



HAL
open science

Utilisation de méthodes indiciaires pour le suivi de la dynamique de populations de grands carnivores : application à l'ours brun dans les Pyrénées Occidentales

Emmanuelle Legrand

► To cite this version:

Emmanuelle Legrand. Utilisation de méthodes indiciaires pour le suivi de la dynamique de populations de grands carnivores : application à l'ours brun dans les Pyrénées Occidentales. Médecine vétérinaire et santé animale. 2014. dumas-04548575

HAL Id: dumas-04548575

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04548575>

Submitted on 16 Apr 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.



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints> ID : 12120

To cite this version :

Legrand, Emmanuelle. *Utilisation de méthodes indiciaires pour le suivi de la dynamique de populations de grands carnivores : application à l'ours brun dans les Pyrénées Occidentales*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2014, 112 p.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

UTILISATION DE MÉTHODES INDICIAIRES POUR LE SUIVI DE LA DYNAMIQUE DE POPULATIONS DE GRANDS CARNIVORES : Application à l'Ours brun dans les Pyrénées Occidentales

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

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

par

LEGRAND Emmanuelle

Née, le 7 janvier 1989 à DUNKERQUE (59)

Directeur de thèse : M. Emmanuel LIENARD

JURY

PRESIDENT :

M. Gérard CAMPISTRON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEURS :

M. Emanuel LIENARD

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Philippe JACQUIET

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Jean-Yves QUENETTE

Chercheur à l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

**Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : M. Alain MILON

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*

- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*

- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*
- Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mlle **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
- Mme **PRADIER Sophie**, *Médecine interne des équidés*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
- Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
- M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS
--

- M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
- M. **DAHAN Julien**, *Médecine Interne*
- Mme **FERNANDEZ Laura**, *Pathologie de la reproduction*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*

Mis à jour le 01/09/2014.

**A Monsieur le Professeur Gérard CAMPISTRON,
Professeur des Universités
Praticien Hospitalier
Physiologie – Hématologie**

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre Jury de thèse.
Hommage respectueux.

**A Monsieur le Maître de Conférences Emmanuel LIENARD,
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Parasitologie et Maladies parasitaires**

Qui a permis que ce travail soit mené à bien.
Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance pour son aide et son soutien.

**A Monsieur le Professeur Philippe JACQUIET,
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Parasitologie et Maladies parasitaires**

Qui a si aimablement accepté de faire partie de ce Jury de thèse.
Qu'il trouve ici l'expression de toute notre gratitude.

**A Monsieur Pierre-Yves QUENETTE,
Chercheur à l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
Chef d'Equipe Ours**

Qui nous a permis de travailler sur ce sujet passionnant.

A mes parents,

Qui m'ont toujours soutenue et qui savent trouver les mots justes lorsqu'il le faut.

A mes deux sœurs,

Qui ont su être patientes ces huit dernières années lorsque je ne pouvais pas me libérer pour elles.

A ma famille, de cœur et de sang,

Qui, depuis toute petite, veille sur moi.

A mes amies d'enfance,

Qui m'ont vu, à cinq ans, déclarer que je voulais devenir vétérinaire et qui n'ont jamais douté de moi.

A Amélie,

Qui m'a vu douté et qui m'a aidé à y voir plus clair

A Adrien, Pierre-Paul, Pauline, Anthia, Amélie, Lucie, Anne-Sophie, Marie et Hélène,

Qui formaient un groupe de TD d'enfer.

A Hanae,

Qui est toujours là, quelles que soient les circonstances.

A Agathe et Julie,

Qui me font rire quand j'en ai le plus besoin.

Au groupe Mammifères de Nature Midi-Pyrénées,

Qui m'a vu faire mes premiers pas en Ecologie et Faune Sauvage.

A Norbert,

Qui m'a si gentiment emmené à la recherche de l'ours et qui m'a attendu dans les montées.

A l'Equipe Ours, plus particulièrement

à Jean-Jacques qui a retranscrit les données « papier » et m'a fourni les données brutes sous format exploitable,

à Pierre que j'ai pu accompagné à la recherche de l'ours,

à Jérôme qui m'a procuré la carte des itinéraires,

à Nicolas qui a relu cette thèse et m'a aidé dans l'exploitation des données

Table des matières

Introduction	1
Première partie : Utilisation de méthodes indiciaires pour le suivi de la dynamique de populations de grands carnivores	5
Chapitre 1 : Les principes généraux.....	6
1.1 Définition d'un indice	6
1.2 Qualités attendues	6
1.3 Indice Général	10
Chapitre 2 : Empreintes, fèces, poils.....	15
2.1 Principe général	15
2.2 Recommandations	18
2.3 Espèces concernées	20
2.4 Intérêts et limites	20
Chapitre 3 : Appâts	22
3.1 Principe général	22
3.2 Recommandations	23
3.3 Espèces ciblées par les études	24
3.4 Intérêts et limites	24
Chapitre 4 : La prédation sur le bétail	25
4.1 Principe général	25
4.2 Recommandations	25
4.3 Espèces ciblées par les études	26
4.4 Intérêts et limites	26
Chapitre 5 : Terriers et repaires	27
5.1 Principe général	27
5.2 Recommandations	28
5.3 Espèces ciblées par les études	28
5.4 Intérêts et limites	28
Chapitre 6 : Réponses vocales	28
6.1 Principe général	29
6.2 Recommandations	29
6.3 Espèces ciblées par les études	29
6.4 Intérêts et limites	30
Deuxième partie : L'Ours brun européen	31
Chapitre 1 : Eléments de biologie	32
1.1 Répartition géographique et statut légal.....	32

1.2 Biologie et écologie	38
Chapitre 2 : Les indices	42
2.1 Empreintes	42
2.2 Fèces	43
2.3 Poils	44
2.4 Griffades.....	46
2.5 Tanières et Repaires	47
2.6 Communication sonore.....	48
2.7 Indices d'activité alimentaire.....	49
Chapitre 3 : Prédation de l'ours sur les élevages : un impact négatif sur la conservation de l'ours.....	51
3.1 Conflits en Europe entre l'Homme et l'Ours.....	51
3.2 Causes profondes du conflit en France	54
3.3 Mesures de protection entreprises.....	60
Troisième partie : évaluation d'un protocole indiciaire de suivi des variations de taille de population de l'Ours brun dans les Pyrénées Occidentales	64
Chapitre 1 : Matériel et Méthode	65
1.1 Réseau Ours brun (R.O.B.)	65
1.2 Zone étudiée	66
1.3 Indices utilisés	68
1.4 Format de l'Indice Général	71
Chapitre 2 : Résultats	77
2.1 Effectif minimum.....	77
2.2 Indice général.....	79
Chapitre 3 : Discussion	84
3.1 Qualité de l'Indice Général	84
3.2 PR.O.B.abilité de détection.....	85
3.3 Sensibilité des Indices généraux	86
Conclusion	88
Bibliographie.....	90
Index	98
Annexes.....	104

Table des illustrations

Figure 1 : Répartition de l'Ours brun à travers le monde.....	33
Figure 2 : Répartition de l'Ours brun en Europe selon les différentes lignées phylogénétiques..	35
Figure 3 : Présence de l'Ours brun dans les Pyrénées.	36
Figure 4 : Aire de répartition de l'Ours brun dans les Pyrénées françaises entre 1979 et 1993.	38
Figure 5 : Cannellito, observé le 07 mai 2014 à 12h22 dans la commune d'ESTAING (65).	39
Figure 6 : Plantigradie : face plantaire du pied postérieur droit.....	42
Figure 7 : Empreintes de blaireau.....	43
Figure 8 : Fèces d'Ours brun.....	43
Figure 9 : Poils de jarre observés sur un itinéraire le 02.06.2014.	45
Figure 10 : Poils de bourre trouvés sur un itinéraire le 02.06.2014.....	46
Figure 11 : Traces de griffades et de morsure sur un itinéraire le 18.05.2014.	47
Figure 12 : Tanière ouverte ou "panier".	48
Figure 13 : Formule dentaire de l'Ours brun.	49
Figure 14 : Carte de la zone d'étude sur les Pyrénées françaises,	66
Figure 15 : Carte de localisation des itinéraires de prospections pédestres dans les Pyrénées françaises occidentales	68
Figure 16 : Poils de bourre observés le 18.05.2014 sur un itinéraire.....	69
Figure 17 : Grillage installé sur un arbre, le long d'un itinéraire (04.06.2014).....	70
Figure 18 : Poils de bourre capturés par un grillage observés le 02.06.2014 sur un itinéraire....	70
Figure 19 : Évolution de l'effectif minimum d'Ours brun estimé et détecté par le R.O.B. dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008.	77
Figure 20 : Effectif minimum et Indice Général IGx (observation uniquement des pistes) entre 1995 et 2008.	80
Figure 21 : Effectif minimum N et Indices Généraux IGx (observation des pistes uniquement) et IGy (observation de tous les types d'indices) entre 1995 et 2008.	81
Figure 22 : Intervalle moyen et extrêmes entre deux visites réalisées sur un itinéraire entre 1995 et 2008.	82
Figure 23 : Variation de l'Indice Général V_{IGx} en fonction de la variation de l'effectif minimum V_N	83
Figure 24 : Variations des indices généraux V_{IGx} et V_{IGy} en fonction des variations de l'effectif minimum V_N	84
Tableau I : Exemple de taux de pénétration utilisé lors de plusieurs études.....	12
Tableau II : Différentes vitesses de véhicule utilisées selon les auteurs.....	17
Tableau III : Nombre d'ourson par portée dans les Pyrénées entre 2009 et 2013.....	40
Tableau IV : Comparaison des dommages sur 2006-2013	55
Tableau V : Identité des ours présents dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008.....	78
Tableau VI : Caractéristiques des itinéraires de prospection pédestre	81

Introduction

Les carnivores exercent une fascination naturelle sur l'homme (MECH, 1996) qui se révèle ambivalente. Ces projections anthropomorphiques les associent à la fois à des symboles positifs de force et de courage (ÉTIENNE & LAUZET, 2009) et à des symboles négatifs de fourberie et de cruauté (HUET & DELFOUR, 2007). Tant admirés que redoutés, les grands carnivores peuvent parfois se nourrir de bétail domestique. Ceci est à l'origine généralement d'un conflit violent et historique avec l'homme. La chasse et la destruction systématiques de ces animaux ont débuté il y a 20 à 15 000 ans (HUET & DELFOUR, 2007). Si beaucoup de grands carnivores ont quasiment disparu, tous ont vu leur population fortement diminuer. Les populations de grands carnivores sont en déclin à travers le monde, et ce, souvent en raison des activités humaines (perte d'habitat et fragmentation, changement d'utilisation des paysages, politique initiative à la chasse, braconnage...) (GESE, 2001 ; PRUGH et al, 2009).

L'ordre des carnivores est constitué de mammifères le plus souvent carnassiers, charognards et parfois omnivores (LECOINTRE & LEGUYADER, 2001). Les canines sont développées en crocs longs et aigus, la dernière prémolaire supérieure et la première molaire inférieure sont transformées en dents carnassières coupantes. Les grands carnivores se définissent de par leur taille, supérieure au Renard roux, c'est à dire de plus de 35 à 40 cm au garrot, et un poids de plus de 15 kg (PRUGH et al, 2009). Ce groupe contient des espèces appartenant aux familles suivantes : canidés, mustélidés, hyénidés, félidés et ursidés (*liste non exhaustive des grands carnivores en annexe 1*).

La biologie de la conservation est un champ de recherche pluridisciplinaire et intégré qui s'est développé en réponse aux enjeux de préservation des espèces et des écosystèmes (PRIMACK, 2008). La disparition des carnivores d'un écosystème le désorganise complètement (LECOINTRE & LEGUYADER, 2001). Les grands carnivores participent à la régulation des espèces, notamment des petits carnivores et des grands ongulés.

Un des domaines d'action de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (U.I.C.N) depuis 1948 est la protection des écosystèmes et des espèces qui y sont associées (U.I.C.N., 2014). Pour ce faire, l'U.I.C.N. a défini une Liste rouge qui constitue un inventaire mondial de l'état de conservation des espèces végétales et animales. Elle s'appuie sur une série de critères scientifiques pour évaluer le risque

d'extinction des espèces auquel les grands carnivores sont tout particulièrement exposés. En effet, ils suivent un modèle évolutif K caractérisé notamment par une longue durée de vie, une maturité sexuelle tardive, des soins parentaux aux jeunes et un faible taux de reproduction (HUNTER & BARRETT, 2012) (*annexe 1*). Cette stratégie explique la forte préoccupation de la biologie de la conservation pour les grands carnivores (KINDBERG et al, 2011 ; PRIMACK, 2008) qui sont plus ou moins sensibles à tout bouleversement environnemental et à la perte de leurs milieux naturels. La biologie de la conservation comporte trois objectifs principaux (PRIMACK, 2008) :

- documenter la diversité biologique,
- étudier les impacts des activités humaines sur les espèces, les communautés et les écosystèmes,
- développer des approches pratiques pour prévenir l'extinction des espèces, maintenir la diversité génétique au sein des espèces, protéger et restaurer les communautés et les fonctions écosystémiques associées.

La connaissance de la dynamique d'une population est essentielle dans le cadre de la conservation d'une espèce pour les gestionnaires (BALDWIN et al, 2005 ; KINDBERG et al, 2011 ; PRIMACK, 2008 ; SARGEANT et al, 1998 ; SILVEIRA et al, 2003 ; SMALLWOOD & FITZUGH, 1995). En cas de conflit, il est toujours important de connaître le plus précisément possible la taille de la population locale à l'origine des nuisances perçues et mais également globale. Ceci est primordial afin de pouvoir proposer des mesures de gestion les plus adaptées possibles en accord avec les activités humaines et afin de minimiser l'impact sur la pérennité de l'espèce impliquée.

Une population est formée par l'ensemble des individus de la même espèce qui occupent un espace déterminé à un moment donné (DAJOZ, 1974). La dynamique de populations étudie au point de vue quantitatif les variations d'abondance des populations et les facteurs qui en sont responsables.

La taille réelle d'une population n'est jamais connue dans la plupart des cas ; le plus souvent, elle est donc estimée par échantillonnage. Deux types d'abondance peuvent être déterminés :

- l'abondance relative est le nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus de toutes espèces confondues.

- l'abondance absolue qui est le nombre total d'individus dans une population donnée par unité de surface ou de volume

L'abondance est estimée soit par comptage direct des individus soit à partir d'indices de présence de l'espèce étudiée (par exemple, les empreintes). En répétant les échantillonnages dans le temps, les indices d'abondance et les estimations de l'abondance permettent de surveiller l'évolution d'une population (GESE, 2001).

Les méthodes directes permettent de déduire une abondance absolue. Les plus fréquemment utilisées sont la Capture - Marquage – Recapture (CMR) et les méthodes de transect linéaire (BALDWIN et al, 2005). Les mesures directes sont très fiables mais présentent plusieurs inconvénients. Par exemple, les colliers GSM ou GPS ont une durée de vie limitée. La recapture est lourde du point de vue technique et très onéreuse. Lors de la capture d'un grand carnivore, le manipulateur prend des risques si un faux geste est réalisé et les individus capturés peuvent être blessés ; une mauvaise contention peut amener à euthanasier un animal dangereux ou l'animal peut mourir au cours d'une anesthésie générale par exemple. De plus, les méthodes directes sont difficilement applicables sur les grands carnivores terrestres car ce sont, en général, des espèces difficiles à observer par leurs mœurs discrètes, nocturnes et souvent solitaires, évoluant dans un habitat fréquemment dense en végétation (GESE, 2001).

Lorsque les méthodes directes ne sont pas possibles (grande superficie des zones de présence, forte couverture végétale, mode d'occupation de l'espace, densité ponctuelle, instantanée, surcoût, dangerosité...) ou que l'impact d'une étude sur des populations déjà fragilisées doit être diminué, il est alors possible d'utiliser des méthodes indiciaires de suivi. Ces méthodes indirectes permettent, sans passer par l'évaluation de la taille de la population, de connaître la dynamique d'une population. L'objectif principal d'un suivi est de connaître l'état de conservation d'une espèce (MARBOUTIN et al, 2013 ; SILVEIRA et al, 2003), c'est pour cela qu'il est primordial d'évaluer la variation de taille d'une population (critères U.I.C.N. et Directive Habitat Faune Flore). Les méthodes indirectes permettant l'évaluation de la dynamique de populations de grands carnivores sont nombreuses, des principes généraux ont été arrêtés.

L'Ours brun *Ursus arctos*, le Lynx boréal *Lynx lynx* et le Loup gris *Canis lupus* sont les trois grands carnivores présents actuellement sur le territoire français. Ces trois espèces ont disparu de toutes les régions à haute activité humaine au cours des XVIII^e et XIX^e siècles (BREITENMOSER, 1998). Le Lynx boréal, réparti partout en France au XV^e siècle, est aperçu pour la dernière fois en 1917 dans les Pyrénées (date

de la dernière capture réalisée dans les Pyrénées Orientales) (FERUS, 2007a). Le Loup gris, après avoir disparu de France dans les années 1930, est réapparu 60 ans plus tard dans les Alpes du Sud (FERUS, 2007b). Le loup gris et le Lynx boréal évoluent à faible densité sur de très grandes superficies, ce qui explique l'existence d'un suivi indirect par recueil des indices de présence (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D., 2008).

L'Ours brun est la seule espèce de grands carnivores qui n'ait jamais disparu de la région Midi-Pyrénées. Malgré la disparition de l'habitat (déboisement) et la destruction massive d'ours (chasse, braconnage, poison), la population pyrénéenne a survécu notamment grâce à des introductions d'individus slovènes dans les années 1990 et 2000 (FERUS, 2014). La dynamique de la population d'ours pyrénéens est suivie depuis 1984 grâce à des méthodes directes et indirectes par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (O.N.C.F.S.).

Bien que le suivi indirect s'avère être moins onéreux et techniquement moins lourd, la possibilité d'une utilisation exclusive de méthodes indirectes pour le suivi de l'Ours brun n'a pas été testée dans les Pyrénées.

Dans une première partie, nous détaillerons les principes généraux d'utilisation des méthodes indiciaires. Pour chaque type d'indice de présence, il est possible d'établir des recommandations d'utilisation et leur degré d'intérêt dans le suivi de la dynamique de population des grands carnivores.

Dans une deuxième partie, nous nous intéresserons à l'Ours brun européen. L'intérêt de la Biologie de la Conservation et de l'U.I.C.N. pour l'Ours s'explique par l'état de conservation de cette espèce et par sa biologie. La connaissance des différents indices de présence d'ours améliore la compréhension des protocoles de suivi et évite les confusions avec d'autres espèces.

Dans une troisième partie, nous appliquerons l'ensemble de ces connaissances à l'étude d'un des protocoles utilisés par l'Office de la Chasse et de la Faune Sauvage (O.N.C.F.S.) pour le suivi de la population d'Ours brun dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008 afin d'évaluer la sensibilité des méthodes indiciaires aux variations de taille des populations d'Ours brun dans les Pyrénées occidentales. L'objectif est d'évaluer la possibilité de substitution de ces dernières à l'observation directe mais onéreuse.

Première partie : Utilisation de méthodes indiciaires pour le suivi de la dynamique de populations de grands carnivores

La majorité des espèces de mammifères sont très discrètes. Certaines espèces sont nocturnes mais pour d'autres, le pic d'activité principal se situe dans les premières et dernières heures du jour, c'est-à-dire à l'aube et au crépuscule. En pleine journée, il est donc peu fréquent d'observer de manière directe un mammifère en milieu naturel. Les lieux de vies des animaux étudiés peuvent être difficiles d'accès : abrupts, escarpés, enneigés... Par ailleurs, soumis à une forte pression de chasse, les carnivores évitent particulièrement l'homme, ce qui rend leur observation directe d'autant plus difficile. Un affût nécessite de l'expérience et un long temps de préparation, souvent plusieurs heures d'attente, immobile, avant de pouvoir observer un individu. La capture, coûteuse, présente un risque de mortalité non négligeable par blessures ou stress notamment pour l'animal et, lorsqu'il s'agit de grandes espèces, un risque pour l'opérateur. Pour un observateur averti, de nombreux indices sont à disposition dans la nature afin de détecter les mammifères sauvages qui laissent de nombreux indices de leur passage.

Quand une espèce protégée est concernée, il est important de ne pas porter atteinte à l'effectif de la population. L'observation des traces laissées par les carnivores est une méthode non invasive et fortement privilégiée lors du suivi d'espèces sensibles.

Pour ces différentes raisons, les indices laissés par les animaux, les empreintes prises dans la boue ou la neige, les coulées ou pistes, les laissées, les poils, sont particulièrement recherchés car riches d'enseignement.

Chapitre 1 : Les principes généraux

L'utilisation des indices de présence afin de suivre la population de grands carnivores s'est faite de plus en plus prégnante ces dernières années. Des principes généraux de l'utilisation des indices comme indice de la dynamique des populations de grand carnivore ont été définis (GESE, 2001 ; BALDWIN et al, 2005).

1.1 Définition d'un indice

Un indice est un signe qui révèle l'existence d'une chose. Les indices de présence révèlent le passage d'animaux dans leur habitat.

Les indices sont des preuves indirectes de la présence des animaux (CHOATE et al, 2006). Ces indices de présence de mammifères sont très nombreux. Toutefois, suivre une population nécessite une méthode reproductible d'échantillonnage (PRIMACK, 2008). Cette condition *sine qua non* permet de réduire la liste des indices possibles de suivi (GESE, 2001) :

- les appâts,
- les fèces,
- les empreintes,
- les tanières et terriers,
- les réponses vocales,
- la prédation sur le bétail.

Toutes les méthodes de suivi de grands carnivores sont généralement associées à une précision et une exactitude relativement faibles lorsqu'elles sont utilisées seules (CHOATE et al, 2006 ; GERVASI et al, 2012 ; GOMPPER et al, 2006 ; LINNELL et al, 2007). Afin d'améliorer la qualité des résultats, il est possible de combiner les données obtenues par la collecte de différents types d'indices. Par exemple, le suivi du Lynx boréal *Lynx lynx* dans le Jura Suisse est réalisé grâce à l'ensemble des données recueillies suite aux observations directes (cadavres, individus capturés ou tués, photographies, observations *de visu*) et indirectes (empreintes, proies tuées, fèces, poils, vocalises) (CAPT, 2007).

1.2 Qualités attendues

Une méthode indiciaire est utile à condition de posséder certaines caractéristiques (BALDWIN et al, 2005). Ces caractéristiques doivent permettre d'obtenir une technique capable de détecter les variations de taille d'une population avec un certain

degré d'exactitude, de précision et de puissance (GESE, 2004). Le suivi d'une petite population menacée d'extinction requiert une haute précision de l'indice utilisé (GERVASI et al, 2012). Une méthode puissante permet de détecter une variation de la population donnée (par exemple, une diminution de 20 %) grâce à un faible effort d'échantillonnage. La variance mesure la dispersion des résultats obtenus lors du protocole. Si la variance est faible, l'indice choisi est précis. La variance d'un indice ne détermine pas pour autant le degré d'exactitude.

1.2.1 Applicabilité

La méthode indiciaire doit être pratique à appliquer (BALDWIN et al, 2005). L'applicabilité d'une méthode est un facteur principal de choix. Lors d'un comptage des empreintes sur la neige fraîche, une équipe de chercheurs s'est basée sur des transects de 3 km car il s'est avéré que 3 km était la longueur maximale qu'il était raisonnable de demander à des volontaires de parcourir en ski (LINNELL et al, 2007). Le temps nécessaire à la récolte des données sur un transect est pris en compte : SMALLWOOD et FITZUGH (1995) ont choisi une longueur de transects permettant d'en parcourir trois en une même journée. Ces deux exemples démontrent qu'il est nécessaire d'élaborer un protocole réalisable et applicable par les observateurs. Ainsi, les procédures et concepts utilisés pour enregistrer les données doivent être facilement compréhensibles, ce qui encouragera plus d'observations et donc une meilleure précision.

La standardisation des méthodes et protocoles utilisés est très importante lorsque les relevés d'indices sont réalisés par des observateurs nombreux ou dans des zones aux abondances variables (SMALLWOOD & FITZUGH, 1995).

Le risque de confusion entre espèces doit être faible.

Les méthodes présentant un minimum d'inconvénients sont plus facilement acceptées par les propriétaires de terres et les gestionnaires.

L'applicabilité d'une méthode donnée à une espèce donnée dépend de la densité et des types de déplacements de l'espèce en question. Elle dépend aussi de la configuration de l'habitat dans l'aire étudiée (LINNELL et al, 2007). Par exemple, même si cela peut paraître trivial, le comptage des empreintes n'est pas applicable à une étude en terrain rocheux.

1.2.2 Sensibilité

L'indice choisi doit être sensible aux variations de la taille de population de l'espèce étudiée (BALDWIN et al, 2005). Généralement, il est considéré qu'une variation d'au moins 20% de la taille de la population doit pouvoir être détectée.

Comme cela est développé dans le chapitre 5, les terriers ne sont pas un indice pertinent de l'abondance pour les espèces vivant en groupe dans un terrier (GESE, 2001). Le nombre d'individus peut en effet, dans ce cas, être très variable. Il n'est pas possible de fixer *a priori* le nombre d'adultes vivant dans un terrier.

Le nombre d'indices récolté n'est pas seulement dépendant du nombre d'individus mais aussi du niveau d'activité des animaux sur la période de temps considérée (SCHAUSTER et al, 2002).

1.2.3 Précision et estimation de la variance

La capacité d'un indice à détecter statistiquement les différences de taille d'une population augmente avec sa précision (BALDWIN et al, 2005). Lors de l'application d'un protocole, la précision des indices choisis est considérée comme de la plus haute importance.

Un transect est une ligne imaginaire le long de laquelle un ou plusieurs indices sont cherchés. La détection des empreintes le long d'un transect peut constituer un indice de faible précision ; pour contrer cela, il faut alors augmenter l'effort d'échantillonnage en augmentant le nombre de transects ou en allongeant ceux-ci si l'espèce possède un grand domaine vital (GESE, 2001).

1.2.4 Autres caractéristiques utiles

Un même protocole peut permettre de surveiller plusieurs espèces à la fois, ce qui réduira le coût total des recherches ainsi que l'effort nécessaire (BALDWIN et al, 2005 ; LINNELL et al, 2007).

Une procédure peut aussi autoriser le recueil de plusieurs types d'information de l'espèce étudiée, autre qu'un indice d'abondance (BALDWIN et al, 2005). Par exemple, lorsqu'un transect est parcouru à pied, il est possible de s'intéresser en même temps au nombre d'empreintes et de fèces d'une seule et même espèce. Ce genre de procédure est recherché car l'utilisation d'une seule technique ne semble

pas idéale pour surveiller des carnivores (CHOATE et al, 2006 ; GERVASI et al, 2012 ; GOMPPER et al, 2006 ; LINNELL et al, 2007).

Ainsi, un protocole permettant de surveiller au même moment, de la même façon, une espèce donnée dans plusieurs zones et sur plusieurs années est plus intéressant (LINHART & KNOWLTON, 1975) puisque cela réduit le coût de l'étude et augmente sa sensibilité.

Lorsque l'étude fait appel au public, celui-ci est beaucoup plus enthousiaste à collecter les informations dans les premières années de colonisation de l'espèce. Ces premières années, les indices de présence sont plutôt rares. Par la suite, les observations deviennent fréquentes, plus banales, le public se lasse et diminue alors sa participation (LINNELL et al, 2007). Toutefois, il est possible d'installer une tradition de bénévolat et la participation du public permet de faire perdurer le dispositif d'observation et de suivi. La création d'un groupe « Swiss Lynx Concept » en 2002 dans le Nord des montagnes jurassiennes suisses a permis d'améliorer le suivi du lynx *Lynx lynx* et la qualité des observations par la formation des membres du groupe (CAPT, 2007). Plus d'observations opportunistes ont été enregistrées car les membres du groupe ont agi comme contacts régionaux avec les habitants et des liens de confiance ont été créés (CAPT, 2007). La participation de bénévoles permet de baisser de façon effective le coût d'une étude (LINNELL et al, 2007).

