 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel

en déficit ou non. Comme le montre le graphique ci-dessus, le taux de recapture physique est plus élevé que le taux de recapture visuelle.

De manière générale, il y a donc un élément qui intervient dans les recaptures en cages/filets. Cela pourrait être l'attraction des animaux déjà capturés face aux pierres à sel, le gain du sel étant plus bénéfique pour eux que la capture (sans danger). En moyenne sur les 10 dernières années, le taux de marquage obtenu par les recaptures visuelles est de 21,1%. Celui des recaptures physiques est lui de 41,39%. Une baisse de ce taux est tout de même constatable depuis 2012, essentiellement due à la répartition des recaptures entre les trappes et les filets. En 2012 plus de 80% des recaptures se faisaient en trappe, alors qu'aujourd'hui, seulement 56% des captures se font en trappe. Les filets étant plus nombreux et plus utilisés aujourd'hui.

Analyses par secteurs

1. Secteur Pas de la Lauze

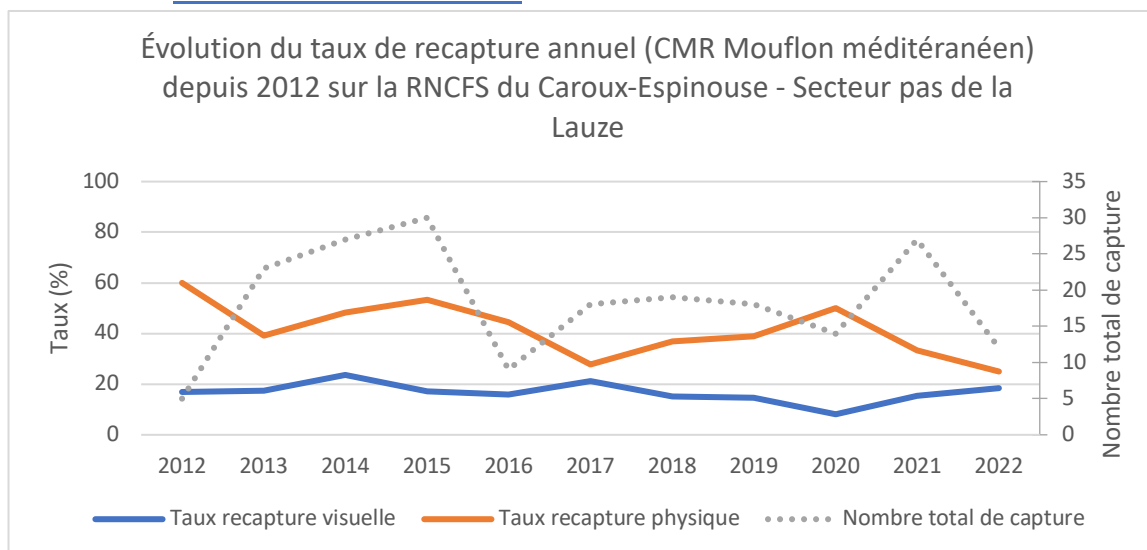


Figure 7 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel - secteur pas de la Lauze

Le secteur du Pas de la Lauze regroupe deux sous-secteurs, à l'Ouest le plo de Flamboyau, à l'Est le plo des Brus. Annuellement en moyenne 770 animaux sont observés lors des sessions d'observations visuelles. Cependant comme le montre le graphique ci-dessus, le nombre de capture est généralement inférieur à 30 (18,36 en moyenne). Si l'on se base sur les années proches de 30 captures, l'année 2021 montre tout de même une baisse du taux de recapture physique (33%) par rapport à 2015 (53%), cela peut s'expliquer par trois bonnes années de captures en 2013-2014 et 2015. Les captures de ce secteur ont donc été améliorées après 2017 (installation filet tombant Flamboyau). Le nombre total de capture a été augmenté en 2021 en même temps que le taux de recapture physique a baissé, ce qui a permis d'augmenter le taux de recapture visuelle jusqu'à 18,5% en 2022. C'est un taux plutôt bon mais qui pourrait être amélioré de quelques points de pourcentage.

La carte de chaleur ci-dessous montre une forte concentration de points GPS dans les pentes en rive droite du pas de la Lauze (plo des Brus).

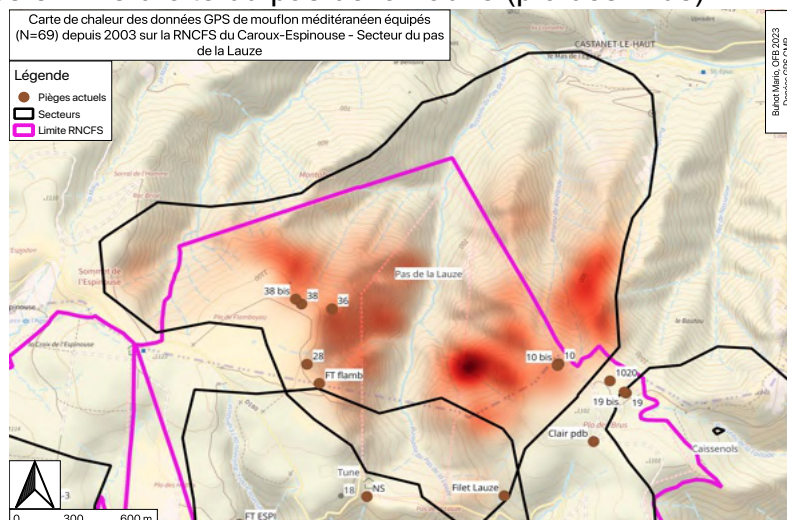


Figure 8 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur pas de la Lauze

Cette concentration est essentiellement due à plusieurs animaux équipés de GPS à la trappe 10. Le secteur Ouest est aussi bien fréquenté. La trappe 1020 située entre le secteur du pas de la Lauze et de Caïssenols peut occasionnellement capturer des animaux du pas de la Lauze mais la grande majorité sont des animaux de Caïssenols. Ce secteur est donc plutôt bien étudié dans sa quasi-totalité. Les espaces sans trop de données GPS sont des lieux très peu fréquentés (fond du vallon au centre) ou hors réserve. La zone partagée avec le secteur de la tune est effectivement plus pauvre en donnée. Mais un nouveau filet tombant est en cours de montage sur cette zone et pourrait compenser ce déficit. De plus, des mouflons provenant de Caïssenols ont été aperçus sur ce secteur, il pourrait donc alimenter en animaux marqués les 3 secteurs.

Le plo de Flamboyau (partie Ouest du Pas de la Lauze) a reçu une pression de capture assez intense durant la saison 2023 (suite au déplacement du filet tombant de Flamboyau) ce qui va augmenter le nombre de données GPS et le taux de marquage global sur ce secteur. De plus, un agneau capturé en 2023 à la trappe NS (Nostre-Seigne) est un individu du secteur du Pas de la Lauze. Le Pas de la Lauze est un grand secteur, il est cependant coupé par plusieurs vallons très abruptes qui réduisent les possibilités d'emplacement de cages. Les 6 cages et 2 filets déjà en places sont sur les zones les plus fréquentées. Les trappes 10 sont une preuve de l'efficacité de l'emplacement des cages sur des phases de transitions rouge des mouflons. Elles sont placées à la limite Ouest du plateau du plo des Brus (zone d'alimentation) et juste au-dessus des zones de repos des mouflons. Ce sont les cages qui ont le plus capturé en 2022 sur ce secteur.

Un tout nouveau filet tombant (FT Lauze) a été positionné en fin de saison de capture 2023 non loin d'une zone de repos. La zone d'alimentation étant au nord. Son efficacité sera testée sur la saison de capture 2024. Le piège photo présent sur ce filet a déjà pris plusieurs photos de 15 individus autour de la pierre à sel.

2. Secteur de Caïssenols

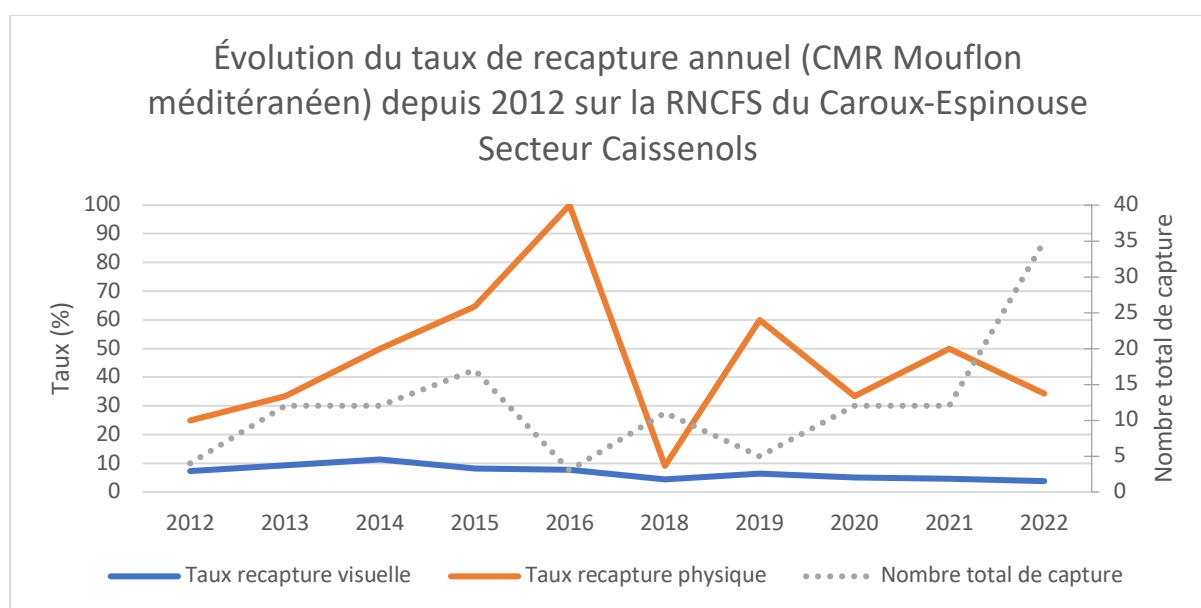


Figure 9 : Évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur Caïssenols

Le secteur de Caïssenols a reçu une forte pression de capture avant les années 2010 en raison d'un filet tombant très efficace à son extrémité Ouest. Celui-ci alimentait tout le secteur en mouflons marqués. Il a cependant été démonté en 2010 et depuis le taux de recapture visuel a chuté comme le montre le graphique (mort progressive des animaux marqués + chasse sur la partie Est hors réserve). Les mouflons marqués n'étant pas plus protégés que les non marqués, leur chasse est tout à fait possible. Le taux de recapture physique est lui très instable entre 2012 et 2021 en raison du nombre faible d'animaux capturés par saison (en moyenne 9 animaux). En 2021 une nouvelle cage a été installée au nord-ouest du secteur, la cage 1020 (Figure 11). Puis en 2022 un nouveau filet tombant a été monté au Nord-Est du secteur, le FT Caïssenols, voir Figure 11. Dorénavant grâce à ces deux nouveaux pièges, le nombre de capture a bien augmenté (35 en 2022) et donc le taux de recapture est statistiquement plus interprétable. Ces deux pièges alimentent en animaux marqués toute la partie supérieure du secteur. Le taux de recapture visuelle quant à lui est aussi interprétable avec une moyenne de 700 observations par année.