Lors du recours au bénévolat, il est possible d'organiser un suivi systématique et un suivi opportuniste, comme cela a été réalisé dans les Pyrénées dans le cadre du suivi de l'Ours brun *Ursus arctos*. Le suivi opportuniste consiste en la validation des indices relevés par tous les randonneurs (professionnels, promeneurs, bergers-éleveurs, chasseurs, pêcheurs, naturalistes) sans aucun plan d'échantillonnage (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2012a). Le suivi systématique consiste en des visites répétées et les indices sont récoltés sur des dispositifs placés de façon uniforme sur la zone d'étude (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2012a). Le suivi systématique permet d'obtenir moins de données mais de meilleure qualité conduisant à une meilleure estimation de l'effectif de la population (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2012a).

1.3 Indice Général

L'Indice Général IG reflète l'abondance de l'espèce étudiée dans la zone étudiée (BALDWIN et al, 2005). Cet IG est calculé à partir des mesures effectuées sur les stations d'observations lors des visites prévues par le protocole (BALDWIN et al, 2005). Il est très important de pouvoir exploiter de façon rigoureuse les indices utilisés. L'ensemble des paramètres - le(s) site(s) d'observations, la durée et la fréquence d'observation, les mesures réalisées, la structure des données et les procédures d'analyse pour calculer l'indice - sont donc définis dans ce sens (BALDWIN et al, 2005).

1.3.1 Définition de l'Indice Général

Lors de chaque visite réalisée sur une station, le nombre d'indices (fèces ou empreintes par exemple) est relevé.

L'Indice Général est calculé à partir de chaque mesure réalisée sur chacun des transects lors des visites (BALDWIN et al, 2005).

$$IG = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d \frac{1}{S_j} \sum_{i=1}^{S_j} X_{ij}$$

avec : - d le nombre de visites réalisées,

- $j \in \llbracket 1 : d \rrbracket$

- S_j le nombre d'itinéraires visités lors de la visite j

- $S_j < S$, S le nombre total d'itinéraires inclus dans le protocole

- $i \in \llbracket 1 : S_j \rrbracket$

- X_{ij} la mesure réalisée lors de la visite j sur l'itinéraire i

La mesure réalisée X_{ij} est exprimée en nombre absolu d'indices observés lors de la visite ou en nombre relatif d'indices observés par rapport à la longueur du transect visité. Par exemple, sur le transect " $i = 1$ " de 3 kilomètres de long, deux fèces ont été observées lors de la visite " $j = 1$ ". X_{ij} est alors calculé selon deux formules :

$$X(i = 1 ; j = 1) = 2 \text{ fèces}$$

$$\text{ou } X(i = 1 ; j = 1) = \frac{2 \text{ fèces}}{3 \text{ km}} = 0,67 \text{ fèces/km}$$

Le calcul de l'Indice Général est détaillé pour l'année 1998 dans le cadre du suivi de l'Ours dans les Pyrénées Occidentales (*Partie 3, Chapitre 2, 2.2 Indice Général et Annexe 5*).

1.3.2 L'implantation des stations d'observation

Une **station d'observation** est tout lieu d'identification d'indices (poils, empreintes, fèces...) qu'il s'agisse d'un point, d'une ligne (transect) ou d'une aire.

Les stations d'observation doivent être installées sur l'ensemble de la zone à surveiller. Cette répartition doit permettre à la fois (BALDWIN et al, 2005) :

- d'être efficace. Le but est de pouvoir observer tout changement de taille dans la population suivie supérieur à un niveau préalablement fixé. Le plus souvent, il est souhaité de pouvoir mettre en évidence une chute ou une augmentation d'au moins 20% de la taille de la population.
- d'éviter de biaiser l'analyse et de l'interprétation des résultats. La répartition des stations doit être choisie de façon à être homogène à l'intérieur de la zone et à représenter chaque type d'habitat.

L'effort d'échantillonnage est représenté par la densité de stations établies dans la zone. L'indice de pénétration évalue l'effort d'échantillonnage, c'est le taux mesurant la couverture de la zone par la méthode indiciaire utilisée. Par exemple, dans le cas où les stations sont sous forme de lignes (transects), le taux de pénétration est le rapport du nombre de kilomètres parcourus par les observateurs sur la surface en kilomètres carrés de la zone étudiée.

$$\text{Taux de pénétration} = \frac{1 \text{ km de transect}}{x \text{ km}^2 \text{ de la zone étudiée}}$$

Selon les études, le taux de pénétration est plus ou moins élevé (*Tableau I*).

Tableau I : Exemple de taux de pénétration utilisé lors de plusieurs études.

Références	Indice	Espèce	Taux de pénétration
THORN et al 2010	Fèces et Pistes	Hyène brune <i>Parahyaena brunnea</i> , Chackal à chabraque <i>Canis mesomelas</i> , Léopard <i>Panthera pardus</i> , Caracal <i>Caracal caracal</i> , Serval <i>Leptailurus serval</i>	$> \frac{1 \text{ km}}{5 \text{ km}^2}$ c'est-à-dire > 0,2 km /km ²
LINNELL et al 2007	Pistes	Lynx boréal <i>Lynx lynx</i>	$\frac{1 \text{ km}}{13 \text{ km}^2}$ c'est-à-dire 0,08 km /km ²
STANDER 1998	Pistes	Léopard <i>Panthera pardus</i>	$\frac{1 \text{ km}}{1,8 \text{ km}^2}$ c'est-à-dire 0,56 km /km ²

Par exemple, lors de transects le long de routes, le taux de pénétration est défini à l'aide de la longueur des routes et de leur nombre (STANDER, 1998).

L'emplacement des stations doit prendre en compte le comportement de l'espèce étudiée : les stations sont placées là où elles traversent le plus vraisemblablement les activités habituelles de l'animal visé (BALDWIN et al, 2005). Par exemple, les transects seront placés sur les corridors utilisés habituellement par l'espèce pour se déplacer (GOMPPER et al, 2006). Les indices interceptés par ces transects sont très utiles car ils reflètent la densité réelle (LINNELL et al, 2007). En choisissant de façon délibérée de placer les transects le long de corridors, la probabilité de détection augmente significativement. Une étude a été menée à ce sujet en Norvège (LINNELL et al, 2007). L'espèce cible, le Lynx boréal, *Lynx lynx*, a été surveillée *via* des pistes dans la neige dans un habitat composé de forêt boréale exploitée de façon intensive parsemée de cultures. Les transects ont été placés afin d'optimiser la probabilité qu'un lynx traverse un transect s'il passe dans la zone. La probabilité de détecter un lynx qui était présent dans la zone (données GPS) était significativement plus grande sur un schéma de lignes choisies que sur un échantillon de transects placés totalement au hasard. Ces résultats pourraient être applicables à d'autres espèces vivant sur

d'autres substrats comme la terre humide et dans d'autres habitats. Toutefois, l'extrapolation doit être réalisée avec précaution car la neige est un support bien plus sensible que la plupart des autres substrats.

Enfin, les transects choisis de façon délibérée ont une très bonne puissance et ils détectent très bien les déclinés de population (LINNELL et al, 2007).

Toutefois, dans un habitat uniforme, l'utilisation des chemins par les carnivores est aléatoire, donc dans un tel milieu, l'échantillonnage peut être fixé de façon totalement aléatoire (STANDER, 1998).

Si différents types d'habitat sont présents dans la zone, alors les stations doivent être choisies de façon à représenter ceux-ci (stratification de l'échantillonnage) (BALDWIN et al, 2005). Les chemins choisis doivent représenter l'ensemble de l'aire (KENDALL et al, 1992). Le choix délibéré de stations mène parfois à préférer une zone. Par exemple, dans l'étude sur les lynx mentionnée ci-dessus, les vallées avaient été choisies de façon préférentielle pour placer les transects (LINNELL et al, 2007) mais l'équipe a dû placer certains transects en zone d'altitude (dénivelé compris entre 200 et 900 m).

L'indice d'omniprésence IP mesure la répartition géographique des stations les unes par rapport aux autres (BALDWIN et al, 2005). L'IP est défini mathématiquement (BALDWIN et al, 2005) comme :

$$IP = \frac{\sum \frac{w1}{w2}}{n}$$

avec : - n le nombre de stations,

- $w1$ la distance au carré entre la station et celle la plus proche,

- $w2$ la distance au carré entre cette station la plus proche et la station la plus proche de celle-ci (2^e station la plus proche).

Lors d'un échantillonnage entièrement aléatoire, $IP = 1$. Si les stations sont trop concentrées alors $IP > 1$.

L'homogénéité des stations est importante.

Si plusieurs indices sont observés dans une même aire au cours du temps, alors les mêmes stations seront choisies pour tous les indices (BALDWIN et al, 2005).

Chaque station est éloignée des autres par la même distance et est observée durant un même laps de temps (BALDWIN et al, 2005). Les stations doivent aussi

avoir les mêmes dimensions sous peine de diminuer la puissance de la méthode utilisée (KENDALL et al, 1992). La variabilité entre les transects affecte la puissance : plus les segments sont semblables, plus la méthode sera puissante (KENDALL et al, 1992).

1.3.3 Fréquence et régularité des visites

Les stations doivent être vues plus d'une fois au cours d'une session d'échantillonnage à cause de l'activité variable des animaux ; cela veut dire qu'il y aura plusieurs jours d'observation ou bien des observations sur plusieurs périodes différentes (GESE, 2001 ; SMALLWOOD & FITZUGH, 1995). La puissance peut être augmentée en multipliant le nombre de suivi à l'intérieur d'une année (KENDALL et al, 1992). Plus une période de surveillance est longue, plus la probabilité de détecter une espèce (si celle-ci est présente) augmente (GOMPPER et al, 2006).

Le temps écoulé entre chaque observation doit rester constant (GESE, 2001).

Sur le long terme, les transects de dépôt de fèces doivent se situer sur les mêmes routes et être observés à la même période de l'année. De façon générale, il faut tenir compte des changements saisonniers, de comportement, et des facteurs temporels et spatiaux (GESE, 2001). Accumuler les données sur plusieurs années augmente la puissance de détection d'une variation et réduit l'influence des fluctuations annuelles (KENDALL et al, 1992).

Plus les données s'accumulent avant le moment de l'observation, plus la puissance de l'indice augmente (KENDALL et al, 1992). Par exemple, dans les mêmes conditions météorologiques, les fèces se préservent plus longtemps que les empreintes. Lors d'une visite réalisée une fois par semaine, toutes les fèces, accumulées pendant la semaine, sont observées tandis que les empreintes déposées plusieurs jours avant la visite ne seront pas trouvées car elles auront été effacées par la pluie ou le passage de véhicules. Dans un tel protocole, sept jours de dépôt de fèces sont observés tandis que seulement deux ou trois jours de dépôt d'empreintes sont observés par semaine.

Le choix des stations et des jours pour les observations est parfois lié à la survenue d'événements fortuits qui nécessitent d'avancer ou de retarder la date de visite (météorologie, passage de vaches sur une piste d'empreintes...). Les stations observées et les jours choisis ne sont donc pas indépendants l'un de l'autre (BALDWIN et al, 2005).

1.3.4 Mesures non binaires

Les résultats peuvent être exprimés de deux façons différentes.

Il est possible de s'intéresser au nombre d'indices récoltés. Le résultat est alors exprimé en nombre absolu d'indices ou en nombre d'indices rapporté au nombre de kilomètres parcourus (dans le cas de transects).

Lors de l'utilisation d'un système binaire, seuls sont pris en compte l'absence ou la présence d'indices et non plus leur densité. Ces mesures binaires, de type absence-présence, sont à éviter car elles permettent par la suite une moins bonne exploitation des données (BALDWIN et al, 2005), il y a une perte d'informations.

Le protocole nécessite une réflexion importante afin de pouvoir au mieux exploiter les données d'une part, et afin d'augmenter la probabilité de détection d'autre part. Un des éléments-clés du protocole est le choix de (ou des) indice(s) utilisé(s).

Chapitre 2 : Empreintes, fèces, poils

Les empreintes et les fèces sont les indices trouvés le plus facilement dans la nature, et donc les plus utilisés. Les poils, plus difficiles à trouver, sont aussi plus difficiles à identifier : leur utilisation dans les études a donc été limitée.

2.1 Principe général

2.1.1 Empreintes

Le comptage des empreintes nécessite un substrat adéquat (lit de rivière, neige, sable de plage, poussière, boue...) sur lequel les empreintes peuvent s'accumuler passivement (LINNELL et al, 2007 ; SILVEIRA et al, 2003). Les empreintes peuvent être repérées sur un sol préalablement travaillé pour cela ou non mais la préparation du substrat peut parfois être longue et doubler le temps de présence sur le terrain (SMALLWOOD & FITZUGH, 1995). Les empreintes peuvent être détectées sur une ou deux périodes représentatives par an (par exemple, période sèche et période des pluies (THORN et al, 2010)). La neige est un excellent substrat pour recueillir les empreintes à condition d'être observées rapidement après les précipitations, entre un et trois jours (GESE, 2001 ; LINNELL et al, 2007). Parfois, la neige est le seul substrat

disponible dans certaines régions comme le centre de la Norvège en hiver (LINNELL et al, 2007).

Plusieurs méthodes existent pour détecter les empreintes sur le sol. En Amérique du Nord, la détection des empreintes se déroule généralement à bord d'un véhicule avec au moins deux personnes regardant deux mètres de large de chaque côté de la route (SMALLWOOD & FITZUGH, 1995 ; SILVEIRA et al, 2003 ; STANDER, 1998 ; THORN et al, 2010 ; THORN et al, 2011) mais cela peut aussi être effectué à pied ou en scooter des neiges (CHOATE et al, 2006). Différentes vitesses peuvent être utilisées lors de l'utilisation d'un véhicule à moteur (*Tableau II*).

Une fréquence d'empreintes et une densité d'empreintes peuvent être définies par (STANDER, 1998) :

- *Densité d'empreintes* =
$$\frac{\text{nombre d'empreintes individuelles}}{100 \text{ km}}$$
- *Fréquence d'empreintes* =
$$\frac{\text{nombre de kilomètres étudiés}}{\text{nombre d'empreintes observées}}$$

Un système binaire est envisageable pour chaque segment : 1 si le segment contient au moins une empreinte, 0 sinon. L'indice de l'abondance est alors défini comme la proportion de segments positifs (LINNELL et al, 2007 ; THORN et al, 2010).

Tableau II : Différentes vitesses de véhicule utilisées selon les auteurs

Références	Vitesse du véhicule	Longueur des transects	Indice de pénétration	Espèces
CHOATE et al 2006	8 km.h ⁻¹	8 ou 16 km	<i>non donné</i>	Puma <i>Puma concolor</i>
LINNELL et al 2007	<i>non donné</i>	3 km	$> \frac{1 \text{ km}}{12,7 \text{ km}^2}$ c'est-à-dire 0,08 km/km ²	Lynx boréal <i>Lynx lynx</i>
SILVEIRA et al 2003	20 km.h ⁻¹	<i>non donné</i>	<i>non donné</i>	Puma <i>Puma concolor</i> Léopard <i>Panthera pardus</i>
SMALLWOOD & FITZUGH 1995	5 à 8 km.h ⁻¹ ou 10 à 15 km.h ⁻¹ selon la topo-graphie	11,3 km	$> \frac{3 * 11,3 \text{ km}}{50 \text{ km}^2}$ c'est-à-dire 0,68 km/km ²	Puma <i>Puma concolor</i>
STANDER 1998	20 km.h ⁻¹	1 km	$> \frac{1 \text{ km}}{1,8 \text{ km}^2}$ c'est-à-dire 0,6 km/km ²	Tigre <i>Panthera tigris</i> Puma <i>Puma concolor</i> Léopard <i>Panthera pardus</i> Lion <i>Panthera leo</i>
THORN et al 2010	10 à 15 km.h ⁻¹	1 km	$> \frac{1 \text{ km}}{5 \text{ km}^2}$ c'est-à-dire > 0,2 km/km ²	Hyène brune <i>Parahyaena brunnea</i> Léopard <i>Panthera pardus</i> Lynx du désert <i>Carcacal caracal</i> Serval <i>Leptailurus (Felis) serval</i>

2.1.2 Fèces

Pour cette méthode, le nombre de fèces déposés le long d'un transect est compté. Elles sont souvent positionnées le long d'une route (GESE, 2001) ou d'un chemin. Toutes les matières fécales présentes doivent être éliminées après leur observation afin de nettoyer le transect ; la visite suivante aura lieu deux semaines plus tard (GESE, 2001).

L'indice est exprimé comme suit :

- *Indice = nombre de fèces/transect/14 jours*

ou

- *Indice = nombre de fèces/kilomètre/jour*

Il est aussi possible d'envisager un système binaire pour chaque segment : 1 si le segment contient au moins une selle, 0 sinon. L'indice de l'abondance est alors défini comme la proportion de segments positifs (KENDALL et al, 1992).

2.1.3 Poils

Les poils sont déposés lors du passage des animaux près de branches ou de barbelés ou lorsque les individus se frottent contre un arbre, comme l'ours.

Les appâts visent à optimiser le dépôt des poils sur les dispositifs de récolte installés (barbelés, grillages) plutôt que sur les supports naturels de marquage (tas de bois, souches...).

2.2 Recommandations

2.2.1 Empreintes

Les erreurs d'identification des empreintes sont possibles : il faut veiller aux compétences des observateurs et porter attention aux risques de confusion entre espèces (GESE, 2001).

La méthode des empreintes peut avoir une faible puissance de détection de la dynamique de population (GESE, 2001). La probabilité de détection des empreintes augmente avec le nombre de nuits passées après la tombée de la neige (et ce jusqu'à cinq nuits) (LINNELL et al, 2007). Toutefois, pour des raisons pratiques, les empreintes seront toujours comptées au deuxième ou troisième jour.

Il ne faut pas hésiter à augmenter la précision d'une telle méthode en augmentant le nombre de transects ou en allongeant les transects s'il s'agit d'une espèce avec un grand domaine vital (GESE, 2001). Augmenter la pénétration de la méthode permet de diminuer la variation de l'indice (LINNELL et al, 2007).

En cas de neige, il convient de prendre en compte la consistance de celle-ci, la profondeur, la température ainsi que la période de l'année (GESE, 2001). La taille des empreintes est un des critères utilisés pour la détermination de l'espèce. Selon la consistance du substrat (neige ou boue), l'animal s'enfonce plus ou moins : sur une neige profonde, les traces seront plus grandes.

Exclure d'une étude les zones situées dans un désert peut être conseillé car le sable sec et grossier masque certains détails des empreintes, ce qui complique leur identification (SMALLWOOD & FITZUGH, 1995). Si les zones de désert sont utilisées, elles doivent être analysées séparément.

2.2.2 Fèces

Les fèces peuvent être difficiles à identifier ; l'analyse A.D.N. peut permettre d'être sûr de l'appartenance d'une laissée à une espèce et augmente donc l'exactitude (GOMPPER et al, 2006). Une densité importante de passage des voitures le long des routes choisies peut altérer la visibilité des fèces sur un transect (GESE, 2001).

Pour les études à long terme (suivi de plusieurs années), les transects de fèces doivent se situer sur les mêmes routes et être observés à la même période de l'année du fait des éventuels changements de proies et de digestibilité de la nourriture (KENDALL et al, 1992 ; GESE, 2001).

Il est possible d'utiliser un chien renifleur de fèces pour les suivis non basés sur l'étude de transects (GOMPPER et al, 2006).

2.2.3 Poils

Les poils sont récoltés à l'aide de grillages sur des arbres, positionnés au nombre d'un grillage par maille de 25 km² par exemple (GERVASI et al, 2012).

La technique de récolte des poils d'ours utilisée dans les Apennines (Italie) est la suivante (GERVASI et al, 2012) : 25 à 30 mètres de barbelé positionnés autour de quatre à sept gros arbres, au centre desquels des pierres, des branches couvertes de mousses ont été empilées avec cinq à six litres de sang rance et de poisson comme appâts. Les poils ont été récoltés en fin de saison.

2.3 Espèces concernées

2.3.1 Empreintes

La méthode des empreintes (GESE, 2001) donne une bonne précision pour le Loup gris, *Canis lupus*, avec une technique répétable, efficace, raisonnablement exacte et relativement peu coûteuse.

L'utilisation de routes comme transects pour les grandes espèces de félidés convient bien puisque les individus marchent souvent le long de routes et de rails (SMALLWOOD & FITZUGH, 1995).

Pour les espèces actives en hiver, le comptage des empreintes sur la neige est sûrement la méthode avec la plus haute probabilité de détection (en peu de temps) (GOMPPER et al, 2006). Celle-ci a d'ailleurs été utilisée sur le Lynx boréal (LINNEL et al, 2007) et le Puma (CHOATE et al, 2006).

2.3.2 Fèces

Le repérage des fèces le long d'un transect est corrélé avec les résultats de la technique de Capture – Marquage - Recapture (CMR) utilisant la méthode de marquage radioisotope des fèces comme cela a été expérimenté sur le Coyote *Canis latrans* (GESE, 2001).

Selon GESE (2001), le taux de dépôt des fèces le long d'un transect prédéterminé a été utilisé pour des canidés dont le Coyote et le Loup gris et pour des Ursidés.

2.3.3 Poils

La récolte de poils est réalisée pour l'Ours brun *Ursus arctos* (GERVASI et al, 2012 ; O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2012a) et le Lynx boréal (MARBOUTIN et al, 2004).

Cette technique est souvent utilisée pour les analyses génétiques non invasives (identification des individus, protocoles de Capture-Marquage-Recapture).

2.4 Intérêts et limites

La méthode des empreintes est souvent utilisée comme étant très simple et peu coûteuse (CHOATE et al, 2006 ; GESE 2001 ; KENDALL et al, 1992 ; SILVEIRA et al, 2003). L'utilisation de ces indices est facile à répéter (KENDALL et al, 1992). De plus,

cette méthode ne nécessite pas d'équipements ou d'installations trop techniques (THORN et al, 2010). Cette méthode est plus précise, plus efficace pour détecter les individus, moins coûteuse et moins demandeuse d'effort que les méthodes utilisant les réponses vocales et les détections par des phares (THORN et al, 2010).

L'observation des empreintes permet de déterminer quelle espèce est présente. Toutefois, des confusions entre plusieurs espèces sont possibles (GESE, 2004). Par exemple, les empreintes de Lynx boréal *Lynx lynx* en Norvège (LINNELL et al, 2007) peuvent être confondues avec des empreintes de Glouton *Gulo gulo*, de Renard roux *Vulpes vulpes*, de Lièvre variable *Lepus timidus* ou de Chien domestique *Canis familiaris*. Dans une autre étude, 15 % des empreintes relevées ont été considérées comme ne pouvant être attribuées à une espèce précise (THORN et al, 2010). Les poils sont souvent difficilement identifiables spécifiquement par examen à l'œil nu : l'utilisation de la loupe binoculaire et du microscope est souvent nécessaire afin d'observer la structure de la médulla et le dessin des cellules qui forment la cuticule (SAVOURE-SOUBELET, 2013).

L'utilisation des fèces et empreintes comme indice ne permet pas de détecter une faible variation annuelle de taille de population mais peut révéler les tendances au long-terme (KENDALL et al, 1992 ; STANDER, 1998 ; CHOATE et al, 2006). En France, le suivi du Lynx boréal est réalisé par périodes triennales. Le lynx est considéré comme une espèce très discrète et les données sont regroupées tous les trois ans afin d'estimer la variation des indices (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D., 2008).

La possibilité de détecter des variations de taille dans la population dépend de la densité de celle-ci : si la densité est trop faible alors la probabilité de détection des individus est faible elle aussi, si la densité est trop élevée alors les empreintes de différents animaux sont difficiles à distinguer les unes des autres (THORN et al, 2010).

Certaines questions pratiques sont à considérer à propos de la neige (GOMPPER et al, 2006). La neige peut être de bonne qualité seulement en quelques endroits ou sur quelques jours. Observer tous les sites le même jour permet de limiter l'influence des conditions météorologiques.

Les empreintes et les fèces sont très utilisées car généralement faciles à détecter. Certaines méthodes comme l'analyse A.D.N. permettent d'augmenter la fiabilité de l'identification de l'espèce à l'origine de ces indices. Les empreintes et/ou les fèces

peuvent être employées en les combinant avec d'autres techniques qui permettent alors d'accroître la probabilité de détection comme les appâts.

Chapitre 3 : Appâts

L'utilisation d'un appât a pour but d'attirer un animal donné. Généralement, l'appât utilisé est constitué de nourriture adaptée au régime alimentaire de l'animal étudié ou d'une essence d'odeur connue pour attirer cette espèce.

3.1 Principe général

La mise en place d'appâts est un des protocoles les plus communément utilisés en Amérique du Nord (GESE, 2001).

Un appât, par exemple des œufs fermentés, de l'urine de coyote (LINHART & KNOWLTON, 1975) ou bien de l'huile de maquereau, est placé au centre d'une aire d'environ un mètre de diamètre (GESE, 2001 ; LINHART & KNOWLTON, 1975) ; le sol est lissé, la terre ou le sable sont tamisés afin de pouvoir imprimer les empreintes des animaux de passage. L'appât attire l'animal au centre de la zone. Ensuite, les traces sont identifiées comme appartenant à telle ou telle espèce. Le diamètre de l'aire est agrandi de 0,5 m par rapport à la foulée si la foulée moyenne est supérieure à un mètre. C'est le cas du Coyote où le diamètre est de 1,5 m (CHOATE et al, 2006). L'appât peut être placé à un pouce du sol pour le coyote (LINHART & KNOWLTON, 1975).

Les stations sont placées à un intervalle prédéterminé par rapport à l'éthologie de l'espèce : les stations seront proches pour des espèces qui ont de petits territoires (GESE, 2001). Ces stations sont placées le long de route ou de coulées. Dix à cinquante stations, placées tous les 300 à 500 mètres sur chaque transect de 25 km, visitées quotidiennement pendant 3 à 5 jours ont été utilisées pour le suivi du Coyote (LINHART & KNOWLTON, 1975 ; ROUGHTON & SWEENEY, 1982 ; SARGEANT et al, 2003).

Les stations sont visitées trois ou quatre nuits consécutives afin d'enregistrer les empreintes. L'aire de recueil des empreintes est lissée chaque nuit, à la fin de la visite. La fréquence des visites par des individus de l'espèce visée est utilisée comme indice d'abondance (GESE, 2001). Dans cet indice d'abondance, seules sont prises

en compte les stations opérables (GESE, 2004) c'est-à-dire non perturbées par le vent, la pluie ou les véhicules.

L'indice utilisé est le suivant (LINHART & KNOWLTON, 1975 ; SARGEANT et al, 1998) :

- $$\text{Indice "station"} = \frac{\text{nombre de visites animales}}{\text{nombre de nuits où la station a été observée}} * 1000$$

ou

- $$\text{Indice "transect"} = \frac{\text{nombre de transects positifs}}{\text{nombre total de transects}}$$

L'indice « transect » permettrait d'obtenir des données plus fiables (SARGEANT et al, 1998).

3.2 Recommandations

Dans l'interprétation du nombre de visites, il convient de prêter attention aux changements saisonniers et au fait qu'un même animal peut visiter plusieurs sites : cela peut perturber les corrélations (GESE, 2001). Les stations séparées de moins de deux kilomètres sont visitées par les mêmes individus, quelle que soit l'espèce étudiée (SARGEANT et al, 1998). L'utilisation d'un système binaire – la station a été visitée ou non par l'espèce cible (0 : pas de visite et 1 : ≥ 1 visite) – permet de diminuer le biais dû aux visites individuelles multiples (SARGEANT et al, 1998 ; SARGEANT et al, 2003).

Comme cela a été précisé dans le chapitre précédent, les empreintes doivent être faciles à identifier (GESE, 2001).