Cependant le taux de recapture visuelle tombe à 3,7% en 2022. Un graphique des trois points d'observations a donc été créé pour mieux visualiser ce taux selon les zones.

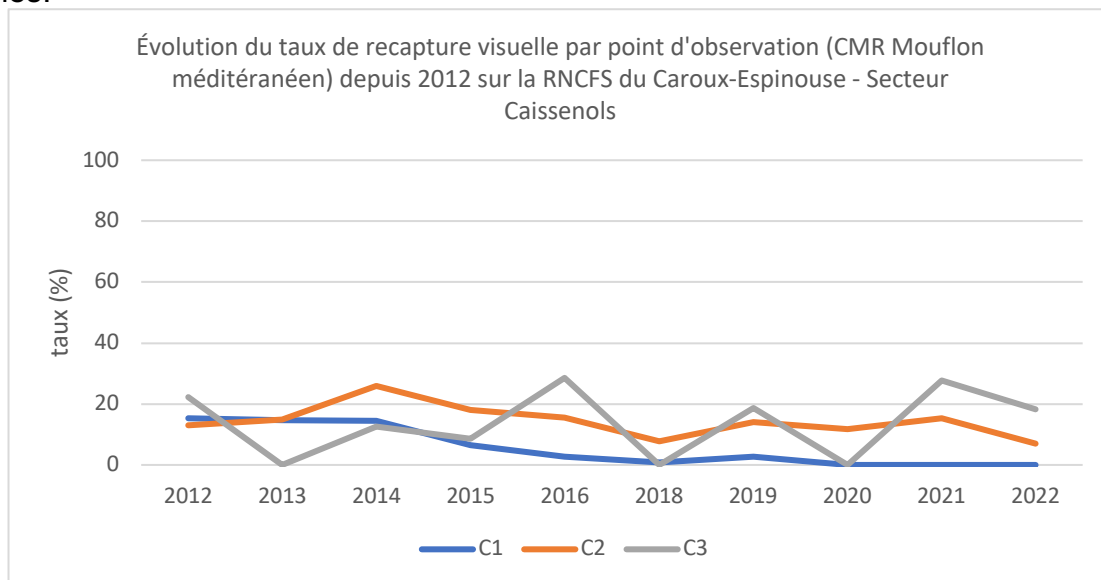
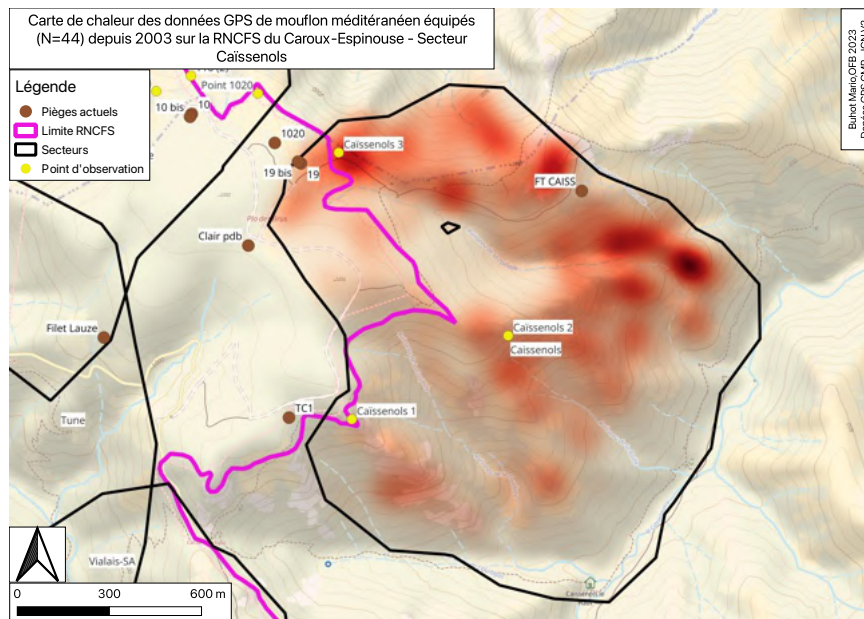


Figure 10 : Évolution du taux de recapture visuelle par point d'observation – secteur Caïssenols

Grâce à ce graphique, on distingue que depuis le point d'observation Caïssenols 3 (C3), 18% des mouflons sont marqués en 2022. 7% sont marqués depuis le point d'observation Caïssenols 2(C2), puis 0% depuis Caïssenols 1 (C1). Cette grande différence est encore une fois due à la suppression du grand filet tombant démonté en 2010. On remarque qu'avant 2014 les différents points d'observations étaient plutôt identiques en termes de pourcentage d'animaux marqués observés. On remarque aussi que C1 et C2 ont diminué d'avantage que C3. En effet, comme une petite partie des animaux marqués au grand filet tombant allaient en direction de C2 et C1, une fois enlevé, cette différence s'est accentuée. De plus, le taux d'animaux marqués sur le secteur de C3 a été maintenu et ré-augmente aujourd'hui grâce aux nouveaux pièges. Ce taux de recapture visuel bas (3,7%) est donc dû au point C1 qui a un taux en baisse depuis 2014 et atteint même 0% depuis 2020.



Cette carte de chaleur des données GPS ci-dessous confirme le taux d'animaux marqués sur les 3 points d'observation. On remarque qu'il y a de plus en plus de données lorsqu'on remonte de C1 à C2 puis C3. Il en est de même pour le nombre d'observation par secteur. On constate donc le manque de données autour de C1. L'équilibre des secteurs doit donc être retravaillé en priorité au niveau du point d'observation C1, de préférence à l'intérieur de la RNCFS, côté gauche de sa limite. Depuis 1 an une trappe a été repositionnée 200m en amont dans un vallon où il y a du passage (TC1). Elle a capturé 2 animaux en 2023. Il va donc falloir renforcer encore plus les captures dans ce secteur.

tombant sur le secteur du point d'observation Caïssenols 1. En recoupant les deux couches, une zone pourra être choisie pour la mise en place d'un filet.

La corrélation des deux couches montre une zone plate assez intéressante entourée en bleu pour l'implantation d'un filet tombant. Le flux migratoire est assez important étant donné que c'est une phase de transition entre zone de repos au sud et d'alimentation au nord. Une sortie sur le terrain a permis de confirmer l'emplacement. Des sentes assez présentes traversaient la zone, un piège photo positionné sur une pierre à sel y a été installé pour valider le passage de mouflons.

Après deux semaines, l'emplacement a été beaucoup fréquenté (photo-ci-dessous) et un nombre assez important d'animaux non marqués ont été pris par le piège photo (jusqu'à 14 en même temps). Cette proportion d'animaux non-marqués correspond bien avec les données de cartes de chaleur représentées ci-dessus. L'installation d'un nouveau filet tombant sera donc une bonne solution pour rééquilibrer le taux de marquage sur le secteur de Caïssenols.



Figure 13 : photo de la pierre à sel en essai sous C1

Pour rééquilibrer encore plus le secteur de Caïssenols (de manière à atteindre un taux d'animaux marqués équivalent à C3, 18%), la même étude de flux de

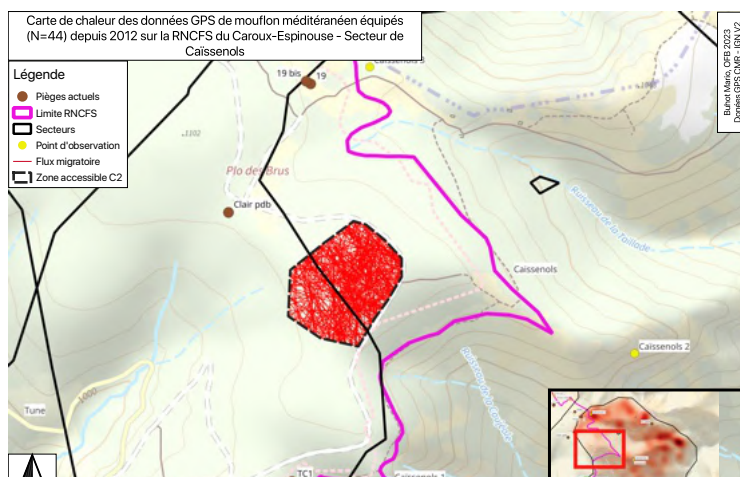


Figure 14 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - sous-secteur Caïssenols

déplacement a été faite au niveau du point C2 (7% de marqué). La même carte que précédemment a donc été créée pour mieux visualiser le secteur. Cette fois-ci, toute une zone très accessible est potentiellement intéressante. Une prospection sur le terrain permettra de déterminer l'emplacement idéal pour une cage cette fois-ci car 2 cages disponibles restent à poser sur la RNCFS. À la suite du déploiement de ces 2 nouveaux pièges, les résultats devraient être meilleurs pour les saisons prochaines et ainsi équilibrer le taux d'animaux marqués sur le secteur. Une étude post-saison serait très intéressante pour valider ces propositions.

3. Secteur de la Tune

La tune est un secteur à cheval sur trois autres sous-secteurs : Pas de la Lauze, Vialais 3 et Vialais SA. C'est pourquoi le carroyage des observations était très utile, de manière à bien replacer chaque observation visuelle lors du calcul du taux de marquage obtenu par les recaptures visuelles. Celui-ci est très bon avec 772 individus observés annuellement. A l'inverse les données de recapture physique ont chuté comme le montre le graphique ci-dessous passant sous la barre des 10 captures depuis 2018. Cette chute est due au filet tombant de la Tune qui a capturé de moins en moins d'animaux depuis 2013 jusqu'en 2018 (date de son arrêt), sans forcément d'explication. Il a été démonté en 2021 après 3 ans sans capturer. De ce fait le taux de recapture visuelle a perdu plus de 10% passant de 30% à 20% en seulement 2 ans.

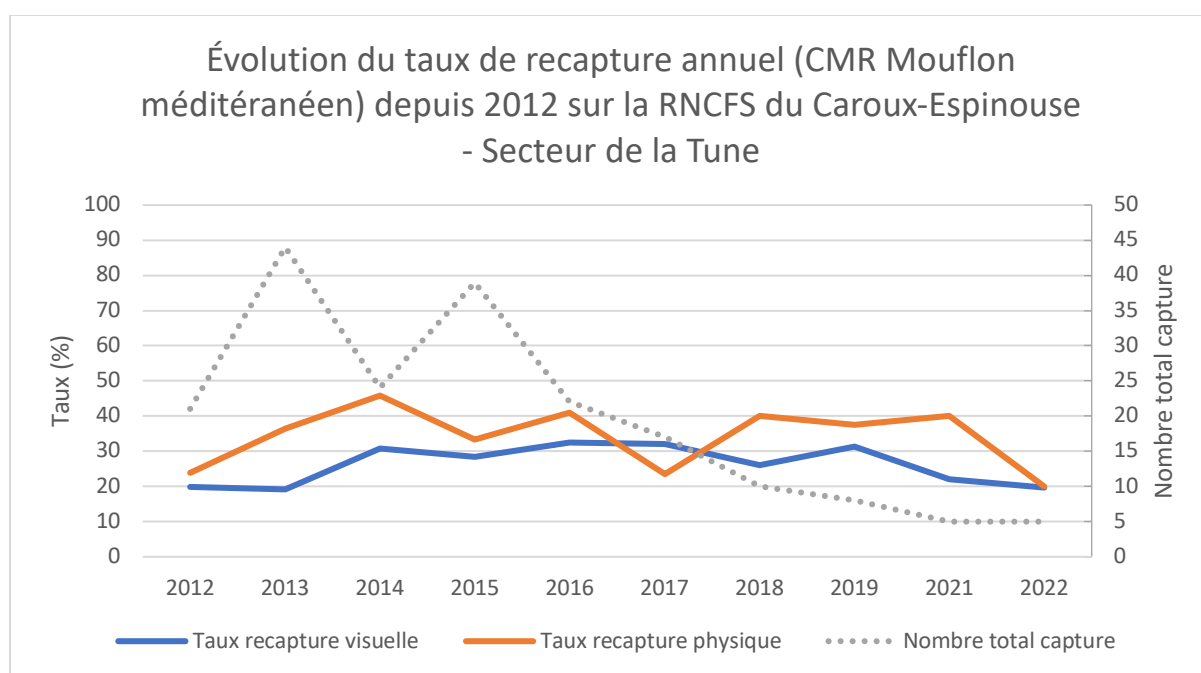


Figure 15 : Évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur de la Tune

A la vue de ce graphique on distingue que le taux de recapture physique est assez proche du taux de recapture visuel. Il n'y a donc pas (ou très peu) d'attraction ou de répulsion des mouflons face aux pièges. Cela peut s'expliquer par la grande majorité des captures faites au filet tombant de la Tune (jusqu'en 2018), puis de l'Espinouse (à partir de 2021), les animaux, qu'ils soient marqués ou non, ayant moins de réticences à rentrer dans un filet que dans une cage. Aucune donnée de capture n'a été enregistrée durant l'année 2020 (Covid-19). C'est un bon secteur avec une pression de capture et d'observation plutôt constante depuis 10 ans.

L'amélioration du taux de marquage est possible sur tous les secteurs si du temps agent supplémentaire était disponible. Cependant quelques secteurs (comme le Pas de la Lauze, Vialais 3 et Vialais SA) ont déjà un taux de recapture visuelle très bon. Il en est de même pour la Tune, 20% est encore bon même s'il y a eu une baisse. La carte de chaleur ci-dessous reflète l'efficacité des pièges de ce secteur avec un bon nombre de données au centre. L'essentiel des animaux ayant historiquement été capturés à la trappe 11 ou au filet tombant de la Tune, qui a été remplacé par celui de l'Espinouse (aujourd'hui moins efficace). Ceux capturés au filet tombant 961 se répartissent sur toute la partie inférieure du secteur.

A la vue de la carte de chaleur ci-dessous, le secteur de la Tune semble être différent de Caissenols ou du Pas de la Lauze. En effet, les points chauds ne se trouvent que sur des zones de landes pentues, il paraîtrait donc que les zones d'alimentation et de repos se trouvent au même endroit. Les plateaux étant moins fréquentés car toutes les pentes se trouvent à l'est, très peu d'intérêt donc pour les animaux d'aller à l'ouest. Les trappes et filets se trouvent sur les limites des plateaux

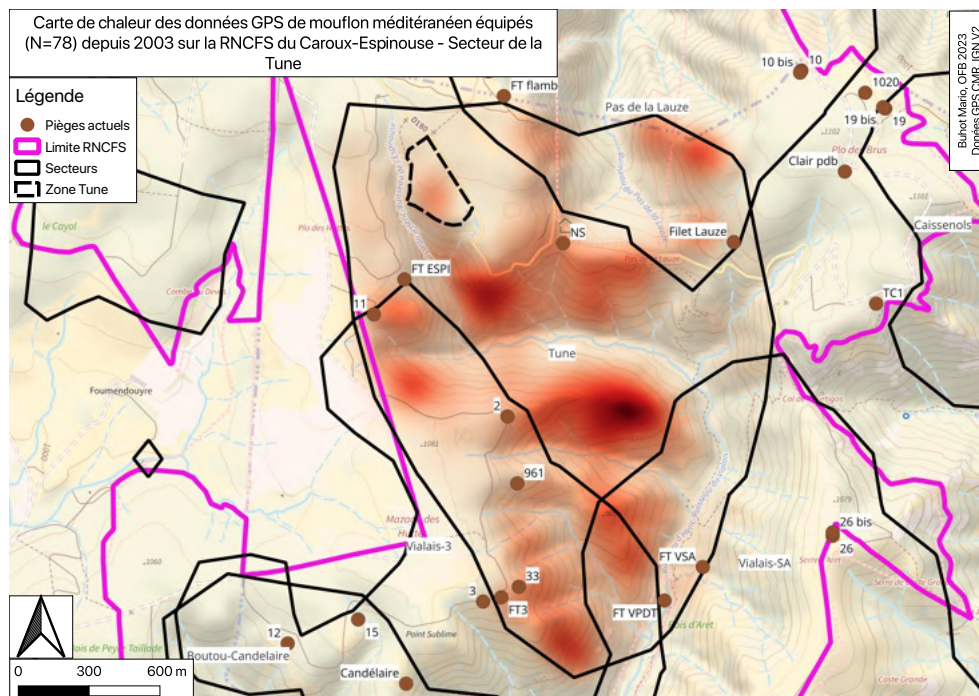


Figure 16 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur de la Tune

ici aussi, mais du fait de leur nombre, il est normal que le taux de marquage sur ce secteur soit bon, si l'on prend en compte en plus l'efficacité de l'ancien filet tombant de la Tune. Idéalement il faudrait positionner des pièges dans ces pentes, évidemment cela est trop compliqué.

Une zone de point chaud qui semble être une zone d'alimentation en forêt (Zone Tune sur la carte ci-dessus) a été trouvée sur cette carte. Elle est équivalente au point chaud proche du filet tombant de la Lauze (cf. secteur pas de la Lauze). Aucune cage n'a jamais été positionnée sur cette zone plate. Il ne faut pas oublier que chaque piège représente du temps agent supplémentaire de montage, de maintenance et de capture, il faut donc prioriser les secteurs en déficit. Cette zone est donc à garder de côté si un jour le taux veut être ré-augmenté. Une prospection sera tout de même

nécessaire pour repérer les sentes présentes ou non. Un filet tombant serait tout de même plus intéressant qu'une cage à la vue du nombre de données moyen sur cette zone.

4. Secteur de Vialais-3 (Piste des trappes)

Le secteur de Vialais 3 est entre 3 secteurs : la Tune, Vialais SA et Boutou-Candélaire. Cela signifie que les mouflons capturés sur les zones partagées peuvent soit aller sur un secteur, soit sur l'autre.