Les intempéries effacent les traces situées sur un sol non protégé ; la météorologie est donc importante à considérer (GESE, 2001). Pour diminuer l'impact des vents changeant, les stations peuvent être placées de façon alternative à droite et à gauche des routes (LINHART & KNOWLTON, 1975).

Le substrat utilisé au sol doit être préparé avec attention (SCHAUSTER et al, 2002 ; ROUGHTON & SWEENEY, 1982) : il est préconisé de mettre en place des revoirs (SCHAUSTER et al, 2002). Cela consiste en la mise en place de sable humide ou de terre fine sur le sol de la station d'observation. Les revoirs permettent d'observer des empreintes bien moulées. Ils doivent être lissés après chaque visite (LINHART & KNOWLTON, 1975).

Il est important de choisir des stations correctement localisées (SCHAUSTER et al, 2002). En effet, des stations peu ou difficilement accessibles par les observateurs seront moins souvent visitées qu'initialement prévues.

3.3 Espèces ciblées par les études

Choisir l'espèce cible revient à choisir le type d'appât utilisé. L'Ours brun est fortement attiré par la présence d'essence de térébenthine. Le Coyote est légèrement plus attiré par l'urine de coyote que par les œufs fermentés (LINHART & KNOWLTON, 1975). Des tests de terrain préliminaires doivent être menés afin de déterminer le meilleur appât pour les espèces choisies (ROUGHTON & SWEENEY, 1982).

La méthode des appâts a été utilisée sur des canidés, des félidés et des ursidés (GESE, 2001 ; SARGEANT et al, 1998).

C'est la méthode la plus communément utilisée sur les canidés (GESE, 2004). L'utilisation d'acides gras essentiels est recommandée pour attirer les canidés (SARGEANT et al, 1982).

3.4 Intérêts et limites

Cette méthode accumule les indices dans le temps, contrairement par exemple au taux de réponse vocale lors d'un stimulus audio (GESE, 2001).

La mise en pratique de cette méthode représente un coût modeste et la surveillance des stations peut être réalisée par une seule personne à la fois (SARGEANT et al, 1998 ; SCHAUSTER et al, 2002). Le nombre de stations nécessaires à obtenir un indice fiable pour une espèce peu abondante est tel (parfois une centaine de stations) que cela peut augmenter le coût de la technique de façon significative (SARGEANT et al, 1998).

Cette méthode reflèterait la dynamique des populations sur le long terme (SARGEANT et al, 1998).

Pour chaque espèce, il faut trouver des appâts qui attirent les individus de l'espèce visée. Une équipe a ainsi passé deux ans de suivi sur le Puma sans succès avec 3 types d'appâts : l'urine de Lynx roux, l'extrait d'herbe-aux-chats, les acides gras (CHOATE et al, 2006). Les animaux peuvent être méfiants vis à vis des appâts qui représentent une nouveauté dans leur environnement (GESE, 2001).

Les variations saisonnières ainsi que les visites sur plusieurs stations par un seul animal peuvent contribuer à invalider les corrélations établies entre l'abondance et la fréquence des visites (GESE, 2001).

Une fois les appâts déposés, les indices relevés sont les empreintes, les fèces et/ou les poils. Il s'agit donc d'une combinaison de techniques, ce qui explique l'utilisation de cette méthode qui présente le plus souvent une bonne probabilité de détection. Ce n'est pas le cas de tous les indices, et certains, comme la fréquence de prédation sur le bétail et les terriers, sont ainsi délaissés.

Chapitre 4 : La prédation sur le bétail

La conservation des grands carnivores requiert le partage des terres entre le bétail et la vie sauvage (BRECK et al, 2011). La prédation peut avoir lieu sur le bétail. La déforestation et l'augmentation du nombre de troupeaux domestiques dans certains pays d'Europe sont entrées en compétition avec les ongulés sauvages. Les grands carnivores ont, depuis le XIX^e siècle, augmenté leur prélèvement sur le bétail (BREITENMOSER, 1998).

4.1 Principe général

Selon une croyance assez répandue, il existerait une corrélation entre la fréquence de prédation sur le bétail et l'abondance de l'espèce de grand carnivore incriminée (GESE, 2004). Elle n'a jamais été démontrée à notre connaissance (GESE, 2001).

4.2 Recommandations

Les déclarations pour demande d'indemnisation peuvent être une source d'information pour le comptage des bêtes touchées et l'estimation des dégâts causés.

Des transects peuvent être parcourus à la recherche de carcasses de moutons ou de bovins (BRUSCINO, 1989 ; LINDZEY & WILBUR, 1989).

Lorsqu'une carcasse est trouvée, il est intéressant de rechercher des signes des prédateurs (fèces, empreintes, poils, morsures...) (BRUSCINO, 1989).

Il est préférable de recourir à un (ou des) spécialiste(s) pour confirmer la cause de la mort quand une prédation sur le bétail est suspectée (BRECK et al, 2011).

4.3 Espèces ciblées par les études

Tous les grands carnivores sont susceptibles de créer des dégâts sur les troupeaux.

Dans le Jura suisse, les dégâts sur troupeaux dus au lynx *Lynx lynx* sont rares et irréguliers dans le temps (CAPT, 2007) : il s'agit donc d'un indice peu précis et probablement inexact des variations de cette population.

4.4 Intérêts et limites

Il existe de grandes variations du nombre d'attaques dues à (GESE, 2001) :

- la densité du bétail, la démographie du bétail, l'espèce de bétail et la conduite d'élevage

Par exemple, la prédation par le Lion des montagnes *Puma concolor* est plus importante sur les veaux lorsque ceux-ci naissent sur le territoire des Pumas (LINDZEY & WILBUR, 1989).

Il est fréquent que le Lion des montagnes tue plus d'un mouton à la fois (BRUSCINO, 1989).

- le type d'habitat

Il existe une relation entre l'habitat occupé par les moutons et leur vulnérabilité aux attaques du Lion des montagnes (BRUSCINO, 1989) : les attaques sont plus nombreuses dans un milieu plus couvert en végétation.

- les techniques pastorales
- l'environnement.

Les variations d'intensité de surveillance du bétail dans les différentes zones de présence des prédateurs influent sur le taux de détection du nombre de bêtes tuées par les prédateurs et retrouvées par les éleveurs (BRECK et al, 2011).

Il est parfois difficile de différencier une attaque de prédateurs d'une attaque de chiens errant ou divagant. Lors de doute, la prédation est généralement imputée aux animaux sauvages. Le nombre de déclaration et le nombre d'animaux domestiques attaqués peuvent ne pas être en adéquation.

Il est possible, en théorie, d'imputer spécifiquement une attaque sur le bétail domestique. Lors d'une plainte pour prédation, il convient de vérifier s'il s'agit bien

d'une attaque : la présence d'hématomes et de morsures va en ce sens. La taille des morsures et la localisation de celles-ci permettent de s'orienter vers telle ou telle espèce prédatrice. Les chiens domestiques ont tendance à mordre aux niveaux des membres. Le Loup gris égorge. L'Ours brun attaque sur le dos des brebis et sur l'arrière du crâne (hématomes sur la nuque, le crâne ou le rachis). Toutefois, l'identification de l'espèce responsable des dégâts est souvent difficile en pratique : ainsi, par exemple, certains chiens égorgent leurs proies, le bétail peut s'égarer dans les estives suite à une attaque et il n'est plus possible alors d'imputer cette dernière à une espèce précise...

Les espèces vivant en meute consomment plus rapidement les carcasses ; celles-ci seraient plus difficiles à trouver, ce qui diminuerait le taux de détection des bêtes tuées (BRECK et al, 2011).

La fréquence des plaintes sur la prédation est un indice accessible mais il semble difficile d'utilisation car la corrélation entre la fréquence des plaintes et l'abondance des prédateurs n'a pas été démontrée d'une part et car l'identification de l'espèce responsable peut être le sujet de tensions entre les autorités compétentes et les éleveurs.

Chapitre 5 : Terriers et repaires

Un terrier est un abri ou gîte que certains animaux creusent dans le sol. Un repaire est un lieu ou abri qui sert de refuge aux animaux sauvages.

5.1 Principe général

La surveillance des terriers ou repaires peut être aérienne (surveillance par hélicoptère) ou terrestre (GESE, 2001). Celle-ci s'effectue le long de transects. Pour cette technique, il faut :

- un habitat ouvert avec une faible couverture végétale : ceci est la clé de réussite de cette méthode ;
- un carnivore faisant des tanières visibles et voyantes (GESE, 2001).

La surveillance est effectuée le long d'un transect. L'indice utilisé est la densité de terriers. Celle-ci est calculée à partir de la distance perpendiculaire entre le transect et le terrier (GESE, 2004).

5.2 Recommandations

Il faut trouver des terriers actifs (GESE, 2001). Tous les terriers ne sont pas occupés par les animaux. Un terrier de mammifère est actif lorsque les entrées sont bien dégagées. Des empreintes et des griffades à l'entrée du terrier laissent penser que celui-ci est occupé. La présence de traces ou de fèces aident à déterminer à quelle espèce appartient un terrier (GESE, 2004).

5.3 Espèces ciblées par les études

Les terriers et repaires ont été utilisés pour suivre les populations de différentes espèces de renards (*Alopex lagopus*, *Vulpes macrotis* et *Vulpes vulpes*) et du Blaireau américain (*Taxidea taxus*) (GESE, 2001). A notre connaissance, aucune étude ne permet d'appliquer cette technique aux grands carnivores.

Cette technique n'est sûrement pas valable pour le Coyote et le Loup car quelle que soit la taille de la meute car il n'y a qu'un seul terrier pour élever les petits.

5.4 Intérêts et limites

La surveillance aérienne coûte très cher ; la surveillance terrestre est laborieuse et demande beaucoup de temps (GESE, 2001). Le nombre de terrier indiquerait plus le nombre d'unité sociale (la meute) que le nombre d'individus (GESE, 2001).

Les terriers, bien que peu étudiés, ne semblent pas pouvoir être utilisés comme indice de suivi de la dynamique de populations de grands carnivores.

Les réponses vocales constituent le dernier indice pouvant être utilisé pour un suivi.

Chapitre 6 : Réponses vocales

L'émission de sons par les mammifères est appelée vocalise. Chez certaines espèces, les vocalises s'intensifient durant le rut : c'est le cas du brame du Cerf. Les espèces sociales utilisent les vocalises pour signaler un danger ou une proie.

6.1 Principe général

Le suivi des réponses vocales commence par l'utilisation d'un leurre audio ; celui-ci peut se composer de vocalises enregistrées comme les cris d'un sanglier (THORN et al, 2010) ou d'imitations par l'homme. Souvent, les observateurs voyagent le long de routes et s'arrêtent à des intervalles prédéterminés. Pour chaque point, le leurre audio est émis puis les observateurs attendent un laps de temps préalablement défini, enregistrent les éventuelles réponses et observent les animaux répondant puis changent de point (GESE, 2001). Ces leures sont utilisés généralement le soir, par exemple entre 19 heures et minuit (THORN et al, 2010).

Selon les espèces, l'indice utilisé est le taux de réponse par des individus de l'espèce cible déterminé soit par le nombre de réponses entendues (vocalises), soit par le nombre d'individus venant vers le leurre. Les animaux qui répondent au leurre sont identifiés visuellement lorsqu'ils s'approchent assez près de l'observateur.

Le suivi est à effectuer sur plusieurs nuits (GESE, 2004).

6.2 Recommandations

Pour améliorer l'exactitude, la surveillance doit être intensive dans l'aire souhaitée selon Fuller et Sampson (1988) (cité par GESE, 2001). L'aire étudiée est égale à πr^2 , r étant la plus grande distance à laquelle un individu a été entendu. Selon une étude d'Obutu et Dublin (1998) au Kenya (cité par GESE, 2001) et une étude menée en Afrique du Sud (THORN et al, 2010), 20% de l'aire doit être échantillonnée pour avoir une estimation fiable concernant les hyènes et le Lion *Panthera leo*.

Le choix du leurre doit se faire avec précaution. Les animaux ne doivent pas y être habitués ou présenter une aversion (THORN et al, 2010). De plus, le leurre doit être assez attrayant. Les cris de proies sont souvent utilisés pour attirer les carnivores.

6.3 Espèces ciblées par les études

Les espèces pouvant être suivies avec cette méthode sont les carnivores sociaux utilisant des vocalises de longue portée (GESE, 2001) comme le Coyote, le Loup, le Lion et les hyènes.

Les espèces charognardes sont difficilement attirables puisque les cris de proies ne sont pas utilisables (THORN et al, 2010).

6.4 Intérêts et limites

Seulement 8% des individus répondant au leurre s'approchent suffisamment pour être identifiés comme appartenant à telle ou telle espèce (THORN et al, 2010).

Cette méthode présente une mauvaise précision et une faible probabilité de détection des individus : elle est considérée comme non utilisable (THORN et al, 2010).

Le protocole choisi pour le suivi de la dynamique de population de grands carnivores doit amener à l'utilisation d'un indice pratique, sensible, précis et fiable. Lors d'une visite, il est préférable d'observer plusieurs indices à la fois. L'indice général est calculé à partir des mesures réalisées sur le terrain. L'observation doit être menée au long terme sur les mêmes sites répartis de façon homogène, à un même intervalle de temps, à la même période de l'année. L'utilisation des différents indices dépend pour grande partie de facteurs intrinsèques à l'espèce.

Pour utiliser et réaliser un protocole de suivi de l'Ours brun dans les Pyrénées, il est nécessaire de connaître, au préalable :

- son état de conservation, qui permettra de comprendre l'intérêt de cette espèce,
- sa biologie, qui indique les périodes de suivi les plus favorables,
- les indices de présence, afin de pouvoir attribuer de façon fiable un indice à l'Ours brun.

Deuxième partie : L'Ours brun européen

Quatre espèces de grands carnivores sont présentes en Europe : l'Ours brun *Ursus arctos*, le Loup gris *Canis lupus*, le Lynx boréal *Lynx lynx* et le Lynx pardelle *Lynx pardinus* et. Les trois premières espèces sont sur la liste rouge de l'U.I.C.N. des espèces menacées en France, la quatrième n'étant présente que dans la péninsule ibérique.

Le Loup gris est revenu en France depuis les années 1990 dans les Alpes du Sud. Il est aujourd'hui en expansion dans le Massif Central, les Pyrénées et le Jura (FERUS, 2007b).

La population française de Lynx boréal est constituée de 3 noyaux (FERUS, 2007a) :

- les Vosges où 21 animaux ont été réintroduits entre 1983 et 1993,
- le Jura qui est la population la plus importante. Elle provient des suites des relâchers effectués en Suisse au cours des années 1970,
- les Alpes colonisées probablement par des lynx provenant du Jura et sans aucune aire de présence vaste.

La répartition de l'Ours brun en France est limitée à la chaîne des Pyrénées. La population est en augmentation depuis une vingtaine d'années (14 ours adultes identifiés en 2013 contre cinq en 1995) mais reste cantonnée géographiquement aux Pyrénées Occidentales et Centro-Orientales (FERUS, 2014a ; R.O.B., 2009 – 2013). La population française d'ours a été fortement menacée durant plusieurs dizaines d'années et les spécialistes ne sont pas encore sûrs de la viabilité des populations établies à l'heure actuelle dans les Pyrénées (FERUS, 2014b).

Les ours laissent de nombreux indices dans la nature, plus ou moins facilement identifiables et qui sont essentiellement les empreintes, les fèces et les poils. Chaque indice recueilli doit faire l'objet d'une observation méticuleuse pour sa diagnose spécifique. Toutefois, avant d'étudier l'utilisation d'indices comme indicateur de la dynamique de population de l'Ours brun dans les Pyrénées, il est nécessaire de connaître l'état de conservation et la biologie de cette espèce.

Chapitre 1 : Eléments de biologie

La biologie de la conservation s'intéresse particulièrement aux espèces dont l'aire de répartition ou dont l'effectif diminue compromettant gravement leur survie. Connaître la dynamique de population est nécessaire pour savoir si l'espèce étudiée est d'intérêt majeur dans cet objectif de conservation. La liste des espèces protégées en France est fixée par arrêté ministériel : l'ours est protégé nationalement par l'arrêté ministériel du 23 avril 2007. L'évolution des populations de ces espèces est étudiée afin de déterminer les mesures de gestion et de conservation envisageables et réalistes. La connaissance de la biologie de l'espèce est également un préalable indispensable, elle est développée ci-dessous.

1.1 Répartition géographique et statut légal

1.1.1 Position systématique : les différentes espèces d'ursidés et leur localisation dans le monde

L'Ours brun fait partie de la famille des Ursidés. Cette famille est constituée de trois sous-familles (ÉTIENNE & LAUZET, 2009) :

- la sous-famille des Ailuropodiniés : le Grand Panda *Ailuropoda melanoleuca* est le seul membre de cette sous-famille ; il est très populaire, il se nourrit presque exclusivement de pousses de bambou et l'adulte pèse entre 70 et 125 kilogrammes.
- la sous-famille des Trémartinés : l'Ours Andin *Tremarctos ornatus*, avec un poids adulte de 140 à 155 kilogrammes. Il est actuellement le seul représentant encore vivant de cette sous-famille et l'unique ours d'Amérique du Sud.
- la sous-famille des Ursinés : six espèces font partie de cette sous-famille. L'Ours noir *Ursus americanus* pèse de 75 à 250 kilogrammes et se répartit en Amérique du Nord ; l'Ours à collier *Ursus thibetanus*, de taille similaire à l'Ours brun *Ursus arctos*, occupe l'Asie du Sud et du Sud-Est ; l'Ours lippu *Ursus ursinus* se nourrit de termites et de fruits, c'est un ours nocturne qui habite l'Inde, le Népal et le Sri Lanka ; l'Ours des cocotiers *Ursus malayanus*, de 50 à 65 kilogrammes, est le plus petit des Ursinés, il habite les forêts tropicales de l'Asie du Sud-Est, il mange des

fruits, de petits vertébrés et des insectes ; l'Ours polaire *Ursus maritimus* est le plus grand de la famille puisqu'il peut peser jusqu'à 700 kilogrammes, sa répartition est centrée sur la banquise du Nord. L'Ours brun et l'Ours polaire sont capables de s'hybrider dans la nature en donnant naissance à des petits fertiles.

1.1.2 Répartition de l'Ours brun *Ursus arctos*

L'Ours brun comprend une dizaine de sous-espèces réparties à travers le monde (figure 1). Ainsi, le Grizzli est seulement une sous-espèce de l'Ours brun *Ursus arctos* qui vit en Amérique du Nord.

Figure 1 : Répartition de l'Ours brun à travers le monde (ETIENNE & LAUZET, 2009)



L'effectif européen est estimé à environ 50 000 individus, dont 14 000 ours sur un territoire de 800 000 km² en dehors de la Russie (SWENSON et al, 2006). En 2006, ces ours sont regroupés en (SWENSON et al, 2006) :

- deux grandes populations : 37 500 ours dans le Nord-Est de l'Europe (de l'est de l'Oural à la côte occidentale de la Finlande) et 8 100 ours dans les Carpates (Slovaquie, Pologne, Ukraine, Roumanie)
- trois populations moyennes : 2 800 ours dans les Alpes – Alpes dinariques – Pinde (Autriche, Italie, Grèce, Slovénie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Serbie, Moldavie, Albanie), 1000 ours en Scandinavie (Suède, Norvège) et 520 ours dans les Monts Rila et Rhodope (Bulgarie et Grèce).

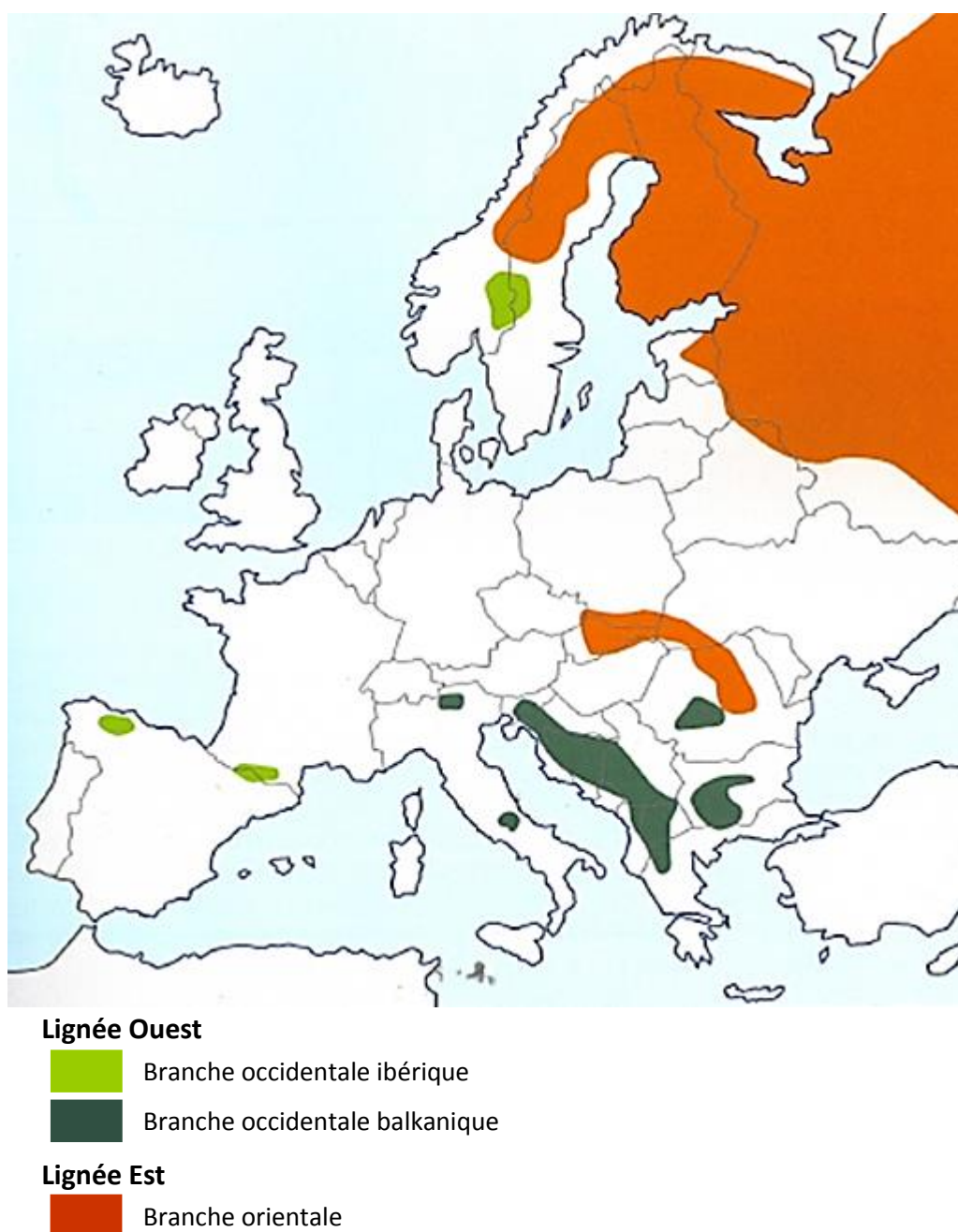
- une petite population : 200 ours dans le mont Balkan (Bulgarie centrale).
- cinq très petites populations : 50 – 60 ours à l'ouest des monts Cantabriques (Espagne), 40 – 50 ours dans les Apennins (Italie), 20 ours à l'est des monts Cantabriques (Espagne), six ours dans les Pyrénées occidentales (France et Espagne) et quatre ours dans les Alpes méridionales (Italie).

A l'échelle européenne, deux lignées, la lignée Est et la lignée Ouest, ont été déterminées grâce à des analyses A.D.N. (acides désoxyribonucléiques) (A.D.N. mitochondrial) de poils retrouvés dans la nature (ETIENNE & LAUZET, 2009 ; RANDI et al, 1994 ; TARBELET & BOUVET, 1994).

La lignée Est regroupe les Ours brun de l'ex-Tchécoslovaquie, de Roumanie, de Carélie (Finlande), du Nord de la Suède et de Russie (*figure 2*).

La lignée Ouest est elle-même divisée en deux branches (*figure 2*) qui correspondent à deux refuges ancestraux (TARBELET & BOUVET, 1994 ; SWENSON et al, 2011) : la branche occidentale ibérique (ou branche ouest) regroupe les Ours bruns d'Espagne, des Pyrénées et du sud de la Scandinavie ; la branche occidentale balkanique (ou branche sud-est) se compose des Ours brun d'Italie, des Balkans et des Alpes (Slovénie, Croatie, Bosnie, Serbie, Monténégro, Macédoine, Albanie, Grèce) (ETIENNE & LAUZET, 2009 ; RANDI et al, 1994,). L'étude de l'A.D.N. mitochondrial a montré que la séparation des populations alpines et italiennes (Apennine) remonte à 400 ans, probablement suite aux persécutions et à la transformation de l'habitat par l'homme (RANDI et al, 1994). Les individus alpins et croates partagent le même A.D.N. mitochondrial (RANDI et al, 1994).

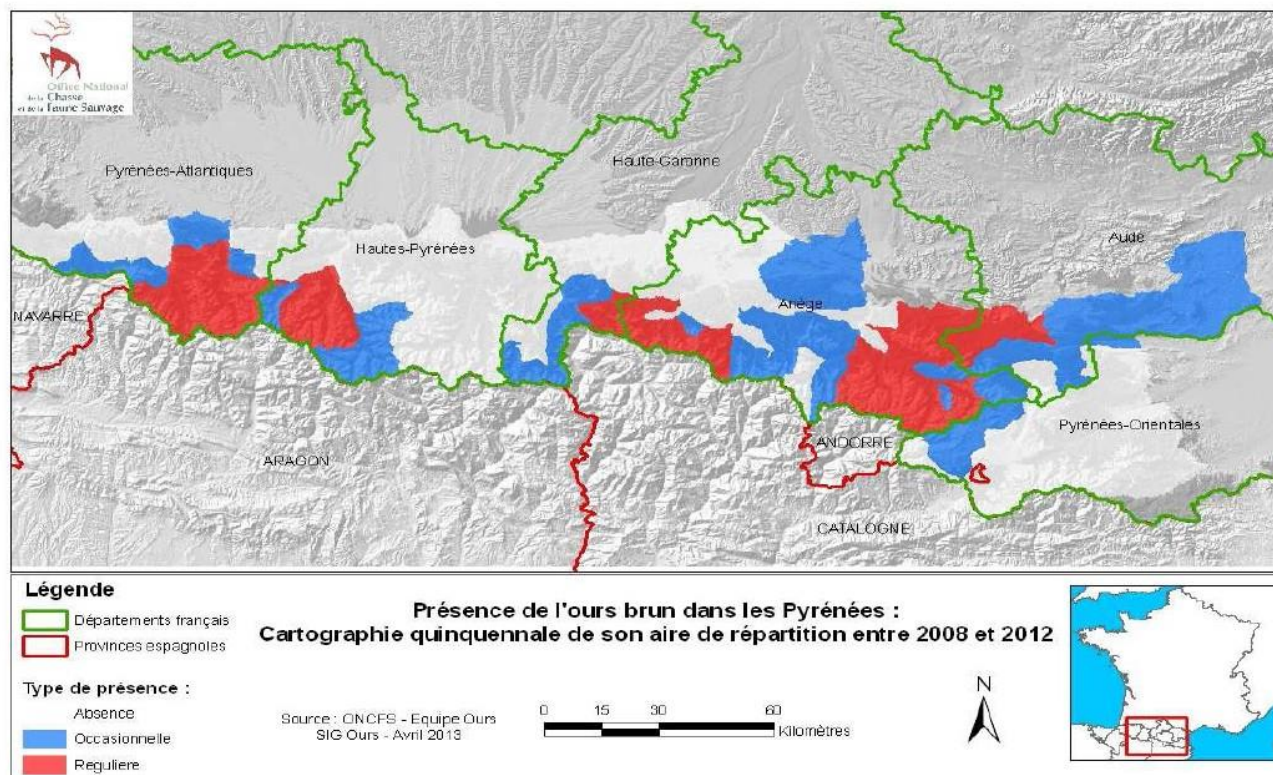
Figure 2 : Répartition de l'Ours brun en Europe selon les différentes lignées phylogénétiques (ETIENNE & LAUZET, 2009)



Il est possible qu'en Roumanie les deux lignées se côtoient (ETIENNE & LAUZET, 2009). Les réintroductions réalisées en Pyrénées se sont faites à partir des populations d'Ours bruns slovènes dans les réserves de chasses de Jelen-Sneznik et Medved-Kocevje. Trois ours ont été réintroduits dans la Haute-Garonne sur la commune de Melles (Pyrénées Centrales) en 1996 (deux femelles : Ziva et Melba) et 1997 (un mâle : Pyros), alors que la population pyrénéenne est estimée à cinq ours (quatre

mâles et une femelle), présents uniquement dans les Pyrénées Occidentales (CAMARRA et al, 2007 ; FERUS, 2014b). Cinq ours (quatre femelles Palouma, Franska, Hvala et Sarousse et un mâle Balou) sont réintroduits en 2006 dans les Pyrénées Centrales ; ils se sont installés principalement dans les Hautes-Pyrénées (CAMARRA et al, 2007 ; FERUS, 2014a).