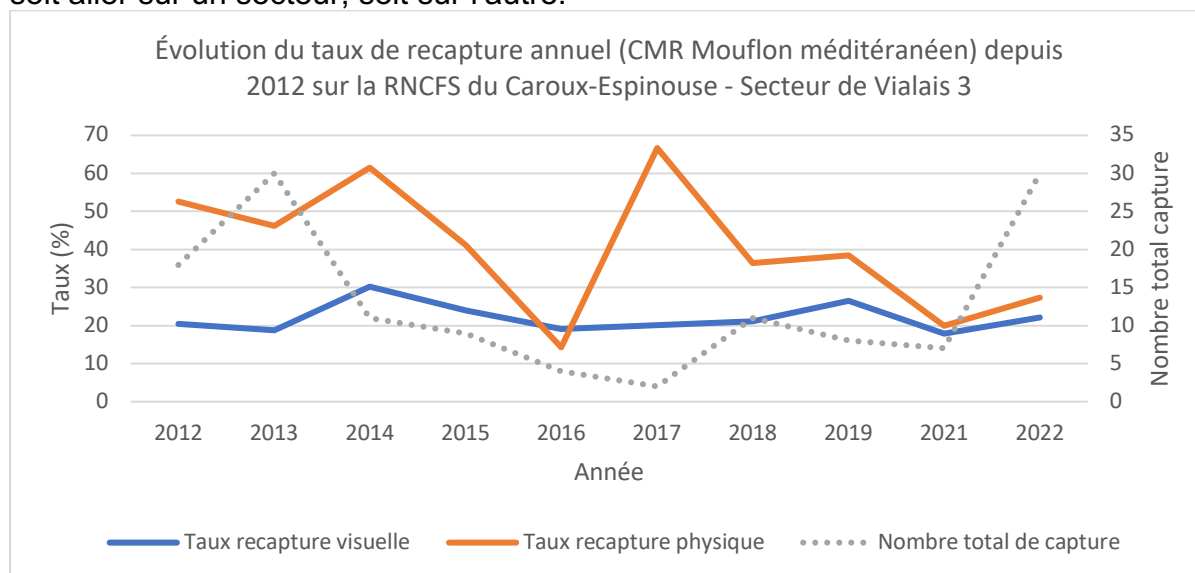


Figure 17 : Évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur de Vialais 3

Seules les années 2012, 2013 et 2022 restent interprétable comme le montre le graphique ci-dessus (proche de 30 captures) dans le taux de recapture physique. Les grandes variations dans celui-ci sont dues au nombre plutôt faible de capture par année (7,4 entre 2014 et 2021), celui-ci dû à l'impact très important de prédation après l'arrivée du loup. Les données de recaptures visuelles sont très fiables avec en moyenne 872 individus observés par année. Aucune donnée de capture n'a été enregistrée durant l'année 2020 (Covid-19). Comme le présente ce graphique, le secteur du Vialais 3 possède un taux de recapture physique très proche et légèrement supérieur au taux de recapture visuelle (taux réel) en 2022. Ce rapport entre les deux courbes est essentiellement dû à l'efficacité du filet tombant 961 qui a beaucoup capturé. Le taux de recapture visuelle est bon (22,17%) pour l'année 2022 grâce à une augmentation importante du nombre de capture. Celle-ci devrait continuer car autant de captures ont été réalisées en 2023.

La carte de chaleur ci-dessous montre que Vialais 3 fonctionne un peu de la même manière que la Tune, les zones d'alimentation et de repos sont les mêmes. Deux secteurs se démarquent : le secteur de Bétirac (unité détachée au nord-ouest) où un point chaud est présent. Un filet avait été installé autour de celui-ci (FT Bétirac) mais n'a jamais capturé, ce fut un échec. Il se pourrait qu'il ait été installé trop à l'ouest du point chaud comme le montre la carte ci-dessous car la phase de transition est à l'est de celui-ci. La zone de repos étant sur le secteur de Bétirac et la zone d'alimentation étant sur celui de la Tune. Il serait donc intéressant de réimplanter un filet tombant sur cette zone non étudiée depuis des années. Une trappe (13, Annexes 1) était historiquement sur cette phase de transitions entre les deux zones, mais à la

vue du nombre faible d'animaux passant dans le secteur, une cage était trop sélective (répulsion).

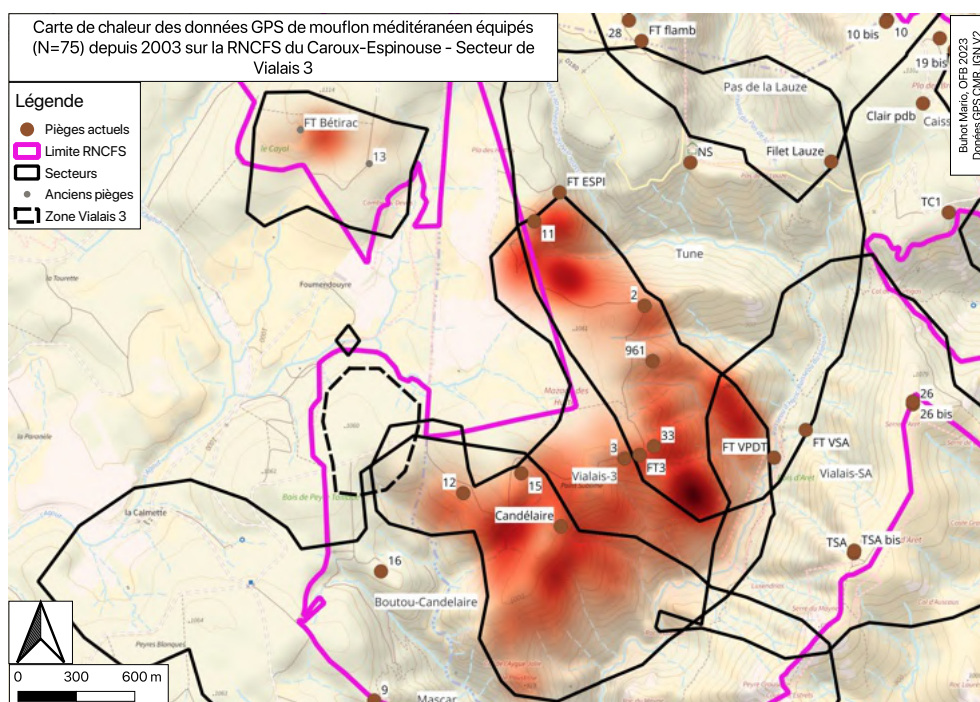
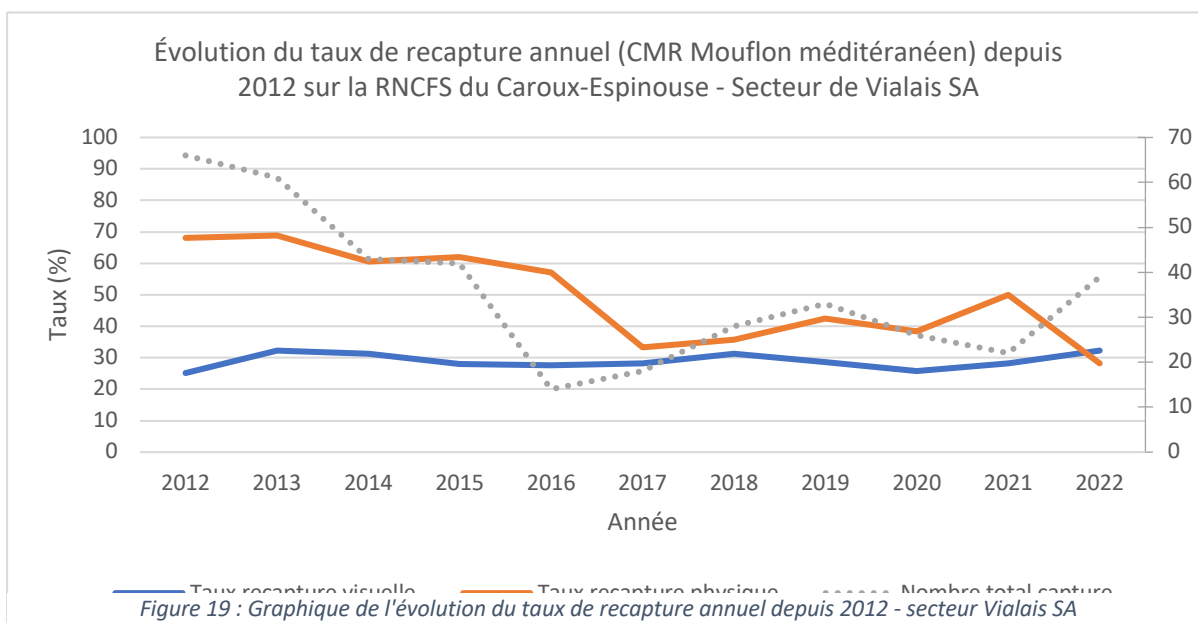


Figure 18 : Carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur Vialais 3

Par ailleurs, la zone entourée en pointillé noir à l'est de la trappe 12 manque de données. À cheval sur le secteur de Boutou-Candelaire, Vialais 3 et une zone sans secteur. Il serait intéressant de prospecter cette zone qui ressemble à Bétirac (zone de forêt), aucune trappe ni filet n'y a jamais été placé. Des données GPS des animaux capturés aux trappes 12 et 15 semblent s'en approcher. Cette zone à dynamique forestière pourrait apporter des données supplémentaires intéressantes.

5. Secteur du Vialais SA (Serre d'Aret)



Le secteur de Vialais SA est un très bon secteur, une pression d'observation et de capture constante depuis 10 ans permet d'obtenir des courbes fiables statistiquement. En effet, en regardant le graphique ci-dessus, en moyenne entre 2012 et 2022, 35,6 animaux sont capturés chaque année. En termes d'observation ce sont 946 individus observés en moyenne par an. Le nombre de capture était très élevé en 2012 tout comme le taux de recapture physique. Ces années-là seulement deux trappes étaient présentes : SA et trappe 26. Il y avait donc une attirance particulière des animaux déjà capturés, le sel leur était donc plus bénéfique qu'une capture. Ces chiffres ont baissé jusqu'en 2016 (plusieurs causes différentes dont la prédation du loup), en 2017 une trappe et un filet tombant ont été rajoutés pour compenser cette perte : SA bis et FT Vialais SA (FT VSA). En 2018 FT Vialais piste des trappes (FTVPDT) est monté. Ces trois nouveaux pièges vont permettre au nombre de captures de remonter jusqu'à 39 en 2022. Le taux de recapture visuelle est lui stable autour des 30% depuis 2013 (32% en 2022).

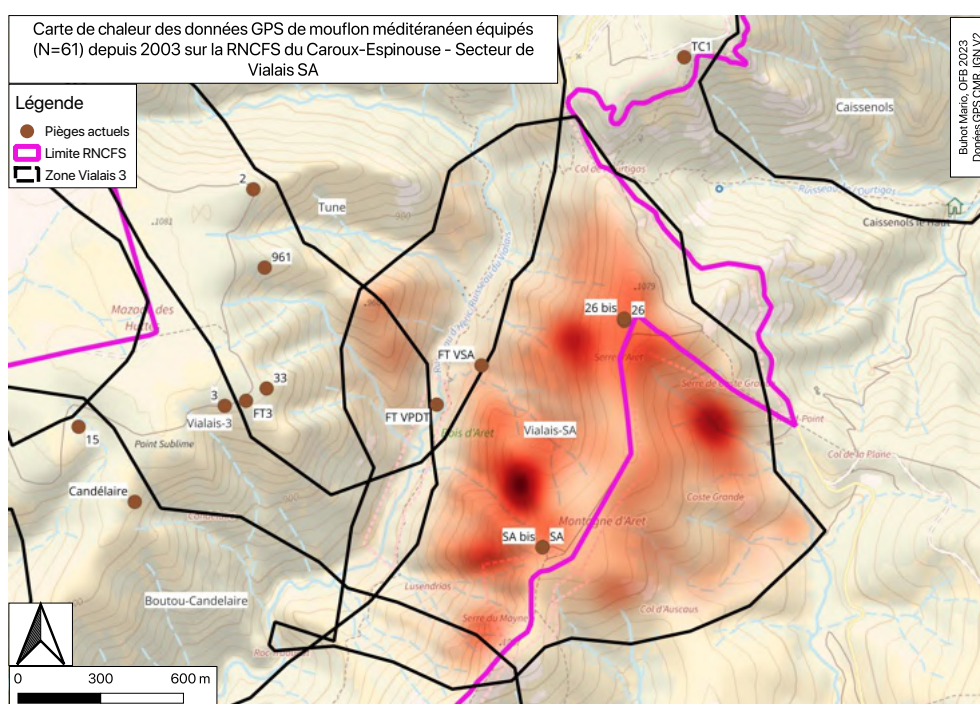


Figure 20 : Carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen depuis 2003 - secteur Vialais SA

Avec 61 individus équipés de GPS, les données de la carte de chaleur ci-dessus sont interprétables sans biais.

La Serre d'Aret est un secteur à grande majorité ouverte avec alternance de rochers, de landes et de pelouses, seuls les vallons, dont celui du Vialais où se trouve les filets tombants sont boisés. Cette disposition exerce une influence sur le comportement des animaux, leurs zones d'alimentation sont les zones ouvertes de pente et de crête, et leurs zones de repos sont les rochers entre ces pelouses et landes. Les trappes sont positionnées donc dans ces secteurs de forte présence, d'où l'efficacité de celles-ci. Les filets tombants trouvent leur utilité durant les étés très chauds, les mouflons trouvant la fraîcheur dans le vallon, ou bien durant les automnes, les mouflons évitant les vents forts sur la crête de la Serre d'Aret.

En 2023 la trappe 26 a été doublée, elle permettra d'attirer plus d'animaux sur cette zone. La Serre d'Aret avec 32% de mouflons marqués est le secteur le plus efficace en capture et donc en taux de marquage de la RNCFS. Ses cages en très bon état pourront encore capturer durant plusieurs années. Pas d'impératif de trouver de nouveaux emplacements sur ce secteur.

6. Secteur Boutou-Candélaire

Boutou-Candélaire est un secteur à cheval au Nord avec Vialais 3 et au Sud avec Mascar. Ses données de recaptures visuelles sont fiables avec en moyenne 386 individus observés par année. A la vue de la Figure 21, son nombre d'animaux marqués est de 9,6% en 2022 mais a tout même atteint 16,9% en 2014, autant grâce aux 9 captures réalisées mais surtout grâce aux autres secteurs qu'il chevauche qui l'alimentent en marquage. Le taux de recapture physique est très instable et non interprétable à la vue du nombre total de capture (>10).

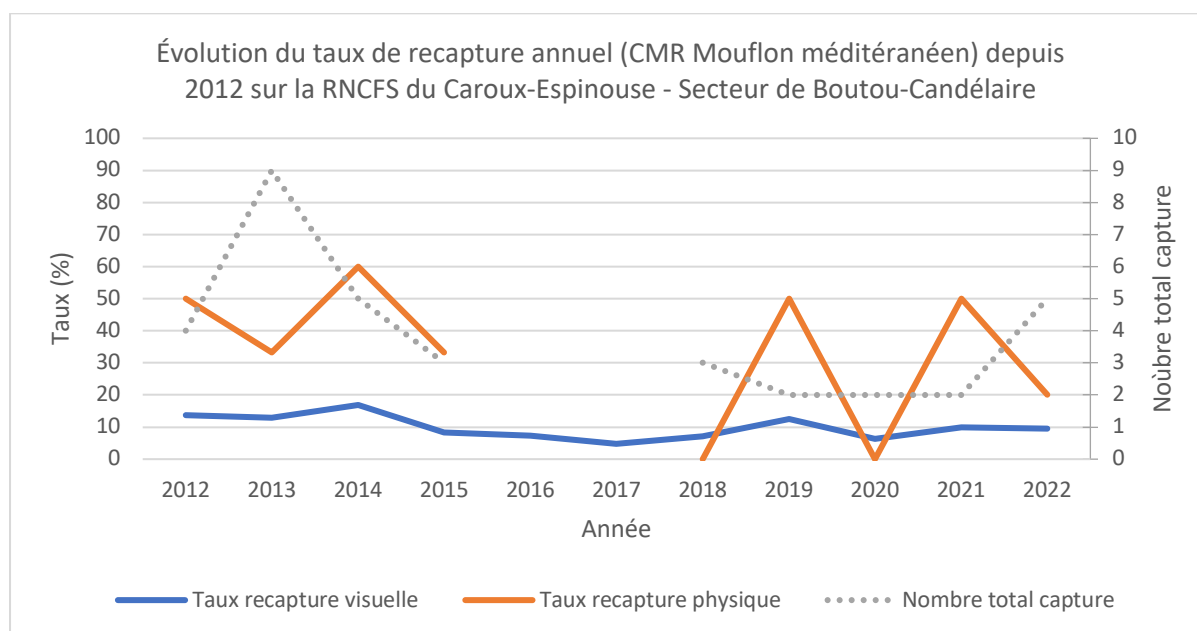


Figure 21 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur Boutou-Candélaire

60 individus équipés de GPS participent aux données sur ce secteur, l'analyse y est donc fiable.

La carte de chaleur ci-dessous prouve que la grande majorité des animaux marqués sont en fait des animaux de Vialais 3 (trappe 12, 15) sachant que la trappe Candélaire installée cette année se trouve sur un point chaud de zone d'alimentation, elle devrait donc capturer. Ce sont aussi des animaux de Mascar (trappe 45). Il serait donc intéressant d'augmenter le taux de marquage par des captures au cœur même de ce secteur. La partie Est étant très pentue, l'ouest sera préférable. De plus, c'est une zone à dynamique forestière qui est un des aspects que les cogestionnaires souhaitent étudier plus fortement sur la réserve. Un filet tombant sera préférable étant donné que nous n'avons aucune donnée sur le nombre d'individus sur le secteur et que les trappes présentes aujourd'hui non loin ne capturent que très peu.

Un piège photo avait déjà été installé avec une pierre à sel sur la zone avant T16 (hêtraie ouverte), bon nombre d'individus étaient venus. Seulement, la parcelle forestière concernée allait passer en travaux. Rien n'avait alors été installé. Cette zone serait très intéressante aujourd'hui pour un filet tombant d'autant plus que cette parcelle n'est plus en travaux. Le flux de déplacement superposé à la zone montre que c'est une zone de passage assez importante pour les mouflons du secteur. L'attrait de la pierre à sel ne pourra qu'augmenter le nombre de passages.

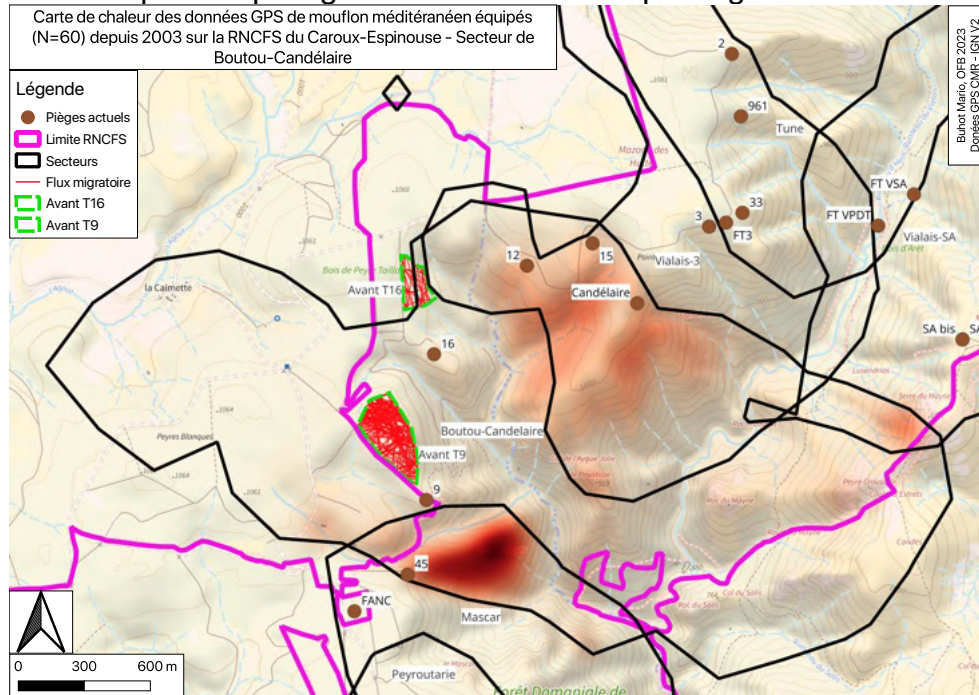


Figure 22 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen équipés depuis 2003 - secteur Boutou-Candelaire

Un deuxième secteur ressemblant à celui avant T16 a aussi été trouvé avant T9 (Bois de Peyre Taillade). Il présente aussi un des passages intenses pour le secteur selon les données GPS. Cependant une prospection serait nécessaire avec l'ajout d'un piège photo et d'une pierre à sel pour tester l'attrait des mouflons sur la zone.