Figure 3 : Présence de l'Ours brun dans les Pyrénées.



CNERA Prédateurs et Animaux Déprédateurs – Equipe Ours
 Impasse de La Chapelle - 31800 VILLENEUVE DE RIVIERE
 Téléphone : 05.62.00.81.08 - Télécopie : 05.62.00.81.09 - Répondeur localisation : 05.62.00.81.10
 Courriel : stgaudens@oncfs.gouv.fr

Deux noyaux de populations sont présents dans les Pyrénées Occidentales et Centro-Orientales (figure 3). Les zones de présence régulière correspondent à des sous-massifs contenant des indices (fèces, pistes, poils...) validés sur trois années parmi les 5 années de suivi entre 2008 et 2012 (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Equipe Ours, 2012b). Les sous-massifs contenant des indices validés sur une ou deux années entre 2008 et 2012 sont classés comme zones de présence occasionnelle (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Equipe Ours, 2012b).

1.1.3 Statut U.I.C.N. : le cas de la France

L'Ours brun est considéré comme une préoccupation mineure (LC pour Least Concern) par l'U.I.C.N. à l'échelle du globe : c'est une espèce pour laquelle le risque

d'extinction est faible du fait d'effectifs importants dans certains pays comme par exemple en Russie, au Canada et dans l'Etat de l'Alaska aux États-Unis.

Toutefois, chaque population régionale possède ses propres caractéristiques génétiques. L'U.I.C.N. a donc créé des listes rouges internationales, nationales et régionales.

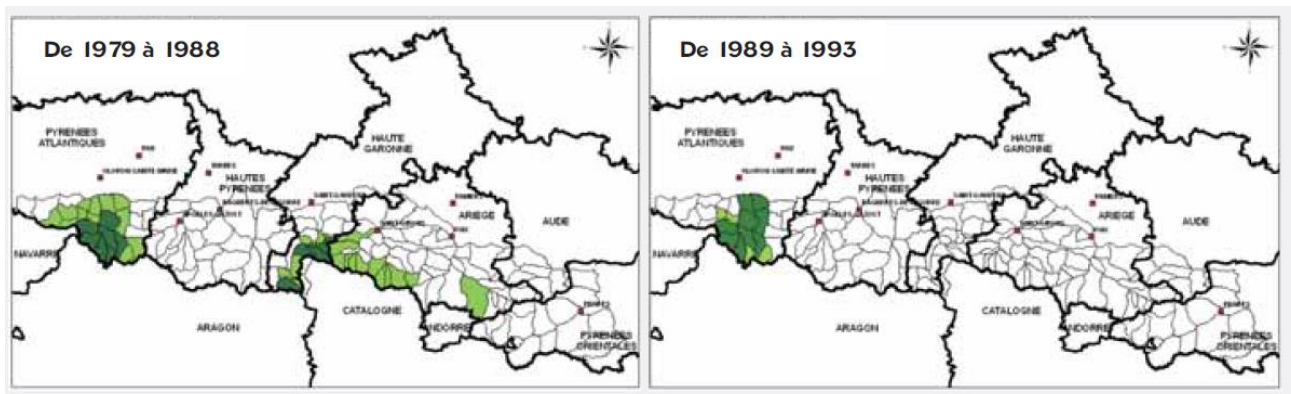
La population ursine pyrénéenne est probablement la plus menacée d'Europe (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2008). Le Comité français de l'U.I.C.N. a donc placé l'Ours brun sur la liste rouge à l'échelle de la France métropolitaine dans la catégorie en danger critique d'extinction (CR pour Critically endangered, cf. *liste des critères en annexe 2*) du fait de sa diminution forte et rapide de sa population (plus de 90 % en une décennie avec une population totale inférieure à 50 individus matures), du déclin en parallèle de son aire d'occupation, de la répartition très inégale des populations et de sa forte probabilité d'extinction dans moins de 100 ans.

Ainsi, l'Ours brun en France a connu une forte régression depuis le XII^{ème} siècle en disparaissant des Vosges. Dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, il n'est plus présent en Franche-Comté. En 1937, l'Ours brun disparaît des Alpes françaises. Environ 200 individus survivent encore dans les Pyrénées. Puis son rythme de disparition s'accélère : 36 en 1970, 18 en 1981. En 1995, l'effectif connu s'élève seulement à cinq Ours bruns dans les Pyrénées. Cette forte diminution de la population ursine s'explique par les anciennes politiques d'extermination (chasses systématiques) et par la fragmentation et la perte de l'habitat (sylviculture, expansion et intensification de l'agriculture, extractions de matières premières, développement des réseaux routiers et des villes, développement des loisirs comme le ski par exemple) (SWENSON et al, 2006). Du fait de son cycle reproductif particulièrement lent et de son besoin d'un grand domaine vital, l'ours est très sensible à la surmortalité induite par l'homme (SWENSON et al, 2006). De plus, les conflits entre les ours et l'homme se soldent souvent par une mortalité accrue d'ours comme par exemple l'ourse Cannelle, dernière ourse de souche pyrénéenne, tuée par un accident de chasse en 2004.

Entre 1979 et 1993, une forte régression de la zone de présence s'est produite (*Figure 4*) : il n'est connu plus que sur une seule localité, dans les Pyrénées Atlantiques, entre 1989 et 1993. En 2013, l'effectif minimum détecté est de 14 individus adultes (Rapport ROB, 2013) qui se divise en deux noyaux de populations : deux indi-

vidus adultes dans les Pyrénées Occidentales et 12 individus matures dans les Pyrénées Centro-Orientales (86 % des individus matures présents dans le 2^e noyau). L'équipe scientifique de l'O.N.C.F.S. juge la population actuelle d'ours dans les Pyrénées non viable sans réintroduction.

Figure 4 : Aire de répartition de l'Ours brun dans les Pyrénées françaises entre 1979 et 1993 (CAMARRA et al, 2007).



1.2 Biologie et écologie

1.2.1 Morphologie

Les oursons pèsent 350 grammes à la naissance, 20 kilogrammes à un an, 40 kilogrammes à deux ans et 70 kilogrammes à trois ans (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). Les ours adultes présentent un important dimorphisme sexuel au niveau de la masse corporelle : les femelles pèsent 70 à 90 kg tandis que les mâles pèsent 80 à 230 kg (BENHAMMOU, 2005). L'ours appelé Papillon pesait 180 kg dans la force de l'âge.

A l'automne, les ours entrent dans une période de grande consommation d'aliments appelée hyperphagie, afin de préparer l'hivernage (période de jeûne). Celle-ci est à l'origine d'une grande variation saisonnière de leur poids : un animal alors finit par peser jusqu'à 1,7 fois son poids printanier (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Les mâles mesurent généralement un mètre au garrot, les femelles 0,80 mètre.

Figure 5 : Cannellito (probablement) observé le 07 mai 2014 à 12h22 (via un piège photographique) dans la commune d'ESTAING (65).



La robe des ours varie du beige au marron. Les femelles sont souvent claires, plutôt beiges. Cependant, ce critère ne peut pas être retenu pour différencier un mâle d'une femelle de façon certaine (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). En règle générale, les pattes sont plus sombres que le reste du corps (*figure 5*). Le pelage d'un même animal subit des variations saisonnières : il fonce à l'automne car les vieux poils, devenus clairs, tombent.

1.2.2 Longévité

Les animaux dépassent rarement les 25 ans dans la nature. Le record de longévité en captivité est de 47 ans. L'autopsie de Papillon, ours retrouvé mort à l'âge de 28 - 29 ans le 25 juillet 2004, a révélé de multiples lésions dues à son âge avancé : perte de poids, arthrose et insuffisance rénale chronique.

La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 3 - 5 ans (BENHAMMOU, 2005). Le rut a lieu en avril – juin. La femelle donne naissance à un à trois petits seulement tous les deux à trois ans (BENHAMMOU, 2005). Les femelles participent au rut à partir de leur troisième année avec un plus bas taux de réussite que leurs aînées (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). L'âge de première mise bas dépend en grande partie de l'accessibilité aux ressources alimentaires. L'alimentation ne semble pas être déterminante pour l'âge de maturité sexuelle des mâles. En revanche, il dépend de la sous-espèce considérée. En Amérique du Nord, le Grizzli atteint sa maturité sexuelle entre 6,6 ans et 9,6 ans. En Europe, une femelle est considérée comme adulte à l'âge de trois ans, le

mâle à l'âge de quatre ans. Le jeune mâle doit atteindre une taille suffisante pour participer au rut et pouvoir s'imposer auprès d'une femelle.

Le rut a lieu de mai à juillet. La femelle est réceptive sur deux périodes d'une dizaine de jours espacée d'une semaine. Au cours d'un même rut, une ourse peut s'accoupler avec plusieurs mâles. Une même portée peut ainsi donner naissance à des petits de pères différents : ce phénomène est appelé « paternités multiples ». La moyenne est de 2,33 jeunes par portée en Suède (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). En France, les femelles sont observées avec des portées d'un à trois oursons (*Tableau III*, R.O.B., 2009-2013).

Tableau III : Nombre d'ourson par portée dans les Pyrénées entre 2009 et 2013.

Année	Ourse	Nombre d'ourson(s) dans la portée
2009	Hvala	2
2010	Caramelles	2
	Bambou	2
2011	Pollen	1
	Hvala	3
2012	Bambou	1
	Caramelles	2
2013	Hvala	2

La répétition des coïts déclenche l'ovulation. La gestation dure huit à neuf mois, avec un phénomène d'ovo-implantation différée. La naissance est calée en début d'année, aux mois de janvier et de février, au plus fort de l'hiver, à l'intérieur de la tanière (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). Les oursons naissent nus et aveugles comme c'est généralement la règle pour les espèces nidicoles.

Les femelles fécondées au printemps mettent bas durant l'hiver et allaitent leurs petits dans la tanière. Les femelles ayant mis bas sont souvent les dernières à sortir de leur tanière à la fin de l'hiver.

1.2.3. Passage de l'hiver

L'ours hiverne : comme le blaireau, il est un « faux hibernant ».

Un animal qui hiberne est en léthargie : son activité métabolique ralentit comme ses activités cardiaques et respiratoires et sa température corporelle baisse fortement entraînant une diminution importante des pertes énergétiques.

Chez l'Ours brun, la température ne s'abaisse que de 5°C. Le rythme cardiaque baisse jusqu'à 10 battements par minute mais, en à peine deux heures, l'ours est capable de revenir à un rythme habituel d'une quarantaine de battements par minute (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

L'entrée en tanière lors de la période hivernale et la sortie printanière sont conditionnées par la latitude. La période d'hivernage varie entre 3 et 7 mois. Par exemple, dans le nord de la Suède, les mâles hivernent 203 jours en moyenne contre 161 jours dans le centre du pays (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

1.2.4. Densité animale

Dans l'Ouest des Pyrénées, la densité est d'un ours pour 80 km². L'ours est un animal solitaire (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2012a) sauf au moment du rut. Il n'est cependant pas rare qu'une même fratrie passe une année ensemble lors de la dispersion natale.

Le domaine vital est plus grand pendant la période de rut, donc, de mai à juillet. Pour un adulte stabilisé, il varie de 70 km² pour une femelle avec des oursons de l'année à plus de 500 km² pour un mâle adulte (PAYS DE L'OURS, 2014b).

1.2.5. Comportement

Les ours sont plus actifs à l'aube et au crépuscule, surtout dans des zones soumises au dérangement humain.

Dans les Pyrénées, les ours préfèrent les zones présentant un important couvert forestier (présence de fruits et de refuges), les zones où les forêts sont connectées entre elles et les zones de couvert arbustif (présence de fruits charnus) (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2008). Il s'agit ainsi de zones escarpées, à faible densité humaine et à faible densité de routes. Au contraire, les zones agricoles, situées à faible altitude et en terrain relativement plat, corrélées à une densité humaine plus importante, sont évitées (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2008).

En résumé, l'aire de répartition de l'Ours brun et sa démographie ont diminué de façon significative en France. Cette situation, qu'aggravent certains facteurs intrinsèques à l'espèce (longévité importante, maturité sexuelle tardive, taille de portée faible et grand domaine vital), ont mené les chercheurs à s'intéresser de près à la population pyrénéenne d'Ours brun dont les différents indices de présence sont présentés dans le deuxième chapitre de cette partie.

Chapitre 2 : Les indices

La corpulence de l'ours, ainsi que son grand domaine vital, permettent d'observer de nombreux indices différents. Il est important de savoir reconnaître un indice de présence de l'ours et le distinguer de celui d'une autre espèce et même, dans la mesure du possible, de pouvoir l'attribuer à un individu donné au sein de la population d'ours étudiée.

2.1 Empreintes

L'ours pose l'intégralité de la plante du pied pour ses pattes arrière (*Figure 6*), ce qui n'est pas le cas pour ses pattes avant (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Figure 6 : Plantigradie : face plantaire du pied postérieur droit, d'après (ÉTIENNE & LAUZET, 2009)



Lors d'un pas lent, l'ours pose ses pattes arrière sur les empreintes de ses pattes avant.

L'ours court souvent à un rythme de 40 km.h⁻¹ mais il peut atteindre 60 km.h⁻¹ (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Le seul risque de confusion possible pour les empreintes est de confondre les empreintes d'un ourson et celles d'un blaireau *Meles meles*, de la famille des Mustélidés (Figure 7).

Figure 7 : Empreintes de blaireau (ÉTIENNE & LAUZET, 2009)



Les transects observés lors de protocoles de suivi sont le plus souvent placés sur des chemins ou sentiers préexistants et créés par l'homme. La détection de pistes d'ours est souvent malaisée car l'Ours brun n'emprunte pas uniquement ces sentiers créés par l'homme mais pratique plutôt le « tout terrain » (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

2.2 Fèces

Les crottes de l'Ours brun ont la forme d'un tas de cylindres de 3 à 7 centimètres de diamètre pour 5 à 10 centimètres de long (figure 8). Le plus souvent, les fèces sont compactes.

Figure 8 : Fèces d'Ours brun (BANG & DAHLSTRÖM, 2009).



Parfois l'Ours défèque et urine pendant qu'il marche : les fèces sont alors étalées sur plus d'un mètre (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Les fèces sont plutôt verdâtres lors de la consommation de végétaux mais elles noircissent avec le temps (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

2.3 Poils

La peau de l'ours est épaisse d'environ 3 mm. Deux types de poils constituent le pelage de l'ours :

- les poils de jarre (*figure 9*) : de deux centimètres sur la tête à quinze centimètres sur les flancs et le dos
- les poils de bourre (

- Figure 10) : cachés sous les poils de jarre, les poils de bourre sont trois fois plus fins et ne dépassent pas cinq centimètres, leur aspect est onduleux. Ils sont très caractéristiques de l'ours.

Figure 9 : Poils de jarre observés sur un itinéraire le 02.06.2014.



Figure 10 : Poils de bourre trouvés sur un itinéraire le 02.06.2014.



Ces poils assurent à l'animal une protection contre les blessures par griffures et le protègent du froid. Tous les ans, en juin ou en juillet, il renouvelle sa fourrure : la mue commence par la tête, l'arrière-train, les épaules puis atteint progressivement le reste du corps (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

2.4 Griffades

De nombreuses traces de griffades sur les arbres peuvent être retrouvées près des tanières (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). L'ours gratte l'écorce des arbres (*figure 11*). Les doigts laissent trois à cinq marques espacées d'un à deux centimètres, souvent en arc de cercle (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Figure 11 : Traces de griffades et de morsure observées sur un arbre lors de la visite d'un itinéraire le 18.05.2014.



Il peut aussi laisser des traces lorsqu'il récupère des branches pour construire sa tanière. Certains ours montent dans les arbres fruitiers : ce sont alors les pattes arrière qui laissent des marques. Certains arbres, dits arbres frayoires, sont griffés toute l'année, notamment pendant le rut. Les frottements répétés et les griffades usent le bois (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

L'ours a un odorat très développé : ce sens sert le plus souvent à la recherche de nourriture (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). L'animal trouve les charognes car les odeurs portent loin. Cet odorat est aussi très important pour le marquage territorial. De nombreuses traces de griffures ont été retrouvées superposées aux marques de peinture déposées par les agents de l'O.N.F. (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). C'est ainsi que l'attrait de l'ours pour l'essence de térébenthine a été découvert.

2.5 Tanières et Repaires

Une tanière est une caverne, cavité ou creux dans la terre ou dans le roc, où se retirent les bêtes sauvages. Un repaire est un lieu ou abri qui sert de refuge aux animaux sauvages.

Des tanières orientées plein sud servent à l'ours afin de prendre des bains de soleil pendant l'hiver, dès que le temps se réchauffe, les animaux sortent pour en profiter (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Cet indice est difficile à trouver car l'animal choisit souvent des lieux escarpés où il n'est pas dérangé (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). En montagne, les couches se situent souvent dans des zones dominant le domaine vital choisi.

La couche est constituée d'une cuvette hémisphérique que l'animal creuse à même le sol. Cela lui procure de la fraîcheur. Le creux peut être garni d'herbes et de feuilles (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Figure 12 : Tanière ouverte ou "panier", constituée de terre, de branches et de mousse formant un cercle de 50 cm de haut et de 2 m de diamètre (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).



Pour passer l'hiver, l'ours se réfugie dans une tanière choisie pour l'hivernage. Ces gîtes hivernaux sont en général difficiles d'accès, ceci garantit à l'occupant la tranquillité nécessaire durant le repos hivernal (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). L'ours peut réutiliser une cavité d'une année à l'autre en l'absence de perturbations anthropiques.

Dans les régions montagneuses, l'ours occupe parfois de petites cavités naturelles dont la petite taille limite les déperditions de chaleur.

2.6 Communication sonore

L'ours utilise des sons assez discrets pour communiquer (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). La détection des sons émis par des individus est donc très difficile.


L'ours a un comportement de solitaire : il n'y a donc pas d'émission de vocalises lors de la découverte d'une proie ou d'une charogne.

Ceci rend l'utilisation de réponses vocales irréalisable.

2.7 Indices d'activité alimentaire

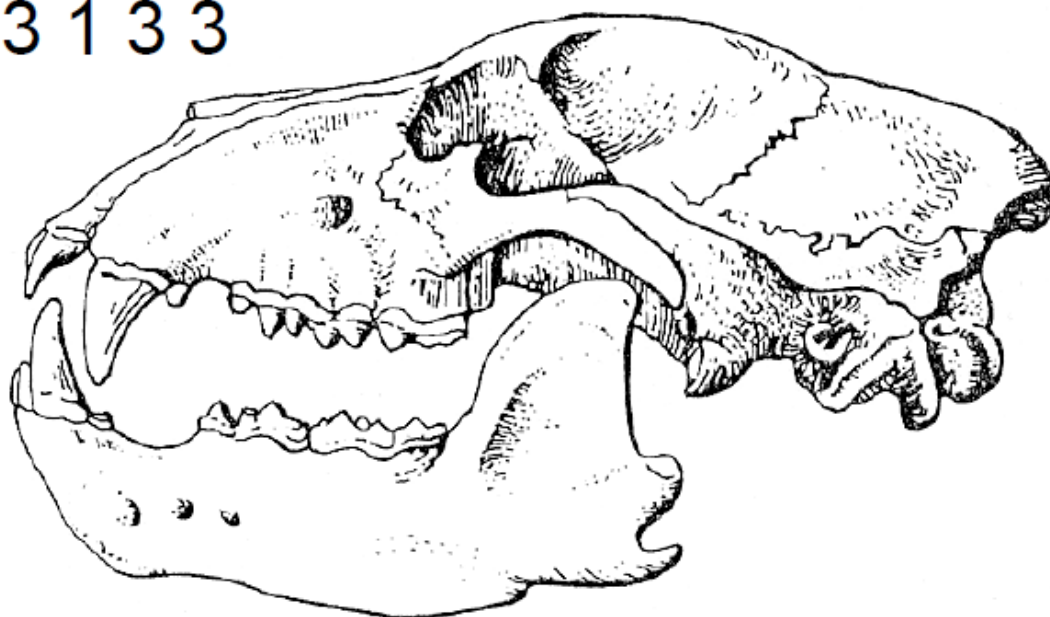
L'Ours brun européen possède quatre grands crocs. Ses autres dents sont davantage faites pour la mastication (figure 13) (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Figure 13 : Formule dentaire de l'Ours brun (SCIENCES, Portail Pédagogique Fri-bourgeois).

		Formule dentaire				Rôle des dents			
Mâchoire supérieure	↙	Incisives	Canines	Prémolaires	Molaires	Incisives	Canines	Prémolaires	Molaires
Mâchoire inférieure	↙	Incisives	Canines	Prémolaires	Molaires				

3 1 4 2

3 1 3 3



L'Ours brun est omnivore dans les Pyrénées ; il mange majoritairement des plantes. En automne, il se nourrit de châtaignes, glands et faines. Il peut, si l'occasion se présente, manger des micromammifères (mulot, campagnols, musaraigne, taupe...) et des invertébrés (fourmis, guêpes, abeilles, bourdons, chenilles, coléoptères, orthoptères, cloportes, escargots, limaces...). Malgré son régime omnivore,

l'Ours brun est considéré comme un grand carnivore s'attaquant à de grands ongulés (bouquetin, chevreuil, sanglier, cerf, bovin...).

D'après les données d'une étude menée par Berducou et al en 1982, le régime alimentaire de l'Ours brun est composé à 80 % de végétaux, à 9,5 % d'insectes et à 10 % de mammifères (ÉTIENNE & LAUZET, 2009). La saison influence fortement le régime alimentaire : en été, beaucoup de fruits charnus sont consommés tandis qu'en automne, ce seront plutôt des fruits secs de type faine, glands, châtaignes, noisettes. A cette saison, la part végétale de son régime alimentaire peut atteindre 98 %.

Au printemps, après la sortie de sa tanière, l'Ours développe des mœurs de charognard : il trouve des carcasses dans les couloirs d'avalanche par exemple. L'ours se constitue souvent alors un garde-manger en abritant ces charognes sous des branchages ou de la terre (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

Un autre indice d'alimentation de l'ours est la fréquence de prédation sur les troupeaux domestiques. Ces attaques ont lieu de juin à octobre essentiellement, lorsque les troupeaux sont en estive (ÉTIENNE & LAUZET, 2009).

L'indice fourni par les plaintes portées sur la prédation est un autre signe de présence de l'ours qui s'inscrit dans un contexte particulier.

Chapitre 3 : Prédation de l'ours sur les élevages : un impact négatif sur la conservation de l'ours

La prédation est une activité de l'ours inéluctable. Il est important de savoir de quels dégâts les ours peuvent être à l'origine et de savoir comment attribuer de façon certaine les attaques à l'ours. Le conflit opposant l'ours à l'élevage est complexe. Il se compose de causes matérielles (les dégâts, les obligations de protection) et d'autres causes, moins évidentes car souvent subjectives.

3.1 Conflits en Europe entre l'Homme et l'Ours

Slovaquie

En Slovaquie, l'élevage de bétail traditionnel avec l'aide de chiens de gardes fut abandonné au milieu du XX^e siècle, quand les grands carnivores sont devenus rares. Les chiens de bergers de grande taille sont conservés dans 0,9% des exploitations agricoles.

Les pertes annuelles de moutons par an s'élèvent à 290 individus. En 2004, les pertes déclarées avoisinent 0,2 % de la population totale ovine slovaque. Les dommages varient considérablement entre exploitations : en 2005, plus de la moitié de bergers interrogés avouent n'avoir rarement ou jamais eu de problèmes avec prédateurs. Entre 2001 et 2003, 12 % des troupeaux ont présenté 79 à 82 % de pertes dues aux prédateurs. Moins de 11 % des troupeaux ont subi des pertes supérieures à 10 moutons en une année (RIGG, 2001). En Slovaquie, l'agriculture ne semble pas être un frein particulier à la conservation et la protection de l'ours (RIGG, 2001).

Italie

Depuis les années 1960, les dommages causés par l'ours sur le bétail, les cultures et les ruches en Italie est un vrai problème. Dans le Parc national des Abruzzes, Latium et Molise (P.N.A.L.M.), un programme d'indemnisation a été créé en 1967 pour veiller à la bonne volonté des agriculteurs, même si dans le début des années 1970 la déprédation dans le P.N.A.L.M. était limitée – environ 0,3% du cheptel ovin (GERVASI et al, 2008). Les pertes vérifiées dues à l'ours implique le bétail (51%), la volaille domestique (18%), les ruches (16%) les cultures et les arbres fruitiers (15%). La déprédation du bétail due à l'ours a été jugé d'une importance productive et économique

faible sur les collectivités locales (coûts de rémunération de 43 050 \$/an). La destruction de volailles et lapins domestiques a été socialement plus troublante. En dépit de la politique de rémunération à long terme adoptée par le parc, le conflit social demeure irrésolu.

Scandinavie

La population scandinave compte environ 3 000 individus qui évoluent dans un paysage forestier artificiel (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2008). Les ours recherchent les zones forestières à faible densité humaine. Les ours en Scandinavie seraient parmi les moins agressifs dans le monde (ZEDROSSER et al, 2001). L'Ours brun bénéficie d'un degré relativement élevé de soutien parmi le public suédois, et les chasseurs l'apprécient comme un gros gibier précieux. L'éducation est importante pour maintenir ce soutien de la population et pour qu'il continue d'augmenter. En Suède, la chasse à l'ours est réglementée mais autorisée, avec la mise en place de quotas (SWENSON et al, 2006). Cela contribue à l'apaisement des conflits.

Espagne

- Cantabriques Est

Les interactions humaines avec les ours dans le noyau de l'Est sont limitées à des dégâts agricoles : ceux-ci sont relativement peu nombreux chaque année et sont compensées rapidement par des Communautés autonomes. Il y a une moyenne de 5 à 10 incidents de dégâts agricoles par an. Les attaques sur les élevages sont les dommages les plus communs causés par les ours, alors que les attaques sur les ruches sont moins fréquentes.

- Cantabriques Ouest

Les revendications portent principalement sur les chevaux (28,2%), puis sur les cultures ou les arbres fruitiers (21,7%), les bovins (20,7%), les ruches (11,8%), les chèvres (10,5%) et les moutons (7,2%). La valeur estimée de ces revendications, dans la population de l'ouest, se rapproche de 35 000 \$ US par an (VALDIOSERA et al, 2008). Indépendamment de la valeur totale des dommages causés par les ours, les problèmes avec le système de compensation augmentent l'attitude hostile de la population locale envers les ours, et, par conséquent, des difficultés pour la conservation des ours se posent (VALDIOSERA et al, 2008).