La zone à l'Ouest de la limite de la réserve serait aussi très intéressante à étudier sachant que des petits points chauds sont présents. Seulement cette parcelle est privée, une négociation serait peut-être possible comme pour le filet tombant du secteur de Caïssenols se trouvant hors réserve.

7. Secteur de Mascar

Comme le montre le graphique en courbe ci-dessous, le nombre de capture était plus conséquent entre 2012 et 2015, ceci grâce à plusieurs trappes supplémentaires présentes sur le secteur de Mascar aujourd'hui déplacées sur d'autres secteurs pour plus d'efficacité. Depuis 2015 le nombre de capture annuel moyen est passé sous les 16 individus. Ce nombre de capture joue donc sur l'interprétation du taux de recapture physique. Plus de 96% des captures depuis 2012 ont été réalisés au filet tombant du Fanc (Figure 25). Cette petite différence du taux de recapture physique face au taux de recapture visuelle de 2012 à 2015 peut être due à une attirance particulière du filet grâce à sa répulsion beaucoup moins importante que

les cages. Le taux de recapture visuelle est lui plutôt stable depuis 2012 et atteint aujourd'hui 15,3%. Il peut donc être augmenté.

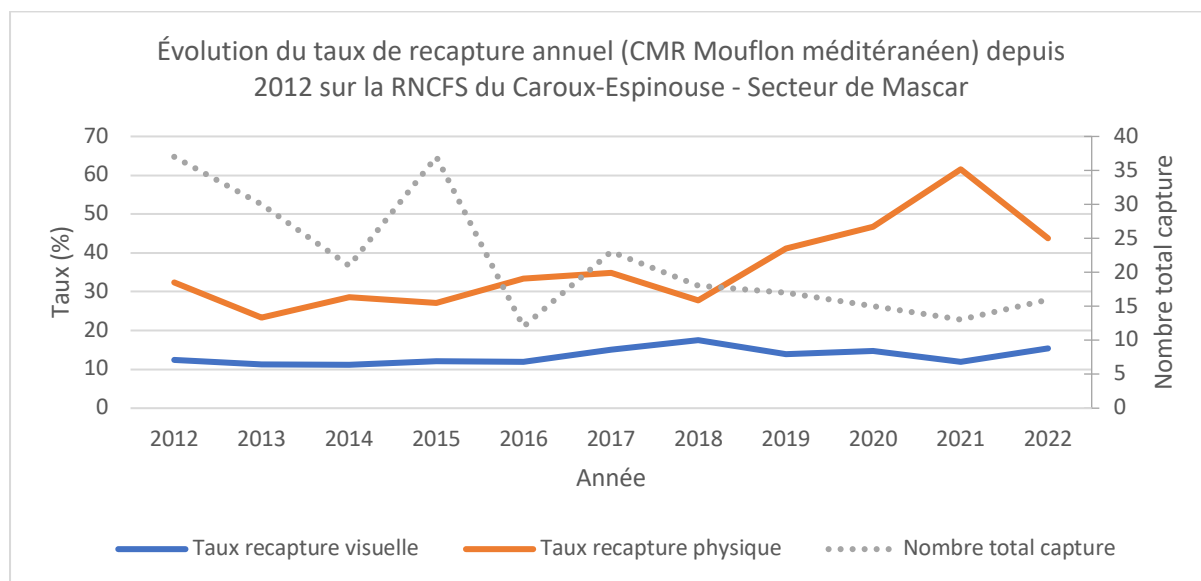


Figure 23 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur Mascar

La carte de chaleur (figure 25) nous montre que le taux de marquage semble être de moins en moins important des points d'observations Mascar 3 à 2 puis 1. Le graphique en courbe ci-dessous montre bien cette différence. Il faut donc équilibrer et augmenter les captures sur le secteur de Mascar 1.

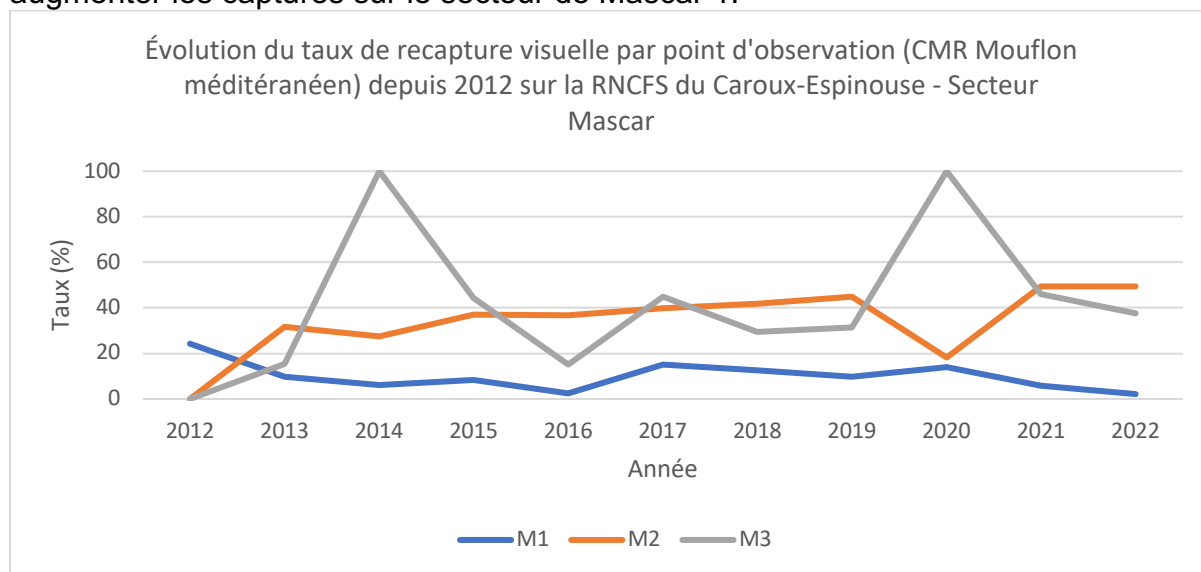
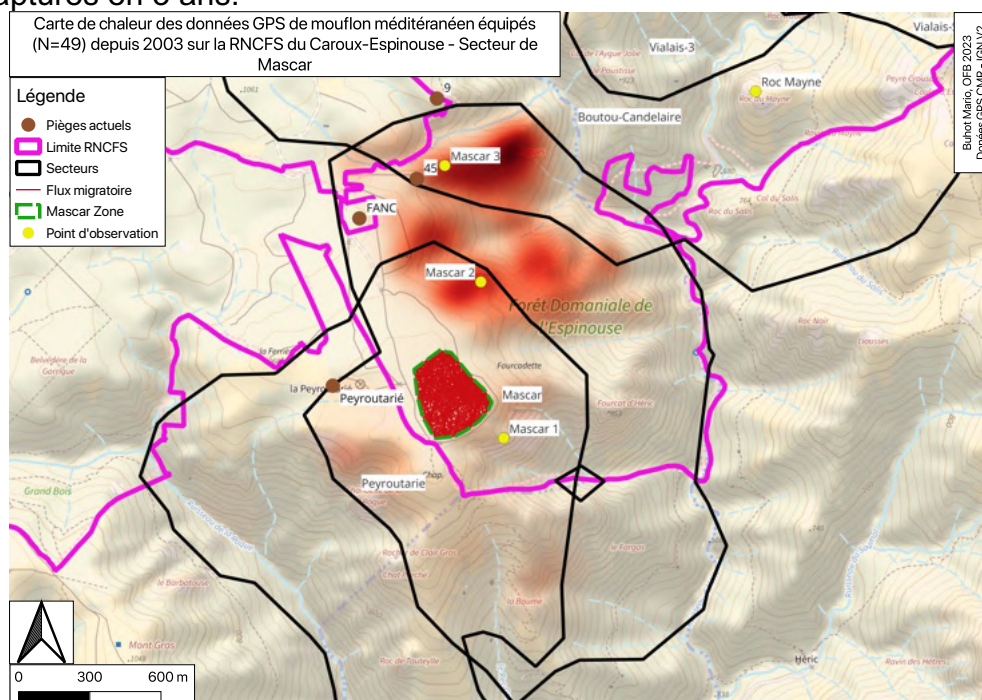


Figure 24 : graphique de l'évolution du taux de recapture visuelle par point depuis 2012 - secteur Mascar

Les années ayant 100% de recapture visuelle sur le point Mascar 3 sont dues à un nombre très faible (<3) individus observés sur le secteur de Mascar, la grande majorité des individus observés depuis ce point se trouvent en réalité sur les secteurs de Boutou-Candelaire et Vialais 3. En moyenne le point Mascar 3 reste tout de même au-dessus de Mascar 2 puis 1 en termes de recapture visuelle.

La carte de chaleur ci-dessous va donc être utile pour déterminer une zone adaptée à l'installation d'un filet tombant autour de Mascar 1. En effet avec le nombre

incertain d'animaux fréquentant ce secteur, il est plus sûr d'installer un filet tombant, de plus, une trappe (31) avait déjà été installée sur cette zone. Elle n'a réalisé que deux captures en 3 ans.



La zone entourée en vert (Mascar Zone sur la figure 25) est intéressante car elle est plate et forestière. Les alentours étant très abruptes, ce petit plateau sera le meilleur pour implanter un piège. De plus c'est une zone de passage fort comme le montre la cartographie ci-dessus. Une prospection sur le terrain a été effectuée pour repérer les sentes sur ce secteur. Une zone assez fréquentée a été trouvée. Un piège photo et une pierre à sel ont donc été installés.

Le résultat est moyennement convainquant en deux semaines (photo ci-dessous, heure et date erronés), 3 mouflons différents sont passés avec quelques jours d'intervalle.