Sud de la Slovénie

Au début de la Première Guerre Mondiale, la population slovène se cantonne à trente ou quarante ours situés dans le Sud du pays. Depuis, la population a fortement

augmenté avec 300 individus environ. La densité en ours est élevée dans le Sud du pays. Le tir est autorisé sur une période limitée, avec un quota annuel. La majorité des éleveurs interrogés ne considèrent pas l'ours comme dangereux. La plupart des habitants locaux sous-estiment le nombre d'ours (KRYSTUFEK, 2003).

Les raisons d'un conflit plus important en France

Les opinions des locaux vis-à-vis des prédateurs contiennent une grande part de personnes favorables mais aussi une grande part de personnes défavorables en France : cette opposition se traduit par un conflit parfois violent au contraire des autres pays étudiés ci-dessus où les populations locales ont moins de divergences dans leurs opinions (KRYSTUFEK, 2003).

Les différences de violence de ces conflits sont probablement liées aux différences de politiques concernant la conservation de l'ours et les élevages entre la France et ces autres pays.

L'élevage majoritaire en présence de l'ours est l'élevage d'ovins en France. Ce n'est pas le cas en Suède par exemple, où l'élevage majoritaire est le renne. Ce type d'élevage souffrirait moins de déprédation du fait de la taille plus importante de cette espèce de bétail et d'une faune sauvage plus abondante qu'en France. Enfin, l'élevage ovin est plus dense en France qu'en Italie ou en Espagne par exemple.

La diminution des populations d'ours brun a provoqué – avec l'aide de remaniements fortement conseillés *via* la Politique Agricole Commune (P.A.C.) – la disparition des bergers et des mesures de protection en France. Dans le Sud de la Slovénie, où les ours ont toujours été présents, les conflits sont moins marqués. Mais ce n'est pas la seule raison puisque la vallée du Béarn a toujours connu l'ours et reste cependant la vallée la plus violente à ce sujet (BENHAMMOU, 2005).

La réputation fondée ou infondée de l'ours joue un rôle énorme et varie fortement d'un pays à l'autre : de timide en Italie à sanguinaire pour les éleveurs français (KRYSTUFEK, 2003). En Slovénie, les attaques de l'ours ne sont pas redoutées.

Enfin, les autorisations annuelles de tir dans le sud de la Slovénie aident à diminuer les tensions existantes entre les éleveurs et la protection de l'ours. Mais cette mesure n'est pas applicable à la faible population d'ours dans les Pyrénées et s'oppose de façon évidente à sa conservation.

3.2 Causes profondes du conflit en France

3.2.1 La prédation sur le bétail

Les brebis en estive peuvent être prédatées par des animaux sauvages comme le Loup gris ou l'Ours brun. Les chiens errants et divagants peuvent aussi faire beaucoup de dégâts et ceci d'autant plus qu'ils ne sont pas effrayés par l'homme, à la différence des carnivores sauvages. Avec un nombre d'attaque menée par des chiens de 0,18 par troupeau et par an, le taux de prédation annuel moyen français est de 0,25 % (25 brebis tuées par des chiens pour un effectif de 10 000) (MINISTERES DE L'ECOLOGIE & DE L'AGRICULTURE, 2014). Selon les zones, le nombre de brebis attaquées peut varier de 18 à 500 pour un effectif de 10 000 brebis (MINISTERES DE L'ECOLOGIE & DE L'AGRICULTURE, 2014). Comme il y a peu de loups dans les Pyrénées, il est surtout important de différencier les attaques sur les troupeaux de chiens ou d'ours.

Lors de dégâts sur un troupeau, l'imputabilité à l'ours est confirmée ou infirmée par un agent de l'O.N.C.F.S. ou un agent du Parc National des Pyrénées (en zone parc) ayant reçu une formation spécifique. Cette formation permet aux agents de procéder méthodiquement afin de déterminer la nature des dégâts.

Lors de la déclaration d'une attaque, il est nécessaire de vérifier en premier lieu qu'il y a bien eu prédation. Pour cela, des traces d'exsanguination et des hématomes sont recherchées sur le corps. Pour la recherche d'hématome, la brebis est pelée.

Une fois que le fait de la prédation est certain, il faut alors déterminer s'il s'agit d'un ours brun, d'un chien ou d'un loup gris, les 3 espèces les plus à même d'être responsables d'une attaque sur les troupeaux dans les Pyrénées. Le Loup gris égorge les brebis attaquées. Le chien errant a plutôt tendance à mordre les membres soit à l'aisselle soit à la cuisse, bien qu'il arrive aussi que les chiens égorgent les brebis, comme le loup. Le chien errant ou divagant attaque surtout de jour et il s'agit souvent d'un chien du voisinage. L'ours attaque la brebis sur la colonne ou au derrière de la tête (hématomes sur la colonne et la nuque, griffades du crâne), il arrache le sternum pour avoir accès aux poumons et au cœur et éviscère la brebis en laissant la panse intacte.

L'attribution d'une attaque à une de ces trois espèces demeure difficile car ces critères sont rarement tous présents sur le même cadavre. Mais la présence de poils, de fèces ou d'empreintes dans les environs peut orienter le diagnostic de l'espèce responsable des dégâts.

Les attaques de carnivores causent des dégâts au sein des troupeaux et infligent un stress quotidien aux animaux selon certains syndicats agricoles. Les bergers, eux, supportent de plus en plus mal de voir leurs animaux souffrir et mourir. Les dégâts aux troupeaux, provoqués par les ours bruns, comprennent : la mortalité directe du bétail, la mortalité indirecte par panique provoquée dans les troupeaux et chute dans des ravins représentant alors un coût non négligeable pour l'éleveur. Le stress infligé au bétail est possiblement à l'origine de sous-production (baisse de production laitière liée au dérangement du troupeau) et d'avortements (DOSSIER DE CONCERTATION, 2005). Il serait fortement sous-estimé (ALZIEUX et al, 2014).

En 2003, 142 morts d'animaux domestiques d'élevage ont été imputées à l'Ours et 39 morts demeurent incertaines (DOSSIER DE CONCERTATION, 2005). Il est estimé qu'entre 200 et 300 moutons sont victimes chaque année de l'ours (BENHAMMOU & DANGLEANT, 2009) : cela représente environ 0,025 % du cheptel. Selon une enquête parlementaire sur le pastoralisme, la mortalité en estive s'élève à 3 % à 5 % des troupeaux (PAYS DE L'OURS, 2012).

Pour compenser ces dégâts, il existe un dispositif d'accompagnement financé par le Ministère de l'écologie et du développement durable (DOSSIER DE CONCERTATION, 2005). Les dédommagements portent sur les pertes directes et indirectes de bêtes mais aussi sur le dérangement du berger.

*Tableau IV : Comparaison des dommages sur 2006-2013
(D.R.E.A.L. Midi-Pyrénées, 2014).*

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nombre de Dossiers enregistrés	386	271	188	155	197	210	218	205
Dossiers imputés à l'ours (1)	193	163	117	91	89	112	138	111
Dommages imputés à l'ours : nombre d'animaux	221	319	155	146	167	176	272	171

Dommmages imputés à l'ours : nombre de ruches	40	24	40	25	28	29	4	2
Effectif minimum ours détecté – Source O.N.C.F.S.	15	15	16	17	19	22	22	25
Effectif minimum en Pyrénées Occidentales – Source O.N.C.F.S.	4	4	3	3	2	2	2	2

1 - Lorsque les éléments techniques en présence montrent que l'Ours est ou semble responsable du dommage

Le nombre de dossiers est globalement constant depuis 2010 (*Tableau IV*). Sur le département de la Haute-Garonne, les dommages sont en forte régression et ce, malgré un accroissement de la présence ursine en Ariège et Haute-Garonne : 17 individus en 2010, 23 en 2013 dans les Pyrénées Centro-Orientales (*Tableau IV*) (D.R.E.A.L. Midi-Pyrénées, 2014). Il n'y a eu aucun dégât rapporté lié à l'ours en 2013 sur les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales (D.R.E.A.L. Midi-Pyrénées, 2014).

Plusieurs syndicats agricoles, comme la Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles (F.N.S.E.A., 2012), et associations, l'Association pour la Sauvegarde du Patrimoine d'Ariège Pyrénées (A.S.P.A.P., 2012) par exemple, expriment avec certitude que la présence des prédateurs et la survie du pastoralisme sont incompatibles, ces deux mouvements ne peuvent pas coexister. Les principaux arguments avancés à l'encontre de la conservation de l'ours sont les suivants (A.S.P.A.P., 2014) :

- l'ours brun n'est pas menacé et l'ours d'origine pyrénéenne a disparu avec la mort de Cannelle en 2004,
- le programme de conservation représente un budget non négligeable,
- les moyens de protection pour les troupeaux sont inefficaces, les patous sont difficiles à gérer et la situation est difficile pour les bergers,
- les populations n'ont pas été consultées,
- le tourisme est fragilisé par la présence de l'ours.

La disparition du pastoralisme en montagne est envisagée comme un véritable drame : abandon des territoires entraînant un risque accru d'incendie et d'avalanche,

biodiversité menacée, baisse de l'activité touristique et économique. Une part non négligeable du patrimoine culinaire lui est liée comme par exemple le Comté, la Tome de Savoie, la Tome d'Abondance, la Viande de bœuf Salers ou Aubrac. Benhammou et al. (2005) dénoncent l'existence d'un « syndrome du complot » visant à faire disparaître cette activité ancestrale de la montagne.

La F.N.S.E.A. demande l'autorisation d'effectuer des tirs de défense des troupeaux : mesure, selon eux, la plus simple, la plus efficace et la moins onéreuse. Toutefois, l'expérience historique montre que les chasses à l'ours n'éliminent pas, en règle générale, les ours à l'origine des problèmes observés (DE MARLIAVE, 2000).

Les associations de protection comme FERUS ou le PAYS de l'OURS – ADET mettent en avant que l'Ours brun est omnivore, que les dégâts sur les brebis sont peu nombreux par rapport aux autres causes de mortalité et que les mesures de protection telles que la présence d'un berger, d'un patou et de clôtures nocturnes permettent de diminuer de façon significative le nombre d'attaques.

Dans d'autres pays comme dans le sud de la Slovénie par exemple, les ours sont encore largement présents et pourtant, le pastoralisme y est encore très présent et bien développé (PAYS DE L'OURS, 2014a).

3.2.2 Aspect culturel

Ambiguïté des rapports Homme/Ours

Les relations entre l'Ours et l'Homme ont toujours été complexes et ambivalentes.

L'Ours est un objet de culte pendant la préhistoire (ETIENNE & LAUZET, 2009). Dès l'Époque Romaine, il est l'objet de spectacles. Il est vénéré pour sa force, son courage et figure sur les armoiries des familles nobles. De plus, manger certaines parties de l'Ours donnerait des pouvoirs de guérison. Il est vénéré comme le dieu Artus par les Celtes et considéré comme le roi du bestiaire avant d'être détrôné par le lion au Moyen-Âge. D'ailleurs, son étymologie se retrouve dans le nom du roi Arthur, fort, courageux, légendaire. Selon l'historien M. Pastoureau, le catholicisme a transformé l'Ours en un représentant du malin pour contrecarrer les cultes païens (BENHAMMOU & DANGLEANT, 2009).

La plante très marquée et surtout sa position verticale, sur ses deux pattes arrière, sont à l'origine d'un anthropomorphisme fréquent dans les populations qui l'ont fréquenté. Dans les Pyrénées, on lui attribue les surnoms : « Martin », « lou Pé descaous » (le va-nu pieds), « lou moussu » (le monsieur). Mais sa réputation de fauve

féroce lui colle à la peau et il suscite la crainte et la haine comme les autres grands prédateurs, menaçant sans cesse le bétail et le gibier (BREITENMOSER, 1998).

L'Ours est culturellement omniprésent dans les Pyrénées. Des noms de lieu en témoignent : la vallée d'Ossau, l'Artzmeni (montagne de l'ours)... De plus, des fêtes de l'Ours ont aussi lieu dans toute la chaîne pyrénéenne.

L'interview de l'éleveur Simon Costedaat reflète bien cette ambiguïté : « Moi, je serais content que cette faune soit protégée. Mais je serais quand même content de tuer un Ours » (BENHAMMOU, BOBBE, CAMARRA & REYNES, 2005).

La confiscation des territoires

Les zones périphériques rurales, frontalières et montagnardes ont toujours été revêches aux interventions de l'État (BENHAMMOU & DANGLEANT, 2009). Une éleveuse des Hautes-Pyrénées résume ceci ainsi « ce sont nos territoires qui sont convoités pour servir à autre chose. [...] C'est nous les Pyrénées » (BENHAMMOU, 2005). Les décisions de l'Etat ayant des conséquences sur la région pyrénéenne sont refusées en masse. Les grands carnivores deviennent un symbole négatif des mesures restrictives (BREITENMOSER, 1998).

Augustin Bonrepaux surenchérit « L'identité pyrénéenne c'est d'abord nos racines, et nos racines, excusez-moi, elles sont agricoles » (BENHAMMOU, 2005). Cette citation démontre que certains éleveurs vivent assez mal le fait d'être minoritaires sur un territoire où ils ont longtemps été majoritaires. En effet, les campagnes deviennent de plus en plus un lieu de vie plutôt qu'un lieu de production et même, pour certains, plus un lieu de loisirs qu'un lieu de vie. Le partage de l'espace dans lequel les paysans ne sont plus majoritaires est mal vécu. La présence de l'ours participe à la révélation de ce malaise. Selon certains opposants de l'Ours, les vrais tenants des territoires de montagne restent les éleveurs. Les autres utilisant de ce territoire seraient simplement « tolérés » ; l'Ours serait alors rejeté car considéré comme aidant à l'invasion des autres utilisateurs de la montagne.

Xénophobie contre l'ours étranger « Slovène : go home! » (La Dépêche du Midi, 13 mai 2001)

Le réflexe identitaire transparait dans les mouvements anti-ours. Un discours chauvin, non pas contre des hommes, mais contre des ours, s'est développé. On peut considérer que cette pensée émerge pleinement en 1997 dans le titre de l'article du journal Le Monde « L'ours tué dans les Pyrénées était-il un clandestin ? ». Des ours

auraient été introduits clandestinement entre 1985 et 1994. L'ours slovène serait différent, mauvais, envahisseur. Les locaux s'inquiètent de la pureté de la race endémique pyrénéenne. Les opposants évoquent de grandes différences comportementales et génétiques.

Ces réactions peuvent sans doute être reliées aux difficultés que rencontre l'élevage ovin français depuis les années 1980 face à la concurrence internationale.

3.2.3 Difficultés de l'élevage ovin français

L'élevage ovin est le plus fréquent dans les zones de montagne fréquentées par l'ours dans les Pyrénées. Dans les Pyrénées Atlantiques, le pastoralisme est dominé par l'élevage d'ovins laitiers et la fabrication de fromage. Au centre du massif, l'élevage est surtout allaitant. Tandis qu'à l'Est, l'élevage bovin domine.

La concurrence internationale

L'ouverture du marché ovin français à la concurrence internationale a débuté après l'incident du Rainbow Warrior en Nouvelle Zélande (BENHAMMOU & DANGLEANT, 2009). Le marché s'ouvre alors aux ovins importés de Nouvelle-Zélande et du Royaume-Uni, qui constituent dès lors la majorité de cette concurrence internationale. Cette nouvelle concurrence avec des coûts de production inférieurs au marché national a eu pour effet de diminuer le prix payé par tête et de diminuer en conséquence la rentabilité de l'élevage ovin.

Les difficultés liées à la Politique Agricole Commune (P.A.C.)

La P.A.C. a longtemps favorisé les gros éleveurs et déstabiliser les petits, *via* des primes à la tête du bétail. Même si maintenant la P.A.C. est en mutation et vise moins inciter les éleveurs à une surproduction, les petits éleveurs connaissent encore des difficultés financières réelles.

Augmentation du prix des matières premières

L'augmentation du prix des matières premières, sans forcément, en parallèle, d'augmentation du prix des bêtes abattues pour la consommation constitue une difficulté financière supplémentaire.

Surcharge de travail pour un faible salaire

Le métier d'éleveur impose des horaires de travail importants. De plus, la taille des exploitations augmente (en nombre de têtes par troupeaux), accroissant la charge de travail des aux exploitants avec en parallèle une diminution des salaires ces vingt

dernières années (BENHAMMOU, 2005). Ces faits entretiennent un fort sentiment d'injustice dans la population des éleveurs.

A cette surcharge de travail s'ajoute une image très négative du gardiennage permanent. Dans les Pyrénées Atlantiques, la tradition de gardiennage a été mieux préservée car la traite en montagne le nécessitait. Dans les autres zones, le gardiennage n'est quasiment plus pratiqué.

« La menace de l'attaque, le stress des brebis, et les pertes de temps et d'argent causées par la prédation de l'ours sont présentées comme une charge trop lourde » (BENHAMMOU, 2005).

Les récentes épizooties

Ces dernières années, l'élevage a connu l'apparition de plusieurs nouvelles maladies qui ont causé beaucoup de dégâts et de nouvelles contraintes réglementaires comme la vaccination obligatoire contre la Fièvre Catarrhale Ovine (FCO) et la fièvre aphteuse.

Situation d'assistance non appréciée

« Et qu'on ne me parle pas d'indemnisation. Dendaletche, dans son bouquin, dit « un peu d'argent frais est toujours bon à prendre », mais attends, on ne les a pas attendus pour gagner de l'argent. C'est quoi cette vision coloniale? » Cet interview d'un éleveur dans le livre *Vivre avec l'ours* de Farid BENHAMMOU (2005) révèle le malaise créé par le système d'aide en cas d'attaque de grands carnivores. Soit les éleveurs ne sont pas indemnisés (imputabilité à l'ours non prouvé) et protestent car ils n'ont pas choisi la présence de l'ours, soit ils sont indemnisés mais regrettent que les aides de l'état leur soit nécessaire pour la survie de leur élevage.

De plus, il y a aussi une dimension sentimentale. En effet, les éleveurs et bergers sont attachés à leurs bêtes. L'argent ne suffit pas à combler la perte des bêtes, que les éleveurs sont censés pouvoir protéger. L'indemnisation est souvent utilisée dans un souci de paix sociale afin de compenser la perte économique mais sans effet sur la perte affective.

3.3 Mesures de protection entreprises

Les mesures de protection sont constituées par la mise en place :

- d'un berger
- de clôtures électriques
- d'un chien de protection type Patou (la race Chien des Pyrénées par exemple)

Le financement du pastoralisme est assuré par l'Etat (MAAP, FNADT), les fonds européens (FEADER, FEDER) et d'autres financeurs tels que les collectivités territoriales dans le cadre du Plan de soutien à l'économie agro-sylvo-pastorale pyrénéenne pour la période 2007-2013.

Un berger doit être présent constamment pour protéger les animaux de l'ours. Sans une intervention humaine, une protection est vouée à l'échec, ce qui entraîne un travail supplémentaire ou des frais de main-d'œuvre supplémentaires. Un financement est accordé, de façon indirecte, pour renforcer ce gardiennage permanent. Le berger est obligé de rester en altitude et donc ne peut pas descendre pour se ravitailler ou écouler sa production (lait, etc). Pour que la surveillance soit continue, des aides sont apportées au berger par les Ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie. Par exemple le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable finance le portage du matériel de première nécessité (sel, bois de chauffage...). D'autres aides sont apportées comme par exemple la prise en charge de moyen de communication moderne (téléphone portable, radiotéléphone...) afin de mieux prévenir les attaques d'ours en informant le berger de la présence d'un ours dans les environs. Un programme d'amélioration des cabanes pastorales nécessaires à un gardiennage permanent a été également mis en place. Le réseau des bergers d'appui de l'association La Pastorale Pyrénéenne apporte une aide complémentaire gratuite composée de deux missions : information – sensibilisation (lors de contact avec les éleveurs et bergers) et appui technique (aide aux bergers sur les estives concernées par la présence d'un ours) (D.R.E.A.L., 2011). Un support technique pour l'éducation des chiens de protection est également organisé par La Pastorale Pyrénéenne (intervention gratuite) afin de former les éleveurs individuellement ou collectivement (D.R.E.A.L., 2011).

L'achat de clôtures électrifiées nécessaires au regroupement nocturne des troupeaux et l'aménagement de lieu sont financés jusqu'à 100% par l'Etat.

Le regain de l'utilisation des chiens de protection débute en 1995 dans les Pyrénées sous l'influence de l'association ARTUS dans le cadre du programme financier européen Life « conservation des vertébrés menacés dans les Pyrénées françaises ». En 1997 un « coordinateur local chien de protection » est recruté par l'Association des Pâtres de l'Ariège de façon à disposer d'une personne présente en permanence sur le terrain. En juin 2001, l'Association des Pâtres se retire du dispositif et l'action est reprise par l'Association pour la Cohabitation Pastorale et se développe.

Elle est financée le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. Si le comportement du chien est adapté à la garde de troupeau et que le propriétaire «l'utilise» pendant au moins 3 mois, une aide est attribuée pour couvrir une partie des dépenses liées à son entretien (la nourriture notamment). De plus, un appui technique est apporté par deux animateurs « chien Patou » de l'Association pour la Cohabitation Pastorale qui aide les éleveurs désireux d'utiliser ces chiens pour la protection de leur troupeaux. Des techniciens itinérants de l'Equipe Ours (O.N.C.F.S.) interviennent également. En effet, le dressage des chiens Patou n'est pas simple pour quelqu'un de non initié. Ces interventions permettent de limiter les incidents entre les randonneurs de la montagne et ces chiens. Toutefois, il faut savoir que la race utilisée comme Patou est la race responsable du plus petit nombre de morsures.

Dans ce contexte de conflit majeur, il est difficile d'utiliser la fréquence des plaintes sur la prédation comme indice de la variation de la population d'Ours brun dans les Pyrénées. Consciente de ce fait, l'équipe « Ours » de l'O.N.C.F.S. a décidé de ne pas intégrer la fréquence des plaintes contre la prédation sur le bétail dans les différents protocoles de suivi.

Troisième partie : évaluation d'un protocole indiciaire de suivi des variations de taille de population de l'Ours brun dans les Pyrénées Occidentales

En 1996, avant l'introduction d'ours slovènes, la population pyrénéenne était petite (5 individus). Depuis cette période, chaque individu est identifié et nommé grâce aux captures, colliers GPS, pièges photographiques...

En 2013, la population pyrénéenne compte désormais 22 individus. Il devient donc de plus en plus difficile et coûteux de réaliser un suivi de la population à l'échelle individuelle.

L'observation d'indices (empreintes, poils, fèces...) peut permettre de détecter une diminution de la taille de la population étudiée. L'application de telles méthodes dans les Pyrénées pourrait permettre de simplifier les procédures de suivi et d'en diminuer par la même occasion le coût.

Notre première hypothèse de travail est que le protocole mis au point par l'O.N.C.F.S., qui s'appuie sur l'observation de fèces, pistes et poils principalement, pourrait permettre de détecter les variations de taille de population de l'Ours brun.

Notre deuxième hypothèse de travail est que l'utilisation simultanée de plusieurs types d'indices se révélerait plus sensible que les pistes seules pour mettre en évidence ces mêmes fluctuations de population.

Chapitre 1 : Matériel et Méthode

1.1 Réseau Ours brun (ROB)

Le Réseau Ours brun (R.O.B.), créé en 1984, est piloté par l'Equipe Ours de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (O.N.C.F.S.). Il regroupe actuellement plus de 300 membres (bénévoles et professionnels).

Chaque membre du R.O.B. est formé par l'Equipe Ours de l'O.N.C.F.S. durant une journée : des informations théoriques sont fournies puis une partie pratique est dispensée.

A la fin de cette formation, un mémento de 23 pages (CAMARRA et al, 2012) en format de poche est distribué. Suite à cette formation, les bénévoles sont sollicités afin de parcourir les itinéraires de prospection pédestre afin de découvrir un maximum d'indices ; le mémento a pour fonction de leur rappeler les bases de ce qu'ils ont appris durant leur formation. Les membres nouvellement formés sont accompagnés lors des premières sorties d'agents expérimentés.

Dans les Pyrénées, le suivi d'une espèce aussi discrète que l'Ours brun repose essentiellement sur des méthodes de suivi indirectes. Deux méthodes de collecte des indices de présence coexistent dans les Pyrénées (CAMARRA et al, 2012) :

- la méthode opportuniste : tout utilisateur de la nature, membre ou non du Réseau Ours brun (R.O.B.), a la possibilité de signaler un indice de présence observé de façon non programmée
- la méthode systématique : des opérations de terrain sont programmées selon divers protocoles. Ceci permet d'effectuer un échantillonnage homogène des zones de présence de l'Ours brun. Ce sont les membres du R.O.B. qui récoltent les données selon les protocoles établis par l'O.N.C.F.S..

A chaque observation, une feuille de renseignement est complétée (*annexe 4*). Les données récoltées sont analysées par les animateurs de réseau puis l'appartenance des indices à l'Ours brun est validée (MARBOUTIN et al, 2013).

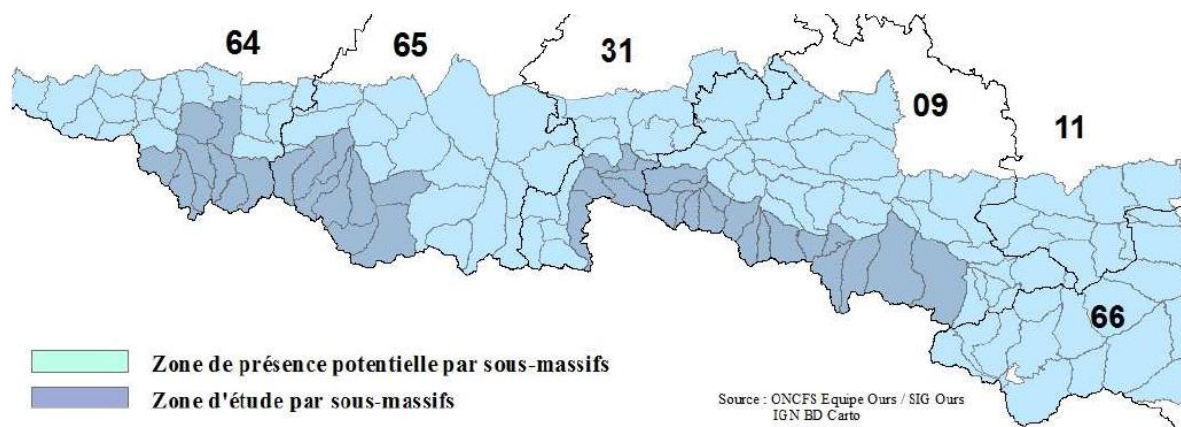
L'engagement des bénévoles dans le R.O.B se traduit par une prospection sur un itinéraire pédestre une à quatre fois dans l'année, généralement au cours d'un week-end, au printemps puis en été, selon les disponibilités. En 2013, 33 % des membres du Réseau de suivi d'Ours brun (R.O.B.) sont bénévoles. La présence de

bénévoles permet de diminuer considérablement le coût du suivi de la population d'Ours brun dans les Pyrénées.

1.2 Zone étudiée

La population pyrénéenne des Ours bruns est suivie sur l'ensemble du massif. La zone d'étude comprend la zone de présence régulière de l'Ours brun et une partie de la zone de présence occasionnelle. Ces deux zones regroupent environ 4 000 km² répartis sur 6 départements (les Pyrénées Atlantiques (64), les Hautes Pyrénées (65), la Haute Garonne (31), l'Ariège (09), l'Aude (11), les Pyrénées Orientales (66)) (Figure 14).

Figure 14 : Carte de la zone d'étude sur les Pyrénées françaises, d'après CAMARRA & SENTILLES, 2012.

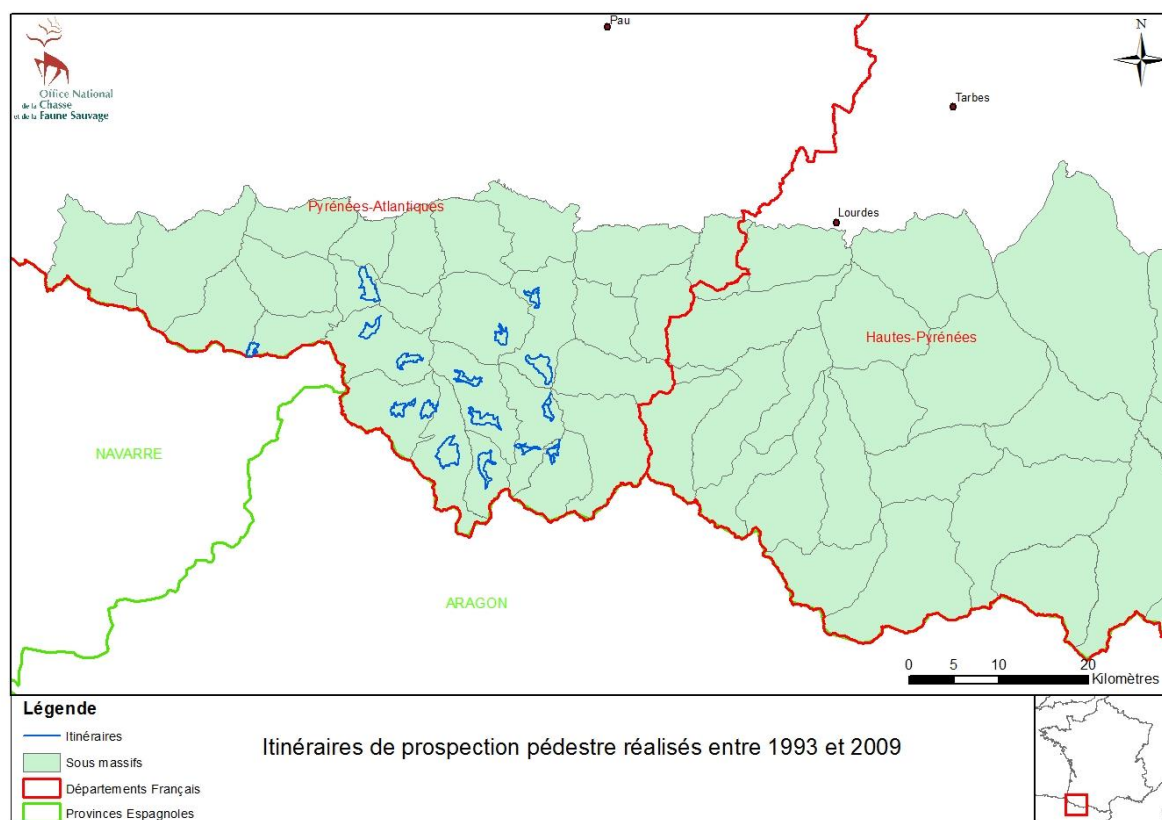


La zone d'étude est découpée en sous-massifs, en fonction des vallées et des lignes de crêtes. Un sous-massif peut couvrir les besoins d'un ours sur quelques jours voire sur quelques semaines. Soixante-six sous-massifs ont été découpés sur la zone d'étude.

La zone d'étude est séparée en deux noyaux indépendants (

Figure 1514) : les Pyrénées Occidentales et les Pyrénées Centro-Orientales. Ces deux populations sont considérées comme fermées depuis 2001 car il n'y a plus d'échanges d'individus (MARBOUTIN et al, 2013).

Figure 15 : Carte de localisation des itinéraires de prospections pédestres dans les Pyrénées françaises occidentales ; source : O.N.C.F.S. Equipe Ours / SIG Ours, IGN BD Carto, d'après (CAMARRA & SENTILLES, 2012)



Le noyau occidental s'étend sur environ 1 700 km², à cheval sur les Pyrénées Atlantiques et les Hautes Pyrénées, l'Aragon et la Navarre. Les Pyrénées Occidentales, zone étudiée ici, a vu sa population passer de six individus en 1995 à deux en 2010. Cette zone comprend 16 sous-massifs.

1.3 Indices utilisés

Sur les stations d'observation, tous les types d'indices (fèces, empreintes, poils, griffades...) révélant la présence d'Ours brun sont utilisés. Les indices de prédation ne sont pas pris en compte (ils ne sont pas rencontrés sur les itinéraires). Toutefois, certains indices, comme les pistes ou les poils, sont plus fréquents que d'autres grâce notamment à des dispositifs mis en place afin de les révéler plus facilement :

- les revoirs afin de voir plus facilement des empreintes et des empreintes de meilleure qualité,
- les barbelés (*Figure 16 16*) et les grillages (*Figure 17 17*) récoltant plus de poils que les arbres. Les grillages, plus efficaces, doivent

- cependant être changés plus régulièrement car ils ont tendance à être roulés en boule lors des frottements (*Figure 1818*),
- l'essence de térébenthine, attractive pour les ours, les incite à se frotter de préférence contre les arbres portant des barbelés et/ou des grillages.

Figure 16 : Poils de bourre accrochés sur un fil barbelé observés le 18.05.2014 sur un itinéraire.



E. Legrand

Figure 17 : Grillage installé sur un arbre, le long d'un itinéraire (04.06.2014).



Figure 18 : Poils de bourre capturés par un grillage observés le 02.06.2014 sur un itinéraire.



Sur chaque itinéraire, ces aménagements cités ci-dessus favorisent la détection de l'espèce. Des pièges à poils avec de la térébenthine comme appât sont associés à des revoirs et sont placés le long de l'itinéraire. Les ours peuvent également se frotter sur des arbres dépourvus de ces dispositifs. Il semblerait que des arbres vivants, toujours des conifères, soient utilisés comme repères au moment du rut ou comme simulacres d'accouplement (PARDE, 1984). De la terre fine et meuble est travaillée sur environ 3 mètres de long et 45 centimètres de large pour former des revoirs. Les empreintes ne sont pas comptées de façons distinctes : celles provenant d'un seul et même ours sont regroupées et comptent pour une piste. Sur un même arbre, il est possible de récolter plusieurs touffes de poils situées en différents endroits sur l'arbre et à différentes hauteurs par rapport au sol. Chaque touffe de poils constitue un indice.

La récolte de fèces sur les itinéraires pédestres est possible également. Elle est parfois associée d'une analyse A.D.N. spécifique afin de déterminer l'espèce (analyse de l'A.D.N. mitochondrial) et l'identité de l'ours (analyse de l'A.D.N. nucléaire) (DUCHAMP & QUENETTE, 2005). Les analyses sont réalisées avec la collaboration du laboratoire d'Ecologie Alpine de Grenoble qui dresse le profil génétique de chaque individu et établit les liens de parenté grâce à l'analyse de différents loci (DUCHAMP & QUENETTE, 2005).

Les indices de l'Ours brun sont facilement identifiables car facilement dissociables en France des autres espèces (à l'exception déjà signalée de la confusion possible entre une empreinte d'ourson et celle d'un blaireau adulte). Le contexte général (présence d'autres empreintes plus grandes, de fèces ou de poils) permet alors de faire la différence.

L'avantage de cette méthode est qu'un observateur peut recueillir plusieurs types d'information et d'indices sur un même parcours.

1.4 Format de l'Indice Général

1.4.1 Mesures

Effectif minimum

L'effectif minimum N est déterminé par le nombre d'individus détectés et identifiés de façon certaine par piégeage photographique, colliers GPS, analyse génétique non invasive (à partir de fèces et de poils), détection simultanée d'indices situés à grande distance les uns des autres (au moins 10 km) et mesures d'empreintes.

Nombre de pistes et d'indices

Sur chaque itinéraire, la présence ou l'absence de fèces, de poils et de griffades, ainsi que le nombre de pistes est relevé par l'observateur. Une piste correspond à une série d'empreintes laissées par le même animal, c'est-à-dire des empreintes de même taille sur la même ligne et dans le même sens. Les pistes sont dues à deux animaux différents si :

- les empreintes sont de taille différente (au moins 1 cm d'écart)
- les pistes ne sont pas continues ou vont dans des sens et/ou directions différents.

D'après chaque fiche remplie par itinéraire lors de toutes les visites, le nombre de pistes a été déterminé puis le nombre de piste par kilomètre (selon la longueur de l'itinéraire).

Deux indices ont été choisis : le nombre de pistes par kilomètre X_{ij} et le nombre de total d'indices (les poils, les fèces... y compris les pistes) par kilomètre Y_{ij}

$$X_{ij} = \frac{\text{Nombre total de pistes lors de la visite } j}{\text{Nombre de km itinéraire } i}$$

$$Y_{ij} = \frac{\text{Nombre total d'indices lors de la visite } j}{\text{Nombre de km itinéraire } i}$$

Calcul de l'indice général (IG)

L'Indice Général reflète l'abondance de l'Ours brun dans la zone étudiée des Pyrénées Occidentales de 1 700 km². L'Indice Général IG_x est calculé à partir de la seule observation des pistes (empreintes). L'Indice Général IG_y est calculé à partir de l'ensemble des indices observés lors de la visite des itinéraires (empreintes, fèces, poils essentiellement).

$$IG_x = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d \left(\frac{1}{S_j} \sum_{i=1}^{S_j} X_{ij} \right)$$

et

$$IG_y = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d \left(\frac{1}{S_j} \sum_{i=1}^{S_j} Y_{ij} \right)$$

avec : - d le nombre de visites

- $j \in \llbracket 1 : d \rrbracket$

- S le nombre total d'itinéraires

- S_j le nombre d'itinéraires observés lors de la visite j , $S_j < S$

- X_{ij} le nombre de pistes par kilomètre observées lors de la visite j sur l'itinéraire i et Y_{ij} le nombre d'indices (pistes, fèces et poils) par kilomètre observées lors de la visite j sur l'itinéraire i

Variations annuelles de l'indice général et de l'effectif minimum

A partir de ces résultats, il a été possible de déterminer :

- la variation de l'effectif minimum V_N entre l'année n et l'année $n + 1$

$$V_N = \frac{N_{n+1} - N_n}{N_n} * 100$$

- la variation de IGx entre l'année n et l'année $n + 1$

$$V_{IGx} = \frac{IGx_{n+1} - IGx_n}{IGx_n} * 100$$

- la variation de IGy entre l'année n et l'année $n + 1$

$$V_{IGy} = \frac{IGy_{n+1} - IGy_n}{IGy_n} * 100$$

1.4.2 Stations d'observation

Un itinéraire pédestre est prédéfini sur des sentiers ou des pistes forestières. Un itinéraire a été mis en place dans chaque sous-massif comme présenté par les cartes (*Figure 14* et

Figure 1515). Ces itinéraires avaient été choisis afin de réaliser un effort d'échantillonnage d'environ 0,2 km par km² de sous-massif.

Les stations d'observation sont ici des itinéraires pédestres choisis selon les connaissances du terrain et de l'espèce, ce qui permet d'augmenter la probabilité de détection des individus.

Le taux moyen de pénétration dans la zone étudiée est de 0,11 km de transect / km² de zone étudiée soit 1 km de transect / 9,2 km² de zone étudiée.

Les mêmes itinéraires pédestres ont été suivis depuis plus de dix ans.

1.4.3 Durée et fréquence

Pour cette étude de suivi de dynamique de population dans les Pyrénées Occidentales (Pyrénées Atlantiques et Hautes Pyrénées), la méthode choisie est la méthode systématique puisque celle-ci permet un échantillonnage de la zone d'étude plus homogène.

Parmi les différents protocoles systématiques existants, deux ont été retenus. Les deux protocoles retenus s'organisent autour des itinéraires de prospections pédestres. Lors de la mise en place de ces deux protocoles, ce sont les mêmes itinéraires qui sont parcourus mais les dates de visite et la fréquence de visite sont modifiées.

Méthode d'échantillonnage « Une fois par Semaine » : chaque itinéraire pédestre est parcouru une fois par semaine au courant du mois de mai (donc quatre fois). Les ours, sortant de leur tanière sont alors très actifs et parcourent beaucoup de chemin : leur probabilité de détection est forte sur cette période.

Méthode d'échantillonnage « Opération de Recherche Simultanée d'Ours (O.R.S.O.) » : cette méthode vise à obtenir une image instantanée de la localisation des ours sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne. Selon les conditions météorologiques (précipitations neigeuses, température), une semaine d'avril ou de mai est choisie pour chaque itinéraire. Lors de cette semaine, chaque itinéraire est prospecté quotidiennement, pendant cinq jours. La période est choisie de façon à maximiser la probabilité de détection des Ours bruns du fait de leurs déplacements pendant cette période.

Nous avons choisi ici de ne tenir compte que de la première visite du protocole O.S.R.O à laquelle s'ajoutent les quatre visites « une fois par semaine » ce qui correspond au total à cinq visites à l'intervalle d'une semaine au mois de mai. Nous nous intéressons aux résultats fournis entre 1995 et 2008 soit 14 années de suivi suivant les mêmes itinéraires à la même période de l'année. Les visites ont été répétées au cours d'une session d'échantillonnage. Le protocole est de 5 visites par an à un intervalle d'une semaine au courant du mois de mai. Selon les années et les conditions météorologiques, le protocole peut débuter fin avril ou terminer début juin. L'accumulation des traces sur une semaine entière augmente la puissance de l'indice utilisé car sont alors récoltés les indices accumulés sur sept jours.

Le fait de réaliser l'échantillonnage à la même période de l'année permet de s'affranchir de l'effet des variations saisonnières sur la dynamique de population (DAJOZ, 1974).

Nous avons choisi ici de ne tenir compte que de la première visite du protocole O.S.R.O..

Protocole utilisé dans cette étude : 4 visites « une fois par semaine » + 1^e visite « O.R.S.O. » = 5 visites à l'intervalle d'une semaine au mois de mai.

Dans cette étude, nous nous intéresserons aux résultats fournis entre 1995 et 2008 (14 années de suivi). Les visites ont été répétées au cours d'une session d'échantillonnage. Le protocole est de 5 visites par an à un intervalle d'une semaine au courant du mois de mai. L'accumulation des traces sur une semaine entière augmente la puissance de l'indice utilisé car sont alors récoltées les indices accumulés sur sept jours.

Sur 14 années, les mêmes itinéraires ont été suivis à la même période de l'année. Le fait de réaliser l'échantillonnage à la même période de l'année permet de s'affranchir de l'effet des variations saisonnières sur la dynamique de population (DAJOZ, 1974). Les itinéraires sont visités approximativement aux mêmes dates.

En résumé, le protocole s'appuie sur :

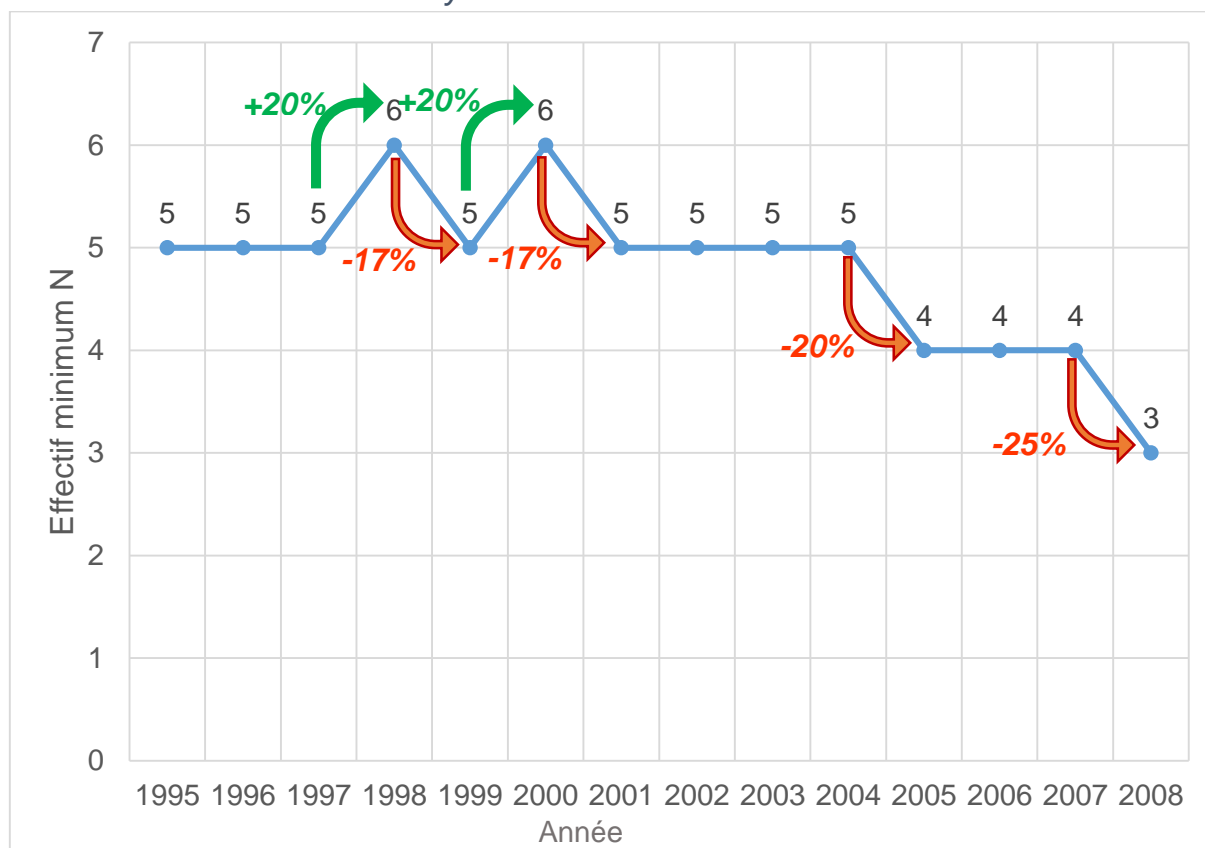
- le R.O.B. : bénévoles et professionnels (365 membres dont 120 bénévoles en 2013 c'est-à-dire 33% de bénévoles)
- un relevé des indices : pistes (empreintes) et autres (fèces, poils...) sur 16 itinéraires sur 16 sous-massifs sur 14 années
- une même saison de prospection (fin avril - mai) : 5 visites à une semaine d'intervalle (1 jour ou 1 week-end pour chaque observation)
- un taux de pénétration de 0,11 km de transect / km² de zone étudiée

Chapitre 2 : Résultats

2.1 Effectif minimum

L'effectif minimum est de 3 à 6 ours dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008 (Figure 1919).

Figure 19 : Évolution de l'effectif minimum d'Ours brun estimé et détecté par le R.O.B. dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008.



L'effectif minimum a augmenté de 20% (1 ours sur 5) entre 1997 et 1998 et entre 1999 et 2000 (Figure 1919). L'effectif minimum a diminué de 17% (1 ours sur 6) entre 1998 et 1999 et entre 2000 et 2001 puis de 20% (1 ours sur 5) entre 2004 et 2005 et de 25% (1 ours sur 4) entre 2007 et 2008 (Figure 1919).

Tableau V : Identité des ours présents dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008.

Année	Effectif minimum	Nom des ours
1995	5	Cannelle, Camille, Papillon, Chocolat, Pyren
1996	5	Cannelle, Camille, Papillon, Chocolat, Pyren
1997	5	Cannelle, Camille, Papillon, Chocolat, Pyren
1998	6	Cannelle, Camille, Papillon, Chocolat, Pyren Aspe ouest
1999	5	Cannelle, Camille, Papillon, Chocolat, Aspe ouest
2000	6	Cannelle, Camille, Papillon, Aspe ouest, Néré, ourson de Canelle
2001	5	Cannelle, Camille, Papillon, Aspe ouest, Néré
2002	5	Cannelle, Camille, Papillon, Aspe ouest, Néré
2003	4	Cannelle, Camille, Aspe ouest, Néré
2004	4	Cannelle, Aspe ouest, Néré, Cannellito
2005	4	Camille, Aspe ouest, Néré, Cannelito
2006	4	Camille, Aspe ouest, Néré, Cannelito
2007	4	Camille, Aspe ouest, Néré, Cannelito
2008	3	AspeOuest, Néré, Cannelito

Aspe Ouest est un mâle né en 1998 de la femelle Cannelle, morte en 2004 lors d'un accident de chasse pendant une battue au sanglier.

Au cours des années 1998 et 1999, l'ours Pyren, respectivement l'ours Chocolat, ne sont plus détectés par les membres du réseau. Ils sont tous les deux considérés morts l'année suivante mais aucun des deux corps n'a été retrouvé.

L'ourson de Canelle né en 2000 est mort dans l'année. Néré est un mâle né en 1997 d'une femelle slovène Zlva introduite en 1996.

En 2003, Papillon sort de la zone étudiée (*tableau V*).

Camille, ours mâle, sort de la zone d'étude à plusieurs reprises, en 2004 et 2008. En 2010, Camille n'a pas été repéré, sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne, par le R.O.B. depuis plusieurs années (R.O.B., 2010).

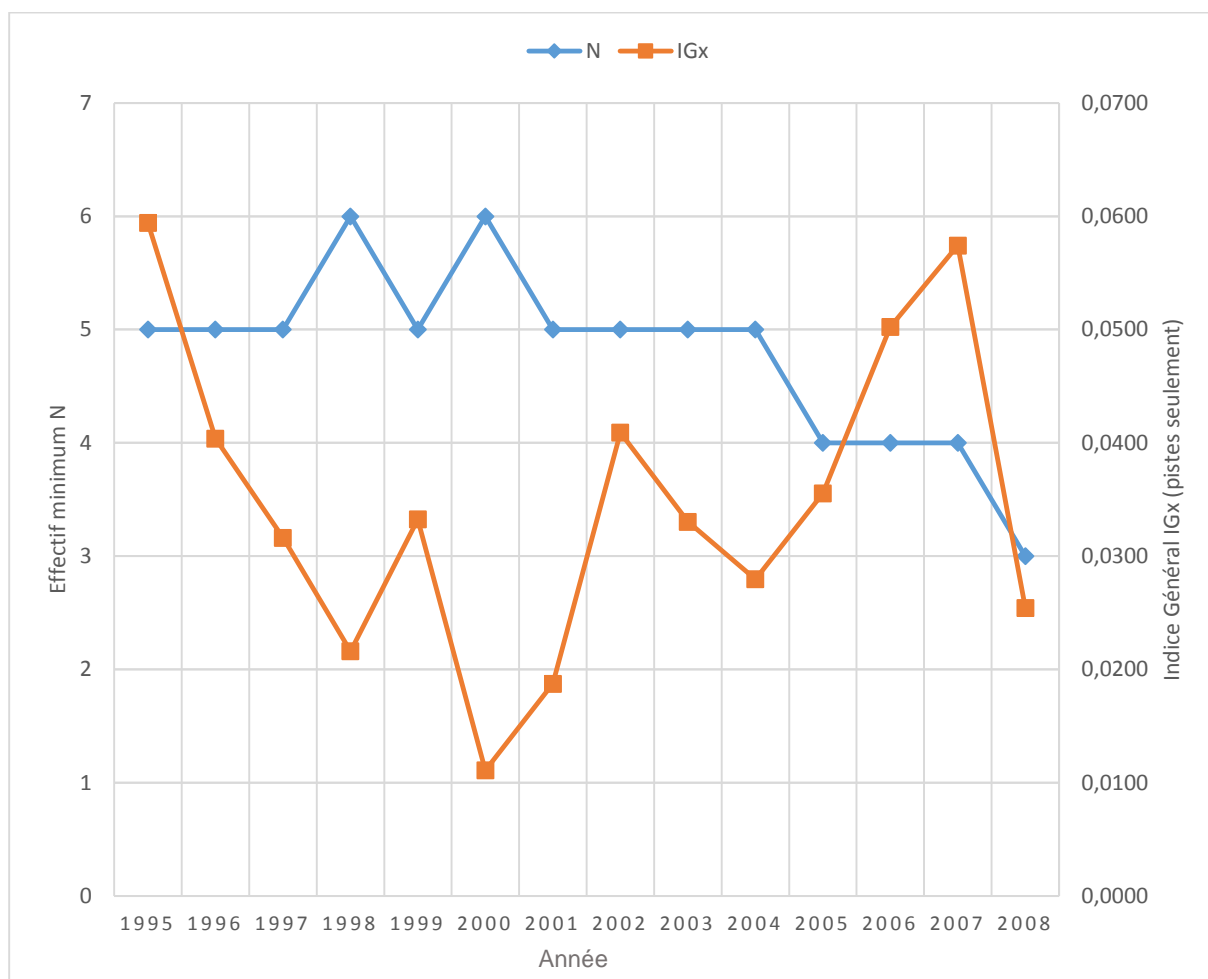
En 2004, Cannelito, ourson de Canelle, naît. Le père de Cannelito est Néré (R.O.B., 2010).

2.2 Indice général

Le calcul de l'Indice général est détaillé dans l'annexe 5 pour les pistes observées lors des prospections menées sur les seize itinéraires en 1998.

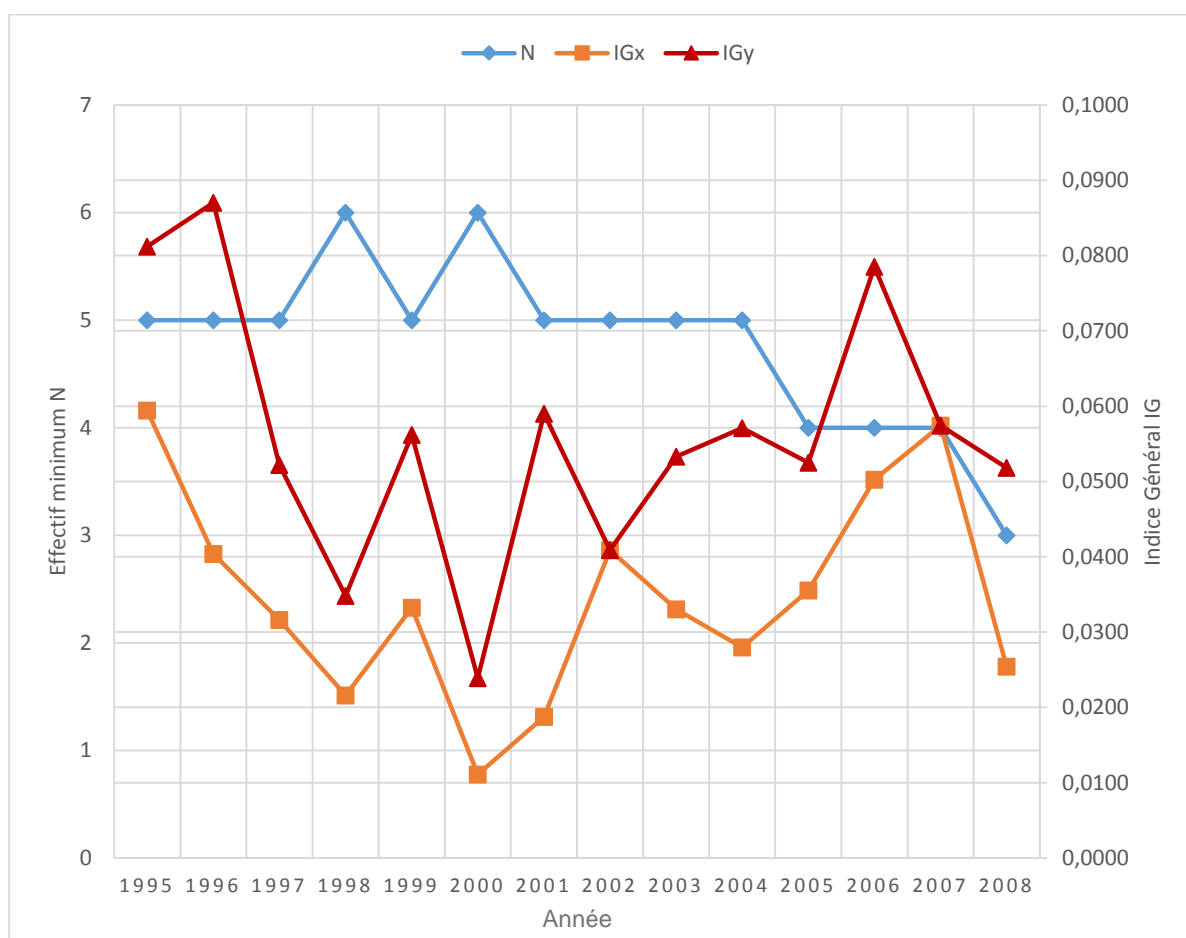
Les variations de l'indice général obtenu à partir des observations de pistes uniquement sont importantes et ne suivent pas la courbe de l'effectif minimum de population d'ours bruns (*Figure 2020*).