Trois solutions peuvent être trouvés :

- La pierre à sel est trop récente et a été installée de manière trop tardive pour attirer beaucoup de mouflons (zone moins fréquentée que Caïssenols)
- La zone n'est pas assez fréquentée de manière générale
- La pierre à sel n'est pas assez visible à 360°

Avec le temps, la pierre à sel pourrait être plus efficace. Il serait donc intéressant d'installer un filet autour de cette zone, en attendant d'avoir un peu plus de recul pour confirmer (ou non) la zone choisie. D'autant plus que ce filet pourrait alimenter les secteurs de Mascar et Peyroutarié (chevauchement), la Peyroutarié étant aussi en déficit de marquage.

8. Secteur de la Peyroutarié

Les pièges situés sur le secteur de la Peyroutarié n'ont jamais vraiment été efficaces avec un maximum de 11 captures en 2012 comme le montre la figure 27. Celles-ci essentiellement grâce à la cage collective placée dans le domaine de la Peyroutarié (non loin de l'abri des chevaux). Le taux de recapture physique n'est donc pas interprétable sans prendre de risque (<30 captures par an). À partir de 2015, des observations ont été réalisées sur ce secteur en même temps que la dernière année de capture. En effet, la cage 22 collective (cage qui capturait le plus) a été neutralisée car les poulains récemment nés arrivaient à rentrer dans la cage et donc l'activaient. Les données de recapture visuelle sont assez fiables avec une moyenne de 51 observations par an, les années 2015, 2020 et 2021 sont en dessous de 30 observations, on se concentrera alors entre les années 2016 et 2019. On constate un taux de recapture visuelle autour de 9% grâce aux captures avant 2015. Les animaux capturés à cette époque se font aujourd'hui vieux, le taux chutera donc dans les années à venir. Quelques points de pourcentage pourraient rester car les pièges du secteur de Mascar alimentent quelque fois la Peyroutarié. C'est donc un secteur à développer. À savoir que si un piège est installé au-dessus de Mascar 1 il pourrait alimenter en animaux marqués la Peyroutarié.

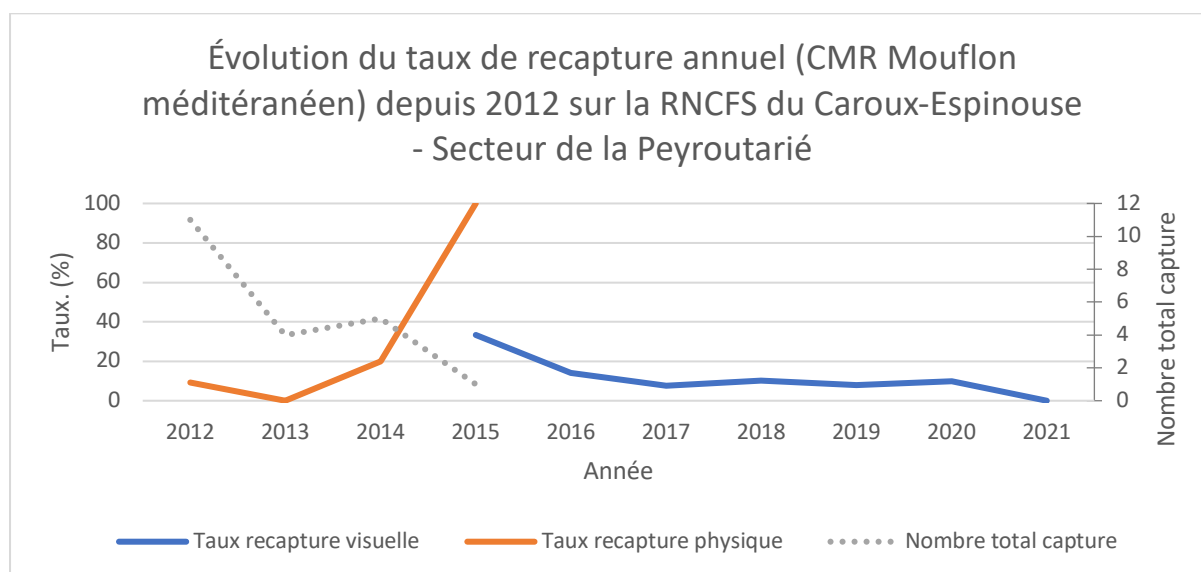


Figure 27 : graphique de l'évolution du taux de recapture annuel depuis 2012 - secteur de la Peyroutarié

Pour cela, la figure 28 ci-dessous est intéressante. Elle montre que la grande majorité du secteur sud se trouve en pente abrupte. Deux zones sont donc propices à l'installation d'un piège : la zone de plateau au-dessus de Mascar 2 et 1 (proposition déjà faite dans la partie du secteur de Mascar) ainsi que la zone de la Peyroutarié. Là où la cage 22 (cage collective) est déjà présente.

Tout d'abord la cage collective 22 pourrait être réactivée car les chevaux ne peuvent plus rentrer à l'intérieur. Cependant l'emplacement de la porte serait à déplacer, actuellement orientée à l'est (vers la maison de la Peyroutarié), il serait plus efficace de la déplacer à l'ouest (vers la forêt) qui est une zone de chaleur remarquable du secteur.

Pour consolider le nombre de capture de ce secteur, l'ajout d'un filet tombant serait très intéressant au niveau de la zone entourée en vert sur la carte (Peyroutarié zone qui est une zone d'alimentation), mais ce ne sera pas évident du fait de la présence des chevaux qui risquent d'être attirés par la pierre à sel. En effet, un point chaud assez important (zone de repos en pente) est présent au sud de cette zone. L'installation du filet en phase de transition (entre ces deux zones) serait encore plus intéressante mais l'accessibilité du secteur est trop mauvaise.

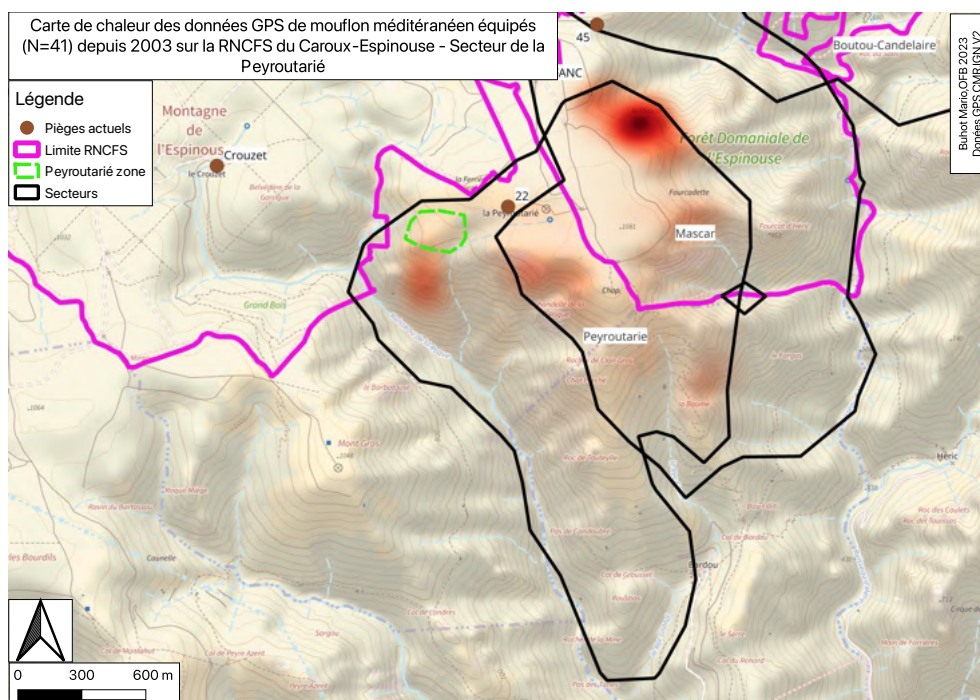


Figure 28 : carte de chaleur des données GPS de mouflon méditerranéen depuis 2003 - secteur de la Peyroutarié

9. Secteur du Crouzet

Le Crouzet est un secteur entièrement forestier qui n'a jamais été utilisé pour capturer, une cage avait été installée (trappe 37) mais n'a jamais capturé. Après une pose de piège photo au niveau de la maison forestière du Crouzet, un bon nombre d'individus avaient été observée. Une cage a donc été installée en 2022 (trappe Crouzet) mais n'a encore jamais capturé. Surement dû au fait que le nombre d'animaux présents sur la zone n'est pas très élevé, une cage est donc trop sélective pour capturer sur un secteur comme cela.

Des prospections sur le terrain sont donc à réaliser dans la zone entourée en noir pointillé sur la carte ci-dessous pour essayer de trouver des sentes utilisées et ainsi poser des pièges photos avec pierre à sel. Le reste du secteur étant trop abrupte. Un filet tombant sera la meilleure des solutions pour capturer, aucune donnée du nombre d'animaux présents sur le secteur n'étant connue.



IV. Discussion et conclusion

Cette étude s'est intéressée à une partie très importante du protocole de CMR utilisée sur la RNCFS du Caroux-Espinouse : son taux de marquage. La complexité de ce sujet ainsi que le stage plutôt court (4,5 mois) n'a pas permis de finaliser complètement ce rapport, des prospections de terrain sur les secteurs en déficit comme la Peyroutarié et le Crouzet sont encore nécessaires pour proposer des emplacements de pièges à installer. De plus, l'installation de pièges photos et de pierres à sel sont nécessaires avant toute installation d'un système de capture pour vérifier l'opérationnalité et la pertinence du choix des emplacements.

Cependant l'installation des pièges est un processus à long terme qui nécessite beaucoup de connaissances de la biologie de l'espèce, du temps agent ainsi que des tests prouvant l'attraction des sites choisis pour les mouflons. C'est pourquoi ce travail devra être complété par des expérimentations de terrain prochainement.