Figure 20 : Effectif minimum et Indice Général IGx (observation uniquement des pistes) entre 1995 et 2008.



Comme attendu du fait du mode de calcul des indices généraux, les valeurs de l'indice général obtenu via les différents indices observés sur les itinéraires sont plus grandes que celles de l'indice général obtenu par les pistes uniquement (*Figure 2121*). Les indices généraux suivent globalement la même courbe d'évolution en fonction des années (*Figure 2121*).

Figure 21 : Effectif minimum N et Indices Généraux IGx (observation des pistes uniquement) et IGy (observation de tous les types d'indices) entre 1995 et 2008.



2.2.3 Durée et fréquence

Les caractéristiques des seize itinéraires suivis pendant ces 14 années sont rapportées dans le *tTableau VI*.

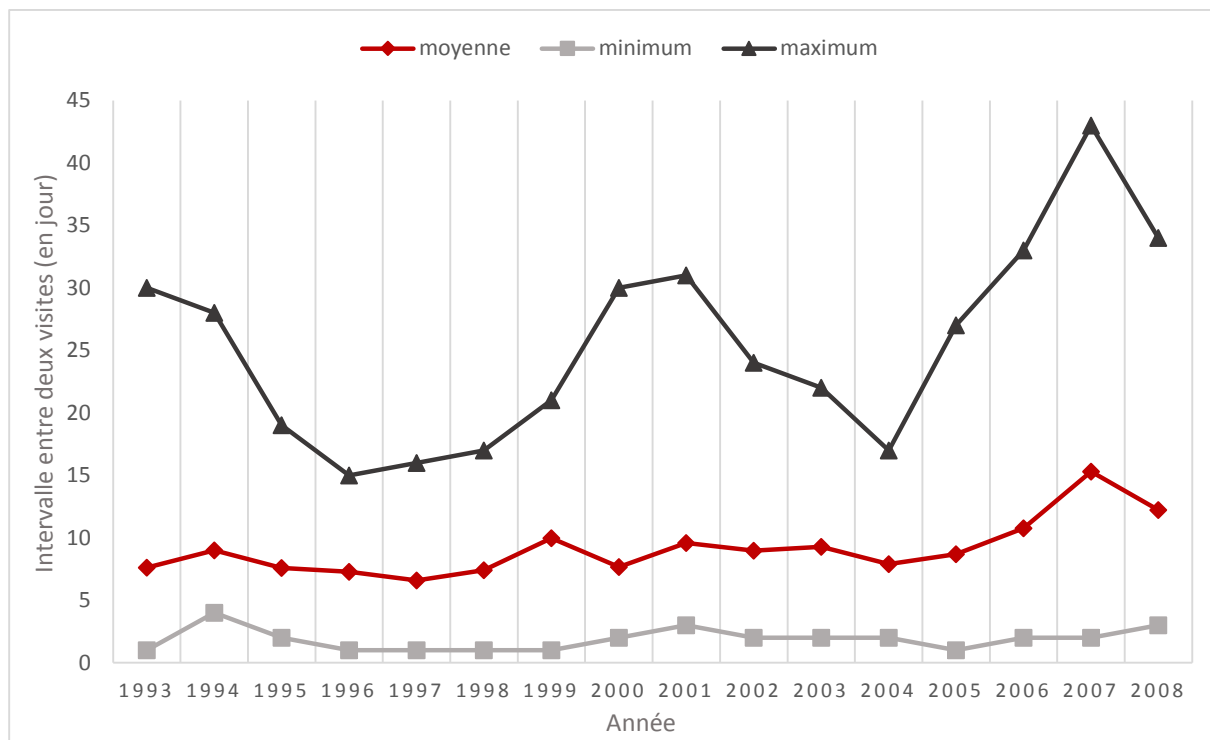
Tableau VI : Caractéristiques des itinéraires de prospection pédestre

Nombre d'itinéraires	16
Longueur moyenne des itinéraires (km)	11,53
min - max	9,03 - 13,88
Distance totale prospectée (km)	184,55
Effort d'échantillonnage (km prospecté/km ²)	0,11

Les dates de visites sont fixées à l'avance mais celles-ci ne sont pas toujours respectées. Certains bénévoles ne peuvent se libérer que le dimanche. Parfois, pour une visite donnée, aucun bénévole n'est disponible dans le secteur. De plus, les conditions climatiques empêchent parfois les membres du réseau ROB de se rendre sur

place (par exemple, lors de cols fermés). Tout ceci est à l'origine d'une variation de l'intervalle de temps entre deux visites entre un jour et un mois (Figure 2222).

Figure 22 : Intervalle moyen et extrêmes entre deux visites réalisées sur un itinéraire entre 1995 et 2008.



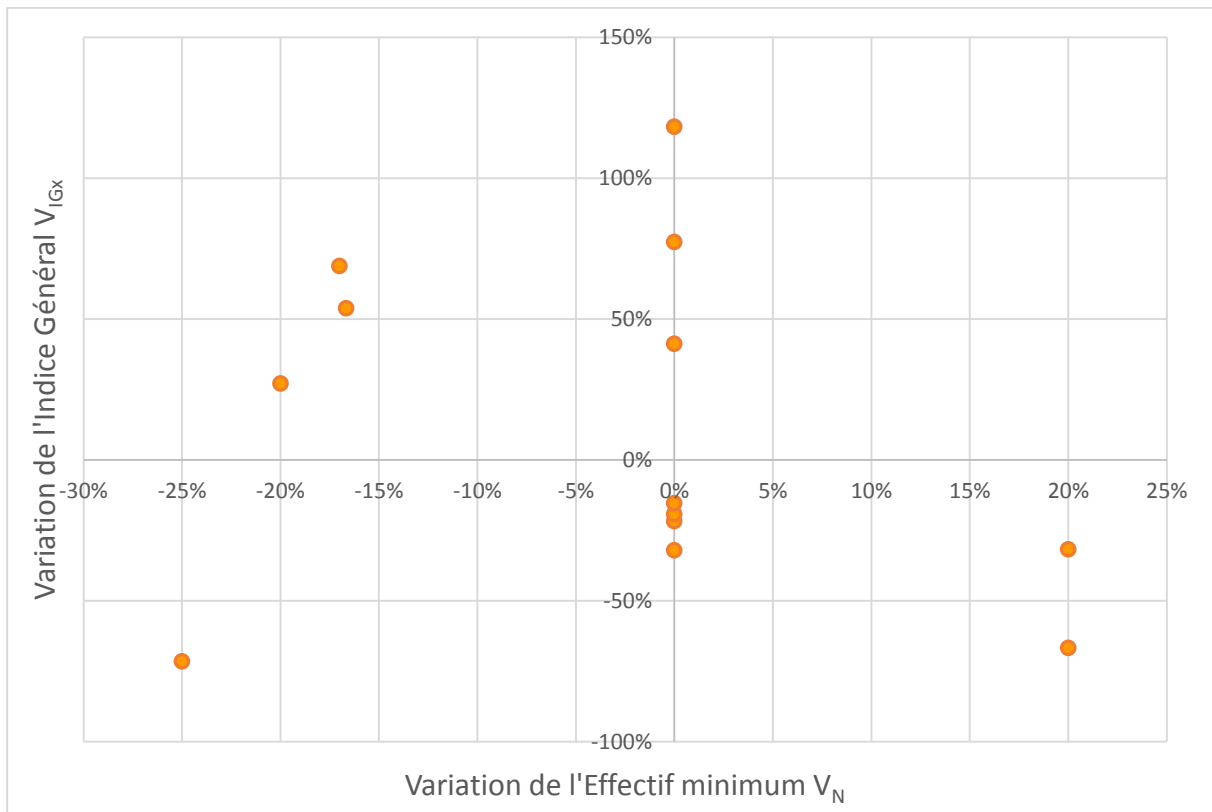
Sur de nombreux itinéraires, les cinq visites du mois ne sont pas réalisées. Sur les 1 120 visites prévues par le protocole (cinq visites sur les seize itinéraires pendant 14 ans), 36 % des visites prévues dans le protocole initial n'ont pas été réalisées (404 visites manquantes). Le nombre moyen de visite par an révèle de fortes inégalités entre les itinéraires : l'itinéraire ayant été le moins visité compte une visite par an en moyenne sur les quatorze années de suivi tandis que l'itinéraire le plus suivi a été visité 4,8 fois par an en moyenne.

Le nombre moyen de visites par itinéraire est de 3,2 visites par itinéraire et par an – la médiane se situe à 3,5 visites par an par itinéraire – mais les extrêmes sont très éloignés (de 0 à 6 visites par itinéraire et par an).

2.3 Variations de l'indice général en fonction de V_N

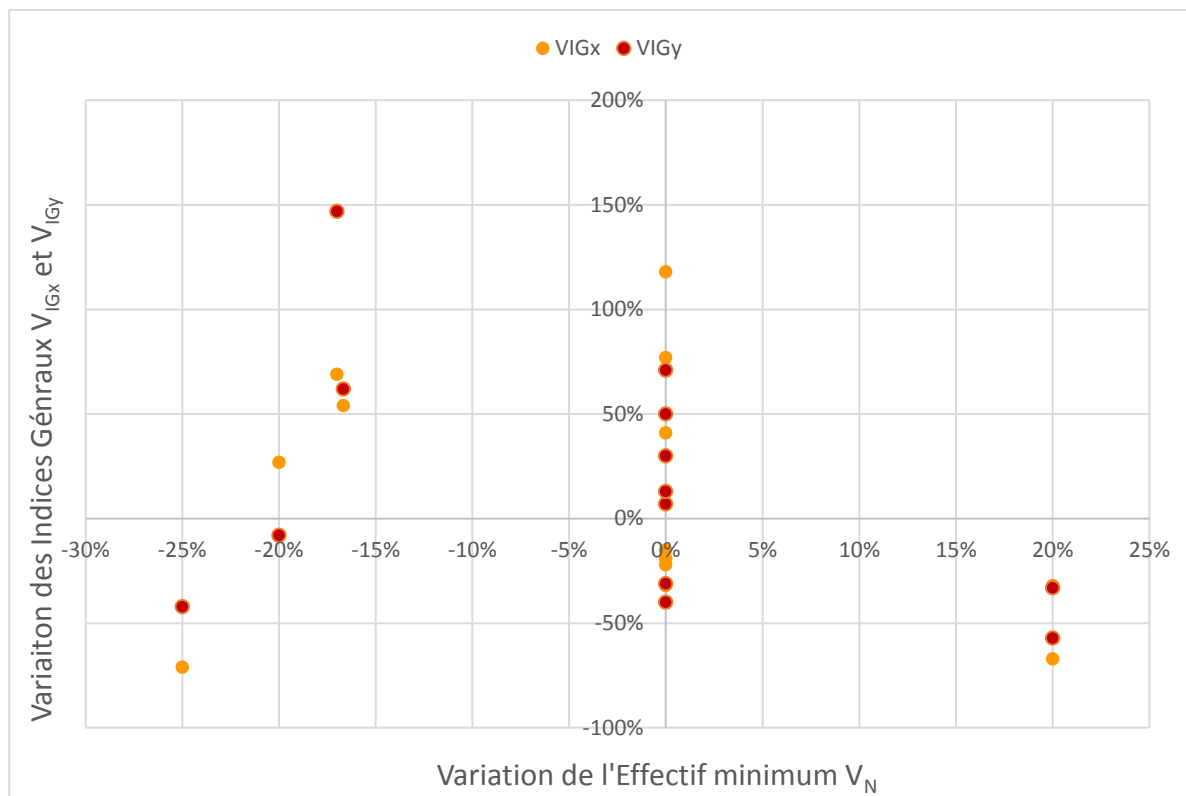
La variation de l'indice général V_{IGx} ne suit pas les variations de l'effectif minimum V_N (Figure 2324). Le nuage de point est tel que la régression linéaire n'est pas significative.

Figure 23 : Variation de l'Indice Général V_{IGx} en fonction de la variation de l'effectif minimum V_N .



Les variations de l'indice général V_{IGy} sont proches de celles de V_{IGx} (Figure 2425) et ne permettent donc pas non plus de prédire les variations de l'effectif minimum V_N . Dans cette étude, l'Indice général calculé à partir des pistes n'est pas sensible aux variations de la population d'ours suivie. Contrairement à notre hypothèse, l'observation de tous les indices ne permet pas non plus de détecter les variations de la population d'Ours brun : l'Indice général obtenu à partir de tout type d'indices n'est pas plus sensible aux variations de la population suivie que l'indice général calculé à partir des pistes uniquement.

Figure 24 : Variations des indices généraux V_{IGx} et V_{IGy} en fonction des variations de l'effectif minimum V_N .



Chapitre 3 : Discussion

D'après le protocole suivi dans les années 1993 - 2008, la variation de la taille de population des Ours bruns dans les Pyrénées Occidentales ne peut pas être malheureusement estimée à partir des seules méthodes de suivi indirectes.

3.1 Qualité de l'Indice Général

Taux de pénétration faible

Le taux de pénétration dans les Pyrénées Occidentales entre 1993 - 2008 est de 0,11 km/km² soit 1 km/9,2 km². Toutes les études publiées ne fournissent pas forcément l'indice de pénétration utilisé mais lorsque celui-ci est fourni, il est généralement supérieur à 0,2 km/km². Seule l'étude de (LINNELL et al, 2007) utilise un indice de pénétration très faible (0,08 km/km²) mais leur réussite peut s'expliquer par l'utilisation d'un substrat très propice qui est la neige.

Ce faible indice de pénétration peut expliquer une faible probabilité de détection. Il est important de rappeler qu'initialement ce protocole correspondait plus à définir une zone de présence (en termes de présence / absence). En effet, la Directive Habitat

Faune Flore éditée en 1992 s'intéresse particulièrement, tout comme le classement U.I.C.N., aux évolutions des aires de présence en plus de la dynamique de population (MARBOUTIN et al, 2013).

Irrégularité des visites

Le recours au bénévolat explique que certains itinéraires, situés en dehors de la zone régulière de présence, aient été négligés certaines années. Par ailleurs, les conditions météorologiques ont empêché, certaines années, le bon déroulement du protocole, malgré la motivation des membres du R.O.B.. De même, l'écart entre deux visites devait être d'une semaine environ mais selon les années et les itinéraires, l'intervalle entre deux visites varie de quelques jours à un mois. Les fortes irrégularités entre itinéraires concernant le nombre de visites et l'intervalle entre deux visites peuvent expliquer la faible répétabilité d'année en année.

3.2 Probabilité de détection

Faible densité de la population

CHOATE et al avaient montré en 2006 lors de leur étude sur le puma dans l'Utah (États-Unis) qu'il existe un seuil de densité à en dessous duquel la variation de taille de populations ne sont pas identifiables. En dessous du seuil de 1,6 pumas/km², la probabilité de détection était trop faible (CHOATE et al, 2006). Ainsi, l'échec de la méthode pourrait s'expliquer par la faible densité de la population ursine dans les Pyrénées Occidentales (1/80 km²) même si cette valeur-seuil de densité n'est pas encore connue pour l'Ours brun.

Afin de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse, il serait intéressant de réaliser la même étude, avec le même protocole, pendant une durée similaire, dans les Pyrénées Centro-Orientales.

Zone d'étude

Cette faible probabilité de détection peut aussi s'expliquer par la situation géographique de la zone d'étude par rapport à la zone d'occupation. La zone d'étude comprend la zone d'occupation mais certains itinéraires n'ont pas montré le passage de l'Ours depuis plusieurs années. En effet, les données issues des zones de présence dite irrégulières sont considérées comme non interprétables dans le cadre du suivi du lynx *Lynx lynx* et du loup *Canis lupus* en France car il est alors impossible de distinguer des artefacts de détection d'une présence sporadique réelle (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D., 2008).

Ceci contribue aux forts écarts d'indices par kilomètre selon les itinéraires. Dans d'autres études (LINNEL et al, 2007 ; SMALLWOOD & FITZUGH, 1995 ; STANDER, 1998 ; THORN et al, 2010), qui concernent des populations beaucoup plus développées et en meilleure santé, la zone d'étude est située au cœur de la zone d'occupation par l'espèce.

3.3 Sensibilité des Indices généraux

Sur les itinéraires au substrat rocailleux, les pistes ne peuvent pas être observées sauf en temps de neige. De plus, selon les conditions météorologiques, les empreintes sont plus ou moins visibles. L'observation d'autres indices comme les fèces ou les poils permet d'augmenter la probabilité de détection.

Seulement 4,2 % des visites (30 sur 716) ont permis de détecter un individu sans observer d'empreintes au sol sur l'ensemble des itinéraires entre 1993 et 2008. Ce pourcentage est plus élevé sur quelques itinéraires probablement plus propices aux marquages des arbres ou moins propices aux empreintes. La probabilité de détection d'un individu n'est donc pas augmentée de façon suffisante par l'observation de plusieurs types d'indices pour permettre la détection des variations de la population d'Ours brun dans les Pyrénées Occidentales.

Conclusion

L'utilisation des méthodes indiciaires est de plus en plus fréquente puisque celle-ci est moins coûteuse et non invasive pour les espèces étudiées. D'après diverses études, les indices les plus utilisés pour l'étude de la variation de population de grands carnivores sont les fèces, les pistes et les réponses vocales. Les réponses vocales sont utilisées seulement pour les espèces sociales et ayant des mœurs non charognardes. Les fèces et les pistes peuvent être utilisées pour toutes les espèces de grands carnivores mais il peut être difficile de les identifier comme appartenant de façon certaine à l'espèce étudiée.

Dans le cas particulier de l'Ours brun, les réponses vocales ne peuvent pas être utilisées car les individus ne vivent pas sur les mêmes territoires (sauf en période de rut) et les communications sonores de l'ours sont de faibles bruits peu audibles pour l'oreille humaine sans aide matérielle adéquate. En plus des fèces et des empreintes, il est possible d'observer des poils d'ours sur les arbres. De façon naturelle, l'ours se frotte aux arbres et laisse ainsi des poils accrochés sur l'écorce. Cette habitude peut être renforcée en plaçant de l'essence de térébenthine sur les arbres et il est possible d'augmenter le nombre de poils récupérés en installant un ou plusieurs fils barbelés.

L'hypothèse principale de travail était que les variations d'indices permettent de suivre les variations de population. La deuxième hypothèse était que l'utilisation de plusieurs indices est plus sensible que l'utilisation de pistes seules.

Ces deux hypothèses ont été testées dans le cadre du suivi de l'Ours brun mis en place par l'Equipe Ours de l'O.N.C.F.S. via le Réseau Ours Brun, dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008. Cinq fois par an en théorie (3 à 4 fois en moyenne en pratique), à un intervalle d'une semaine environ en moyenne, 16 itinéraires dans les Pyrénées Occidentales ont été parcourus à la recherche d'indices de tout type : fèces, poils, griffades... L'effectif minimum d'ours a été déterminé grâce à l'identification génétique de l'ensemble des individus de la population présente sur la zone étudiée.

Les variations de l'indice général ne sont pas corrélées avec les variations de l'effectif minimum d'ours brun détectés dans les Pyrénées Occidentales entre 1995 et 2008. L'utilisation de plusieurs types d'indice dans cette étude n'est pas plus sensible que l'utilisation du nombre de pistes uniquement.

Ceci peut s'expliquer pour plusieurs raisons. La taille de la population est faible (entre trois et six individus) sur la période étudiée, ce qui engendre une faible probabilité de détection. De plus, le taux de pénétration réalisé, 0,11km/km², est faible, comparé aux précédentes études réalisées par d'autres équipes. La grande variation d'intervalle de temps entre deux visites et de nombre de visites explique en partie aussi l'imprécision de la méthode.

Ce même protocole pourrait toutefois se révéler applicable dans les Pyrénées Centro-Orientales car la population est plus importante : il serait peut-être possible alors d'obtenir une meilleure probabilité de détection des individus.

Augmenter le taux de pénétration, par l'augmentation de la longueur des itinéraires ou du nombre d'itinéraires, augmente la probabilité de détection et probablement la sensibilité de la méthode. La mise en œuvre de cette solution est malheureusement largement limitée par les moyens humains à disposition.

Limiter la zone d'étude à une zone interne à la zone de fréquentation d'ours pourrait améliorer la précision de la méthode. Cependant, cela créerait une perte d'information en empêchant de connaître la distribution spatiale annuelle de l'ours. En effet, le suivi annuel mené par l'Équipe Ours de l'O.N.C.F.S. permet de déterminer la distribution spatiale et le statut de conservation de l'Ours brun sur l'ensemble des Pyrénées (O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours, 2008).

Bibliographie

- ALZIEU JP, BRUGERE-PICOUX J, BRARD C (2014). Particularités pathologiques des ruminants domestiques en estive dans les montagnes françaises. *INRA Productions Animales*, 27 (1) : 31-40.
- A.S.P.A.P. (Association pour la Sauvegarde du Patrimoine Ariège-Pyrénées) (2012). Pastoralisme et biodiversité : l'impossible cohabitation : liberté, responsabilité, loisirs... quel impact pour les usagers de la montagne ? Disponible sur : www.A.S.P.A.P..info/index.html (consulté le 06.05.2012).
- A.S.P.A.P. (2014). La révolte des Pyrénées : Pourquoi nous disons non. Disponible sur : <http://www.A.S.P.A.P..info/index.html> (consulté le 20.07.2014).
- BALDWIN RA, QUINN N, DAVID DH, ENGEMAN RM (2005). Indexing principles and a widely applicable paradigm for indexing animal populations. *Wildlife Research*, 32 (3) : 203–210.
- BANG P & DAHLSTRÖM P (2009). Guide des traces d'animaux. Les guides du Naturaliste. Paris : Delachaux et Niestlé. 244 pages. ISBN 2-603-00830-7.
- BENHAMMOU F (2005). Vivre avec l'ours. Saint Claude Diray : Hesse Editions. 153 pages. ISBN 2-911272-79-X.
- BENHAMMOU F, BOBBÉ S, CAMARRA JJ & REYNES A (2005). L'Ours des Pyrénées : les quatre vérités. Toulouse : Privat. 158 pages. ISBN 2-7089-5838-0.
- BENHAMMOU F & DANGLEANT C (2009). Ours, lynx, loup : une protection contre nature ? Toulouse : Milan. 117 pages. ISBN 978-2-7459-3807-7.
- BRECK SW, KLUEVER BM, PANASCI M, OAKLEAF J, JOHNSON T, BALLARD W, HOWERY L & BERGMAN DL (2011). Domestic calf mortality and producer detection rates in the Mexican wolf recovery area: Implications for live-stock management and carnivore compensation schemes. *Biological Conservation*, 144 : 930-936.
- BREITENMOSER U (1998). Large predators in the Alps: the fall and rise of man's competitors. *Biological Conservation*, 83 (3) : 279-289.
- BRUSCINO M (1989). Evaluating Mountain Lion depredation of domestic sheep. *Ninth Great Plains Wildlife Damage Control Workshop*.
- CAMARRA JJ, COREAU D, TOUCHET P (2007). Le statut de l'Ours brun dans les Pyrénées françaises : historique, évolution, perspectives. *Faune sauvage*, 277 : 18 – 29.

- CAMARRA JJ, SENTILLES J, DECALUWE F, QUENETTE PY (2012). Le memento du Réseau Ours Brun. Mise à jour : Février 2013. *Rapport technique de l'O.N.C.F.S.*
- CAPT S (2007). Monitoring and distribution of the lynx *Lynx lynx* in the Swiss Jura Mountains. *Wildlife Biology*, 13 : 356-364.
- CHOATE DM, WOLFE ML, STONER DC (2006). Evaluation of cougar population estimators in Utah. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (3) : 782–799.
- DE MARLIAVE O (2000). Histoire de l'Ours dans les Pyrénées : De la préhistoire à la réintroduction. Luçon : Editions Sud-Ouest. 254 pages. ISBN 9782879018430.
- DECALUWE F & QUENETTE PY (2009). Brown Bear Conservation in France : four years after the translocation of five bears from Slovenia. *International Bear News*, 18 (4) : 8-10.
- DAJOZ R (1974). Dynamique des populations. Paris : Masson. 301 pages. ISBN 2-225-38731-1.
- D.R.E.A.L. Midi-Pyrénées (2011a). Ours brun : Bilan des dommages. Disponible sur : <http://www.midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr/bilan-des-dommages-a7459.html> (consulté le 03.04.2014).
- D.R.E.A.L. Midi-Pyrénées (2011b). Programme de restauration et de conservation de l'Ours brun dans les Pyrénées : Mesures d'accompagnement. Téléchargeable sur la page « Documentation : Base documentaire : Cohabitation » : <http://www.paysdelours.com/fr/les-infos/base-doc-ours/base-doc-cohabitation.html> (consultée le 22.07.2014).
- D.R.E.A.L. Midi-Pyrénées, Service Biodiversité et Ressources Naturelles (2014). Bilan des dommages d'ours sur le massif des Pyrénées françaises 2013. Disponible sur la page « Ours brun » : <http://www.midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr/ours-brun-r3054.html> (consulté le 26.05.2014).
- DUCHAMP C & QUENETTE PY (2005).
- ETIENNE P, LAUZET J (2009). L'ours brun : Biologie et histoire, des Pyrénées à l'Oural. Collection Parthénope. Mèze : Biotope ; Paris : Publications scientifiques du Muséum. 400 pages. ISBN Biotope : 978-2-914817-17-2. ISBN MNHN : 978-2-85653-625-4.
- FERUS (association pour la conservation de l'ours, du loup et du lynx) (2007a). Plaquette : « Le Lynx en France ». Le Lynx : conservation et présence en

- France. Disponible sur : <http://www.ferus.fr/lynx/le-lynx-conservation-et-presence-en-france> (consulté le 01.05.2014).
- FERUS (2007b). Plaquette : « Le Loup en France ». Le Lynx : conservation et protection. Disponible sur : <http://www.ferus.fr/loup/le-loup-conservation-et-protection> (consulté le 01.05.2014).
 - FERUS (2014a). Plaquette : « L'Ours en France ». L'Ours : biologie. Disponible sur : <http://www.ferus.fr/ours/l-ours-biologie> (consulté le 11.06.2014).
 - FERUS (2014b). L'ours : conservation et présence en France. Disponible sur : <http://www.ferus.fr/ours/l-ours-conservation-et-presence-en-france> (consulté le 20.07.2014).
 - F.N.S.E.A. (2014). Recherche sur le site : loup. Disponible sur : <http://www.F.N.S.E.A..fr/recherche/rechercher-dans-le-site?s=loup> (consulté le 26.05.2014).
 - GERVASI V, CIUCCI P, BOULANGER JB, POSILLICO M, SULLI C, FOCARDI S, RANDI E, BOITANI L (2008). A preliminary estimate of the Apennine brown bear population size based on hair-snag sampling and multiple data source mark–recapture Huggins model. *Ursus*, 19:105–121.
 - GERVASI V, CIUCCI P, BOULANGER J, RANDI E & BOITANI L (2012). A multiple data source approach to improve abundance estimates of small populations : The brown bear in the Apennines, Italy. *Biological Conservation*, 152 : 10-20.
 - GESE EM (2001). Monitoring of terrestrial carnivore populations. *USDA National Wildlife Research Center-Staff Publications – Staff Publications*.
 - GESE EM (2004). Survey and census techniques for canids. *USDA National Wildlife Research Center-Staff Publications – Staff Publications*.
 - GOMPPER ME, KAYS RW, RAY JC, LAPOINT SD, BOGAN DA et CRYAN JR (2006). A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (4) : 1142–1151.
 - HUET P & DELFOUR J (2007). Prédateurs. Paris : Vilo. 143 pages. ISBN 978-2-7191-0649-5.
 - HUNTER L & BARRETT P (2012). Guide des carnivores du monde. Paris : Delachaux et Niestlé. 240 pages. ISBN 978-2-603-01856-9.
 - KENDALL KC, METZGAR LH, PATTERSON DA, STEELE BM (1992). Power of sign surveys to monitor population trends. *Ecological Applications*, pages 422–430.