Finalement, cette étude a montré une pression de capture et d'observation plus importante sur les secteurs nord de la RNCFS qui influent donc sur le taux d'animaux marqués (autour de 20%). Les secteurs plus au sud sont moins suivis (hors Mascar) en raison de la complexité d'observation des mouflons sur ces secteurs boisés (pas de point d'observation) et du plus faible taux d'animaux marqués observables sur ces zones. C'est pourquoi cette étude est axée sur l'amélioration des taux de marquages par secteurs en mettant en avant ceux en déficit.

Le Crouzet est un secteur à étudier en raison de sa couverture forestière très importante. Il serait très intéressant de développer des suivis GPS sur cette zone pour l'instant intéressante non étudiée et qui a un profil très différent des autres secteurs (où les milieux sont à majorité ouverts, sauf pour le Mascar). Un suivi des implantations préconisées par pièges photos serait nécessaire pour choisir avec précision les emplacements de nouveaux systèmes de captures (cages et/ou filets tombants).

Le bon taux d'animaux marqués sur les secteurs nord pourrait être augmenté mais nécessiterait un temps agent trop conséquent. Les propositions de mise en place de nouveaux pièges sur ces secteurs serviront donc plutôt au remplacement progressif de certaines cages en bois se faisant vieilles (trappe 12, 9, 15, 11, 2, 1), afin de maintenir un taux de marquage et une efficacité de capture convenable. Bien évidemment si certains systèmes de captures sur ces secteurs perdaient de leur efficacité, de nouveaux emplacements pourraient alors également être étudiés.

V. Bibliographie

Auvray F (1983), *Recherche sur l'éco-éthologie du Mouflon (Ovis gmelini musimon S.) dans le massif du Caroux-Espinouse (Hérault) en vue de délimiter de nouveaux sites d'accueil*. Thèse de doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France.

Baudière A, 1970. *Recherches phytogéographiques sur la bordure méridionale du Massif central français (Les Monts de l'Espinouse)*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, France.

Begon M, Townsend CR, Harper JL, 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford, U.K.

Besnard A. & J.M. Salles, 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, pôle Natura 2000.

Bousquet S, 1999. Analyse historique de l'évolution de la végétation sur le Massif du Caroux-Espinouse. Rapport d'étude LIFE. Rapport technique, CEE, Montpellier.

Bowyer RT, Leslie DM, 1992. *Ovis dalli*. *Mammal Species*, 393: 1–7.

Corti R, Cugnasse JM, Dubray D, 1994. Le Mouflon méditerranéen (populations continentales) (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.). Rapport technique, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.

Cugnasse JM, Houssin H, 1993. Acclimatation du mouflon en France : la contribution des réserves de l'Office National de la Chasse. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 183 : 26–37.

Cugnasse J.M. & Garel M., 2003. - Suivi de l'abondance des populations d'Ongulées sauvages en montagne : l'exemple du Mouflon méditerranéen. *Faune sauvage*, 260 : 42-49.

Darthayette.X, 2018. Étude épidémiologique de la population de mouflon méditerranéen de la RNCFS du Caroux-Espinouse. Université de Pau et des Pays de l'Adour, 31p.

David A. PIKE, 2008. Estimating survival rates of uncatchable animals / the myth of high juvenile mortality in reptiles - *Ecology*

Derval.V, 2018. Suivi d'une population de Mouflons Méditerranéens (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp) par Capture – Marquage – Recapture. Université Bretagne-sud, 27p

Garel M, 2005. Conséquences de la chasse et des contraintes environnementales sur la démographie des populations d'ongulés. L'exemple du mouflon méditerranéen

(*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) en France et de l'élan (*Alces alces*) en Norvège. Thèse, Université Claude Bernard - Lyon I, 330p.

Marchand P, 2013. Déterminants spatio-temporels de la sélection de l'habitat chez le mouflon méditerranéen *Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp. Ecologie, Environnement. Thèse, Université de Grenoble, 275p.

Massol G, 1991. *Le Mouflon – Quel avenir pour les grands mammifères sauvages de montagne face à des activités humaines croissantes ?* Imprimerie Maraval, Saint-Pons- de-Thommières, France.

Petersen, C. G. J., 1896. The Yearly Immigration of Young Plaice into the Limfjord from the German Sea », *Report of the Danish Biological Station*, 6, 5–84.

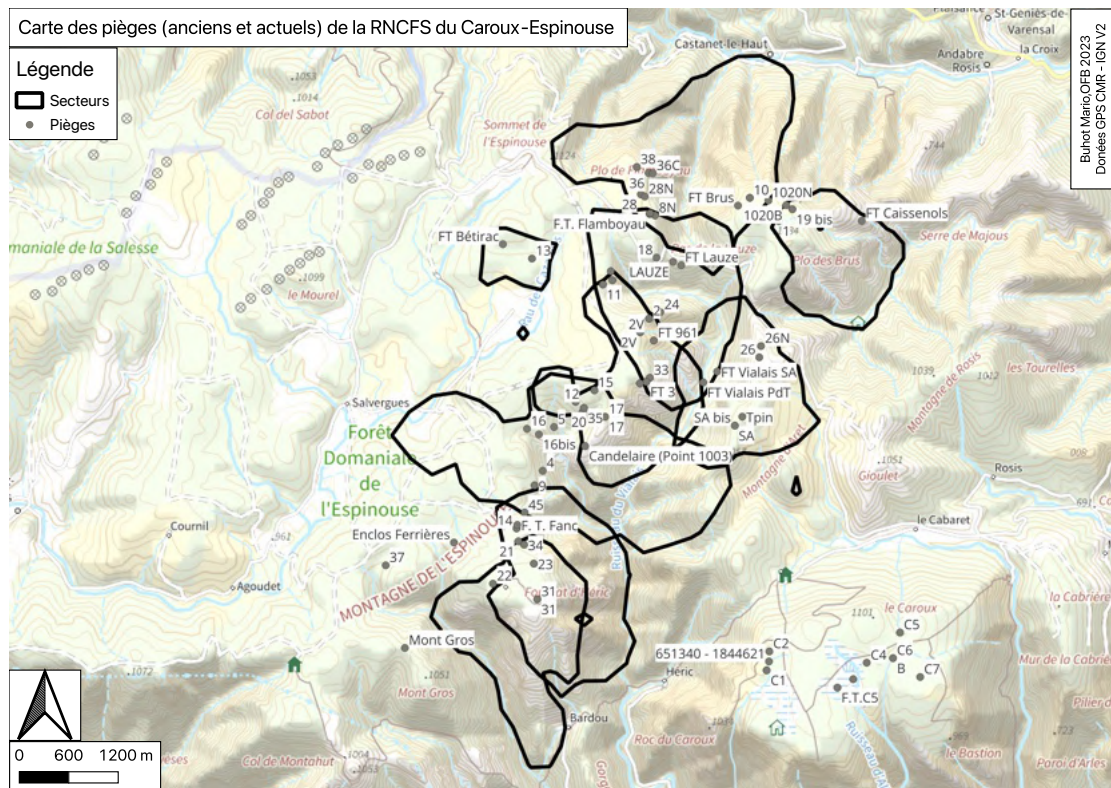
Petit.E, 2013. Phénologie des naissances chez le mouflon (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) de la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage du Caroux – Espinouse. Université Grenoble 1, Joseph Fournier, 18p.

Ralls K, 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. *The American Naturalist*, 111: 917–938.

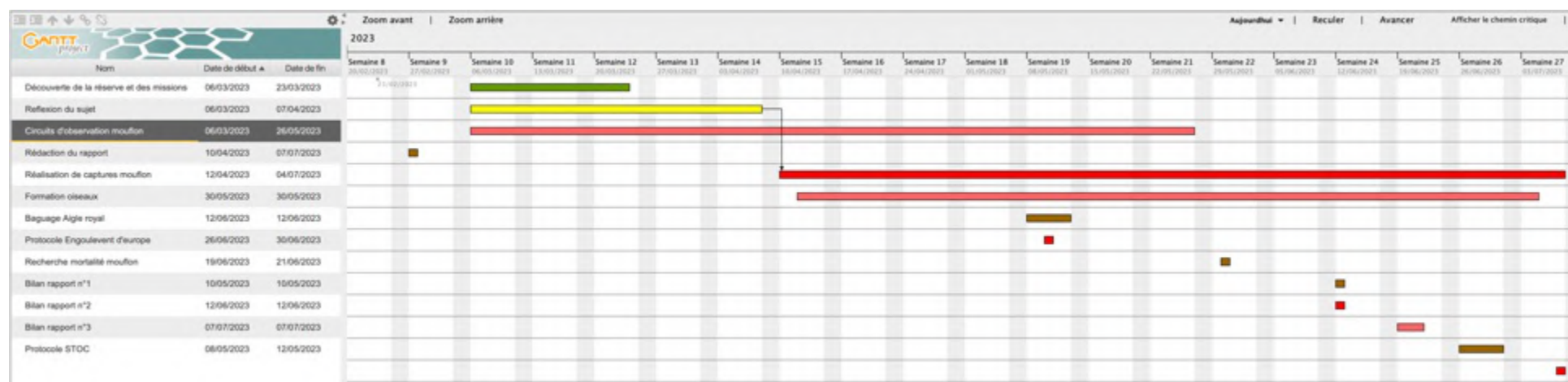
Seber, G. A. F. and Felton, R. 1981.- “Tag loss and the Petersen mark-recapture experiment,” *Biometrika*.

Waterlot S., Itty C., Hemery A., Bunz Y & Besnard A., 2022. Définition d'un protocole d'estimation de la survie adulte des Aigles royaux dans les Parcs Nationaux français à l'aide d'une approche génétique non-invasive

Annexe 1



Annexe 2 : rétroplanning des missions effectuées



Annexe 3 : tableau des tâches

Intervenants	Idée du sujet	Bibliographie	Données brutes	Mise en forme du rapport	Mise en place d'un script R	Réflexion sur les résultats	Rédaction
Principal	Itty.C	Itty.C	Itty.C	Itty.C	Marchand.P	Itty.C	Itty.C
Secondaire		Larue.M	Marchand.P	Larue.M	Itty.C		

Itty Christian
Larue Mélanie
Marchand Pascal