- KINDBERG J, SWENSON JE, ERICSSON G, BELLEMAIN E, MIQUEL C, TABERLET P (2011). Estimating population size and trends of the swedish brown bear *Ursus arctos* population. *Wildlife Biology*, 17 (2) : 114–123.
- LECOINTRE, LEGUYADER (2001). Classification phylogénétique du vivant. 3^e édition. Paris : Belin. ISBN 978-2-7011-4273-9.
- LINDZEY FG & WILBUR C (1989). Estimating domestic sheep losses to Mountain Lions. *Great Plains Wildlife Damage Control Workshop Proceedings*. Paper 403.
- LINHART SB & KNOWLTON FF (1975). Determining the Relative abundance of coyotes by scent station lines. *Wildlife Society Bulletin*, 3 (3) : 119-124.
- LINNELL JD, FISKE P, ODDEN J, BRØSETH H, HERFINDAL I, ANDERSEN R (2007). An evaluation of structured snow-track surveys to monitor eurAsian lynx *Lynx lynx* populations. *Wildlife Biology*, 13 (4) : 456–466.
- MARBOUTIN E, LAURENT A, REGAZZI C, LÉGER F, MOISSO P, LAMBRECH M, BALESTRA L, HENRI JP, BASILLE M, TOUZAIN L & MICHALLET D (2004). Tests de nouvelles méthodes pour le suivi des populations de Lynx en France : le piégeage photographique en coulées et les pièges à poils. *O.N.C.F.S. Rapport scientifique 2004* : 18-21.
- MARBOUTIN E, DUCHAMP C, QUENETTE PY, CATUSSE M (2013). Le suivi transfrontalier des populations d'ours, de loup et de lynx en France : méthodes et bilans. *Faune Sauvage*, 300 :36 – 42.
- MECH LD (1996). A new era for carnivore conservation. *Wildlife Society Bulletin*, 24 (3) : 397–401.
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (2014). Eau et biodiversité : Les outils réglementaires de protection strictes des espèces sauvages. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-differents-textes-en-vigueur.html> (consulté le 04.06.2014).
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE & MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION, DE LA PÊCHE, DE LA RURALITÉ ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE (2014). Dégâts à l'élevage : Les chiens divagants, un problème méconnu. Disponible sur : <http://www.loup.developpement-durable.gouv.fr> (consulté le 20.07.2014).
- O.N.C.F.S. (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage) C.N.E.R.A. (Centre National d'Études et de Recherches Appliquées) P.A.D. (Prédateurs

- Animaux Déprédateurs) (2008). Le Réseau « Grands Carnivores » : Suivi des populations de loups et de lynx. *Faune Sauvage*, 282 : 59-62.
- O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours (2008). Sélection de l'habitat par l'ours brun à différentes échelles spatiales. *Rapport scientifique O.N.C.F.S. 2008* : 48-49.
 - O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours (2012a). Analyse comparative de différentes méthodes de suivi de la population d'ours des Pyrénées. *Rapport scientifique O.N.C.F.S. 2012* : 48-49.
 - O.N.C.F.S. C.N.E.R.A. P.A.D. Équipe Ours (2012b). Aires de répartition et sites d'activités de l'Ours brun dans les Pyrénées françaises. Période 2007 – 2011. (diaporama : 23 diapositives).
 - PARDE JM (1984). *Ecologie de l'Ours brun (Ursus arctos) dans les Pyrénées Centrales et Orientales : Application à la conservation de ses biotopes*. Doctorat de 3^e cycle, Biogéographie et Aménagement, Université Paul Sabatier de Toulouse, 229 pages.
 - PAYS DE L'OURS (2012). Note de synthèse : La mortalité des brebis dans les Pyrénées et l'incidence de l'Ours brun. 3 pages. Téléchargeable sur la page « Documentation : Base documentaire : Cohabitation » : <http://www.paysdelours.com/fr/les-infos/base-doc-ours/base-doc-cohabitation.html> (consultée le 22.07.2014).
 - PAYS DE L'OURS (2014a). Ours : l'Ours en Europe. Disponible sur : <http://www.paysdelours.com/fr/ours/lours-en-europe/> (consulté le 02.06.2014).
 - PAYS DE L'OURS (2014b). Fiche synthétique. L'Ours brun (*Ursus arctos*). Téléchargeable sur : <http://www.paysdelours.com/fr/ours/ours-pyrenees/point-population-ours-pyrenees.html> (consulté le 20.07.2014).
 - PRIMACK RB (2008). *A primer of Conservation Biology*. 4^e edition. 292 pages. ISBN 978-0-87893-692-2.
 - PRUGH LR, STONER CJ, EPPS CW, BEAN WT, RIPPLE WJ, LALIBERTE AS, BRASHARES JS (2009). The rise of the mesopredator. *Bioscience*, 59 (9) : 779–791.
 - QUENETTE PY (2012). Suivi de l'Ours brun dans les Pyrénées. *Intervention réalisée pour les étudiants du Master 2 Gestion de la Biodiversité à l'Université Paul Sabatier dans le cadre de l'enseignement "Biologie de la Conservation"*.

- RANDI E, GENTILE L, BOSCAGLI G, HUBER D, ROTH HU (1994). Mitochondrial DNA sequence divergence among some west European brown bear (*Ursus arctos*) populations. Lessons for conservation. *Heredity*, 57 : 480-489.
- R.O.B. (2009-2013). Rapports ROB de 2009 à 2013. Disponible sur la page internet « Quel bilan démographique des ours en France ? » : <http://www.oncfs.gouv.fr/Le-Reseau-Ours-Brun-ROB-ru102/Quel-bilan-demographique-des-ours-en-France-ar1358> (consulté le 04.06.2014).
- ROUGHTON RD & SWEENEY MW (1982). Refinements in scent-station methodology for assessing trends in carnivore populations. *The Journal of Wildlife Management*, 46 (1) : 217-229.
- RIGG R (2001). Livestock guarding dogs: their current use worl wide. Occasional Paper 1, Species Survival Commission, International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland. Disponible sur www.canids.org/occasionalpapers (consulté en 2012).
- SARGEANT GA, JOHNSON DH & BERG WE (1998). Interpreting carnivore scent-station surveys. *The Journal of Wildlife Management*, 62 (4) : 1235-1245.
- SARGEANT GA, JOHNSON DH & BERG WE (2003). Sampling designs for carnivore scent-station surveys. *The Journal of Wildlife Management*, 67 (2) : 289-298.
- SAVOURE-SOUBELET A (2013). Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées : Catalogue des poils des Carnivores de Midi-Pyrénées. Delort : Nature Midi-Pyrénées. 100 pages. ISBN 979-10-91776-01-1.
- SILVEIRA L, JÁCOMO ATA & DINIZ-FILHO JAF (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114 : 351-355.
- SCHAUSTER ER, GESE EM, KITCHEN AM (2002). An evaluation of survey methods for monitoring swift fox abundance. *Wildlife Society Bulletin*, pages 464–477.
- SMALLWOOD KS & FITZHUGH EL (1995). A track count for estimating Mountain Lion *Felis concolor California* population trend. *Biological Conservation*, 71 : 251-259.
- STANDER P (1998). Spoor counts as indices of large carnivore populations : the relationship between spoor frequency, sampling effort and true density. *Journal of Applied Ecology*, 35 (3) : 378–385.

- SWENSON JE, TARBELET P, BELLEMAIN E (2011). Genetics and conservation of European brown bears *Ursus arctos*. Invited Review. *Mammal Review*, 41 (2) : 87- 98.
- SWENSON JE, GERSTI N, DAHLE B, ZEDROSSER A (2006). Plan d'action pour la conservation de l'Ours brun en Europe (*Ursus arctos*). *Sauvegarde de la nature* n°114, 109 pages. Strasbourg : Conseil de l'Europe. ISBN 92-871-5887-8.
- TARBELET P & BOUVET J (1994). Mitochondrial DNA polymorphism, phylogeography, and conservation genetics of the Brown Bear *Ursus arctos* in Europe. *Biological Sciences*, 255 (1344) : 195-200.
- THORN M, GREEN M, BATEMAN PW, CAMERON EZ, YARNELL RW, SCOTT DM (2010). Comparative efficacy of sign surveys, spotlighting and audio playbacks in a landscape-scale carnivore survey. *South African Journal of Wildlife Research*, 40 (1) : 77–86.
- THORN M, GREEN M, BATEMAN PW, WAITE S, SCOTT DM (2011). Brown hyaenas on roads: Estimating carnivore occupancy and abundance using spatially auto-correlated sign survey replicates. *Biological Conservation*, 144 : 1799-1807.
- U.I.C.N. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) (2014). Union internationale pour la conservation de la nature. Disponible sur : www.uicn.org/fr (consulté le 06.01.2014).
- U.I.C.N. (2012). Catégories et critères de la Liste rouge de l'U.I.C.N.. Document de référence téléchargeable sur le site du Comité français de l'U.I.C.N. : <http://www.uicn.fr/La-Liste-Rouge-des-especes.html> (consulté le 04.06.2014).
- VALDIOSERA CE, GARCÍA-ARITAGOITIA JL, GARCIA N, DOADRIO I, THOMAS MG, HÄNNI C, ARSUAGA JL, BARNES I, HOFREITER M, ORLANDO L, GÖTHERSTRÖM A (2008). Surprising migration and population size dynamics in ancient Iberian brown bears (*Ursus arctos*). *The National Academy of Sciences of the USA*, 105:5123-5128.
- ZEDROSSER A, DAHLE B, SWENSON JE, GERSTL N (2001). Status and management of the brown bear in Europe. *Ursus*, 12: 9–20.

Index

Abondance absolue

nombre total d'individus dans une population donnée par unité de surface ou de volume

Abondance relative

nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus de toutes espèces confondues

Biologie de la Conservation

champ de recherches pluridisciplinaires et intégrées qui vise à (PRIMACK, 2008) : **documenter** la diversité biologique, **étudier** les impacts des activités humaines sur les espèces, les communautés et les écosystèmes, **développer** des approches pratiques pour prévenir l'extinction des espèces, maintenir la diversité génétique au sein des espèces, protéger et restaurer les communautés et les fonctions écosystémiques associées.

Capture – Marquage – Recapture

technique de mise en évidence directe du nombre d'individus dans la population : une première session consiste en le marquage d'individus capturés ; les individus sont relâchés ; une deuxième session de capture a lieu et l'on détermine le pourcentage d'animaux marqués et non marqués

Carnivore

ordre des mammifères, le plus souvent carnassiers, charognards et parfois omnivores, dont les canines sont développées en crocs longs et aigus et dont la dernière prémolaire supérieure et la première molaire inférieure sont transformées en dents carnassières coupantes (LECOINTRE & LEGUYADER, 2001)

Grand Carnivore

carnivore de taille supérieure au renard, c'est - à - dire plus de 35 à 40 cm au garrot et un poids de plus de 15 kg (PRUGH et al, 2009)

Domaine vital

aire occupée par un animal qui lui permet de répondre à ses besoins primaires. Il ne faut pas la confondre avec le territoire (*cf.* plus bas).

Dispersion natale

période de la vie où les jeunes quittent leur lieu de naissance avant de s'établir dans un nouveau site

Dynamique de populations

champ d'étude s'intéressant au point de vue quantitatif aux variations d'abondance des populations et aux facteurs qui en sont responsables

Echantillon

fraction représentative d'un ensemble

Espèce protégée

espèce (animale ou végétale) bénéficiant d'un statut de protection légal. Il s'agit souvent d'espèces menacées.

En France, la loi s'appuie en partie sur (MINISTERE DE L'ECOLOGIE, 2014) :

- l'article L411-1 du Code de l'environnement

« [...] Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :

1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;

2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;

3° La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ;

4° La destruction, l'altération ou la dégradation des sites d'intérêt géologique, notamment les cavités souterraines naturelles ou artificielles, ainsi que le prélèvement, la destruction ou la dégradation de fossiles, minéraux et concrétions présents sur ces sites. [...] »

- la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (version consolidée au 27 mars 2014)

La liste des espèces protégées est fixée par arrêté ministériel (arrêté du 9 juillet 1999, version consolidée au 30 mai 2009).

Espèce menacée

espèce risquant de disparaître. La liste est généralement établie par l'U.I.C.N. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) selon différents critères : perte

d'habitat, diminution importante de la population, diminution de la variabilité génétique, espérance de vie longue... L'U.I.C.N. définit la liste des espèces menacées à plusieurs niveaux : internationaux, nationaux, régionaux.

Exactitude/Précision

Une mesure est exacte si proche de la valeur réelle.

La mesure est précise si la répétition de la méthode permet d'obtenir des résultats semblables.



Exact mais peu précis.



Précis mais non exact.

Effectif minimum

nombre d'individus détectés et identifiés

Fiable

qui est digne de confiance, dont le fonctionnement est régulier et sûr

Fragmentation de l'habitat

Morcellement d'un habitat, qui empêche une espèce de se déplacer comme elle le devrait à l'intérieur de leur domaine vital. Certaines espèces ne peuvent survivre dans un habitat trop fragmenté.

Hibernation

ensemble de modifications que subissent les animaux, les végétaux sous l'action du froid hivernal ; état d'engourdissement dans lequel tombent certains animaux en hiver, caractérisé par une mise au ralenti des grandes fonctions organiques et une hypothermie régulée

Hiverner

passer l'hiver à l'abri, au repos ; l'animal n'entre pas en léthargie et peut se réveiller dès qu'il fait beau et doux, la diminution du rythme cardiaque et de la température est plus faible que dans le cas de l'hibernation vraie

Indice

signe qui révèle l'existence d'une chose

Leurre

faux destinant à tromper et attirer

Niveau d'activité

L'activité d'un animal est majoritairement caractérisée par l'ensemble de ses déplacements.

O.N.C.F.S. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

Établissement public, sous double tutelle des ministères chargés de l'environnement et de l'agriculture, qui a comme missions la connaissance de la faune sauvage et de ses habitats, la police de la chasse et de l'environnement et l'appui technique auprès des décideurs politiques, aménageurs et gestionnaires de l'espace rural.

ORSO Opération de Recherche Simultanée d'Ours

Cette méthode vise à obtenir une image instantanée de la localisation de des ours sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne.

Piste

série d'empreintes laissées par le même animal (empreintes de même taille sur la même ligne et dans le même sens)

Population

ensemble des individus de la même espèce qui occupent un espace déterminé à un moment donné (DAJOZ, 1974)

Précision voir *Exactitude*

Puissance statistique

capacité à rejeter l'hypothèse nulle

R.OB. Réseau Ours Brun

Créé en 1984, il est piloté par l'Equipe Ours de l'O.N.C.F.S.. Il contient actuellement plus de 300 membres dont environ 30 % de bénévoles.

Revoir

empreinte du pied d'un animal sur le sol ; en écologie, ce terme est généralement employé pour désigner le dispositif mis sur le sol permettant d'améliorer la récolte d'empreintes (sable ou terre fine déposée sur le sol)

Sensibilité

aptitude à détecter de faibles variations

Stations d'observation

tout lieu d'identification d'indices (poils, empreintes, fèces. . .) qu'il s'agisse d'un point, d'une ligne ou d'une aire

Territoire

Espace d'étendue variable dont un animal, un couple, un groupe interdit l'accès à ses congénères et parfois à d'autres espèces, pendant une période plus ou moins longue selon les activités qui y sont effectuées (territoire d'accouplement, de nidification, de parade, de reproduction, d'alimentation; territoire alimentaire, individuel, collectif, permanent, temporaire)

Transect

ligne imaginaire, posée sur une route ou un chemin par exemple, le long de laquelle un ou plusieurs indices sont recherchés

U.I.C.N. Union Internationale de Conservation de la Nature

Créée en 1948, l'UICN regroupe des scientifiques et spécialistes avec 3 types d'action :

- **Connaissance** : L'U.I.C.N. développe et soutient la science de pointe de la conservation, particulièrement en ce qui concerne les espèces, les écosystèmes, la diversité biologique et leur impact sur les moyens de subsistance des êtres humains.
- **Action** : L'U.I.C.N. conduit des milliers de projets sur le terrain partout dans le monde pour mieux gérer les environnements naturels.
- **Influence** : L'U.I.C.N. soutient les gouvernements, les Organisations Non Gouvernementales (O.N.G.), les conventions internationales, les organisations des Nations Unies, les sociétés et les

communautés, en vue de développer des lois, des politiques et de meilleures pratiques.

Variance

Mesure de l'importance d'étalement ou de dispersion d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne, obtenue en calculant la valeur moyenne des carrés des écarts par rapport à la moyenne et, par conséquent, égale au carré de l'écart type

Annexe 1 : Liste non exhaustive des espèces considérées comme de grands carnivores (HUET & DELFOUR, 2007 ; HUNTER & BARRET, 2012)

Légende des tableaux ci-dessous :

- Dimensions :

HG = hauteur au garrot ; PV = masse corporelle ; LSQ = longueur du corps sans la queue

- Reproduction et Démographie :

MSX = maturité sexuelle ; TXR = taux de reproduction (moyenne) ; EVI = longévité (dans la nature)

– Des canidés

Espèce	Dimensions	Reproduction et Démographie	Proies
Loup gris <i>Canis lupus</i>	HG : 75 - 90 cm PV : 40 kg LSQ : 1,2 - 1,5 m	MSX = 10 mois (reproduction souvent à 3 ans) TXR = 1 portée de 1 - 3 petits par an (seule la femelle alpha se reproduit normalement) EVI = 13 ans	ongulés (surtout), castors, lièvres, rongeurs, gibier d'eau, poissons, fruits
Coyote <i>Canis latrans</i>	HG : 45 - 53 cm PV : 9 - 16 kg LSQ : 0,7 - 1 m	TXR = 1 portée de 4 - 7 petits par an EVI = 16 ans	écureuils, lapins, rongeurs, insectes, oiseaux
Chien sauvage africain ou Lycaon ou Chien peint <i>Lycaon pictus</i>	HG : 75 cm PV : 17 - 36 kg LSQ : 1 m	MSX = 2 ans (reproduction à 4-5 ans) TXR = 2 portées de 10 - 11 petits par an (reproduction toute l'année) EVI = 11 ans	gazelles, antilopes, gnous
Dingo <i>Canis lupus dingo</i>	PV : 8 - 22 kg LSQ : 0,7 - 1,1 m	MSX = 12 mois (mâles) 24 mois (femelles) TXR = 1 portée de 5 petits par an (seule la femelle alpha se reproduit normalement) EVI = 10 ans	75% de mammifères dont kangourous ou wallabies

- Des mustelidés

Espèce	Dimensions	Reproduction et Démographie	Proies
Glouton <i>Gulo gulo</i>	HG : 75 - 90 cm PV : 10 - 15 kg LSQ : 0,6 - 0,9 m	MSX femelles : 3 - 4 ans TXR = 1 portée de 3 - 5 petits par an EVI = 13 ans	fruits, baies, oeufs, oiseaux, insectes, petits mammifères

- Des hyaenidae

Espèce	Dimensions	Reproduction et Démographie	Proies
Hyène tachetée <i>Crocuta crocuta</i>	HG : 75 - 90 cm PV : jusqu'à 85 kg LSQ : 1,1 - 1,8 m	MSX femelles = 2 ans (reproduction à 3 - 6 ans) TXR = portées de 1 - 3 EVI = 12 - 16 ans	proies vivantes (gazelles, antilopes, zèbres, singes...) et carcasses
Hyène brune <i>Parahyaena brunnea</i>	HG : 0,7 - 0,8 m PV : 30 - 50 kg LSQ : 1,1 - 1,4 m	MSX = 3 ans TXR = portées de 2 - 3 EVI = 12 ans	Charognard (carcasses de mammifères)
Hyène rayée <i>Hyaena hyaena</i>	HG : 0,6 - 0,74 m PV : 23 - 41 kg LSQ : 1 - 1,2 m	MSX femelles = 1 an (reproduction à 2 ans) TXR = portées de 1 - 4 EVI captivité = 24 ans	fruits, insectes, reptiles, petits mammifères

- Des félidés

Espèce	Dimensions	Reproduction et Démographie	Proies
Lion <i>Panthera leo</i>	HG : 1 m PV : 130 - 200 kg LSQ : 2,75 m	MSX = 2 ans (reproduction à 4 ans) (mâles) 3 ans (femelles) TXR = 1 portée de 2 - 4 petits tous les 2 ans EVI = 19 ans	antilopes, gnous, zèbres et gazelles
Tigre <i>Panthera tigris</i>	HG : 1 m PV : 150 - 280 kg LSQ : 1,5 - 2,5 m	MSX = 2 - 3 ans TXR = 1 portée de 2 - 5 petits tous les 2 ans EVI = 16 ans	cervidés et sangliers
Jaguar <i>Panthera onca</i>	HG : 50 - 60 cm PV : 30 - 150 kg LSQ : 0,8 - 1 m	MSX = 2 - 3 ans TXR = 1 portée de 2 petits EVI captivité = 22 ans	tapirs, cabiais, pécaris, cerfs

Léopard ou Panthère <i>Panthera pardus</i>	HG : 70 cm 40 à 80 kg LSQ : 95 cm à 1,5 m	MSX = 2 ans TXR = 1 portée de 1 – 4 petits tous les 2 ans EVI = 19 ans	En Afrique : gazelles, jeunes antilopes et phacochères. En Asie : cerfs, antilopes, mouflons et bouquetins. Il a l'habitude de hisser ses proies dans les arbres.
Léopard des neiges ou Once ou Panthère des neiges <i>Uncia (Panthera) uncia</i>	HG : 50 - 60 cm PV : 35 à 60 kg LSQ : 1 m	TXR = portées de 2 – 3 EVI captivité = 20 ans	surtout mouflons et bouquetins mais aussi lapins, marmottes et lièvres
Puma ou Cougar ou Lion des montagnes <i>Puma concolor</i>	HG : 60 - 70 cm PV : 35 à 100 kg LSQ : 1 - 1,9 m	MSX = 3 ans (mâles) 2 ans (femelles) TXR = portées de 2 – 3 (reproduction toute l'année) EVI = 16 ans	cervidés surtout
Guépard <i>Acinonyx jubatus</i>	HG : 75 - 90 cm PV : 40 à 65 kg LSQ : 1,2 - 1,5 m	MSX = 1 an (reproduction à 3 ans) (mâles) 2 ans (femelles) TXR = portées de 3 – 6 EVI = 14 ans	gazelles
Lynx boréal ou Lynx d'Eurasie <i>Lynx lynx</i>	HG : 50 - 75 cm PV : 15 à 20 kg LSQ : 0,8 - 1,25 m	MSX = 3 ans (mâles) 2 ans (femelles) TXR = 1 portée de 2 – 3 petits par an EVI = 17 ans	lièvres, lapins, petits rongeurs, mustélidés, chats sauvages, renards, chevreuils, oiseaux
Lynx roux <i>Lynx rufus</i>	PV : 4 – 15 kg (femelles) et 4,5 – 18 kg (mâles) LSQ : 0,5 – 1 m	MSX femelles = 9 – 12 mois TXR = portées de 2 – 3 (reproduction toute l'année)	Lièvres, lapins, faons, cerfs adultes

		EVI = 16 ans	< 68 kg, rongeurs, petits carnivores, oiseaux, poissons
Lynx du désert ou Caracal <i>Caracal caracal</i>	HG : 55 - 75 cm PV : 12 à 20 kg LSQ : 1,2 - 1,5 m	TXR = 1 portée de 2 – 3 petits par an EVI captivité = 19 ans	oiseaux, serpents, lézards, petits rongeurs

– Des ursidés

Espèce	Dimensions	Reproduction et Démographie	Proies
Ours brun <i>Ursus arctus</i>	HG : 1m PV : 70 - 170 kg (femelles) et 100 - 230 kg (mâles) LSQ : 1,5 - 2,3 m	MSX = 5 ans (mâles) 3 ans (femelles) TXR = 1 portée de 1 – 3 petits tous les 2 à 6 ans EVI = 30 ans	opportuniste et omnivore : champignons, végétaux, invertébrés, poissons, reptiles, oiseaux, œufs et mammifères (prédateur et charognard)
Grizzly <i>Ursus arctus</i>	HG : 1m PV : 750 kg LSQ : 1,5 - 2,3 m		
Ours blanc ou Ours polaire <i>Ursus maritimus</i>	HG : 1 - 1,2 m PV : 300 - 730 kg LSQ : 2,4 - 2,6 m	MSX = 3 ans (reproduction à 4 – 6 ans (femelles) et 6 – 8 ans (mâles)) TXR = 1 portée de 2 petits tous les 3 ans EVI = 32 ans	phoques
Ours noir <i>Ursus americanus</i>	HG : 0,7 – 1 m PV : 40 – 150 kg (femelles) et 60 – 300 kg (mâles) LSQ : 1,2 – 1,9 m	MSX = 3 ans TXR = 1 portée de 1 – 5 petits tous les 2 ans EVI = 24 ans	Omnivore (grande proportion de végétaux)

Annexe 2 : Grille de synthèse des critères de l'U.I.C.N. pour évaluer l'appartenance d'un taxon à l'une des catégories du groupe « menacé » de la Liste Rouge (en danger critique, en danger, vulnérable) (U.I.C.N., 2012)

Utiliser n'importe lequel des critères A à E	En danger critique (CR)	En danger (EN)	Vulnérable (VU)
A. Réduction de la population mesurée sur la plus longue des deux durées : 10 ans ou 2 générations			
A1	≥ 90%	≥ 70%	≥ 50%
A2, A3 et A4	≥ 80%	≥ 50%	≥ 30%
<p>A1 Réduction de la taille de la population constatée, estimée, déduite ou supposée, dans le passé, lorsque les causes de la réduction sont clairement réversibles ET comprises ET ont cessé.</p> <p>A2 Réduction de la population constatée, estimée, déduite ou supposée, dans le passé, lorsque les causes de la réduction n'ont peut-être pas cessé OU ne sont peut-être pas comprises OU ne sont peut-être pas réversibles.</p> <p>A3 Réduction de la population prévue ou supposée dans le futur (sur un maximum de 100 ans).</p> <p>A4 Réduction de la population constatée, estimée, déduite ou supposée (sur un maximum de 100 ans), sur une période de temps devant inclure à la fois le passé et l'avenir, lorsque les causes de la réduction n'ont peut-être pas cessé OU ne sont peut-être pas comprises OU ne sont peut-être pas réversibles.</p>		<p>(a) l'observation directe (sauf A3)</p> <p>(b) un indice d'abondance adapté au taxon</p> <p>(c) la réduction de la zone d'occupation (AOO), de la zone d'occurrence (EOO), et/ou de la qualité de l'habitat</p> <p>(d) les niveaux d'exploitation réels ou potentiels</p> <p>(e) les effets de taxons introduits, de l'hybridation, d'agents pathogènes, de substances polluantes, d'espèces concurrentes ou parasites</p>	
B. Répartition géographique			
B1 Zone d'occurrence (EOO)	< 100 km ²	< 5 000 km ²	< 20 000 km ²
B2 Zone d'occupation (AOO)	< 10 km ²	< 500 km ²	< 2 000 km ²
ET remplir au moins deux des trois conditions a, b ou c suivantes :			
(a) Sévèrement fragmentée OU nb de localités :		= 1	≤ 5
(b) Déclin continu de l'un des éléments suivants : (i) zone d'occurrence, (ii) zone d'occupation, (iii) superficie, étendue et/ou qualité de l'habitat, (iv) nb de localités ou de sous-populations, (v) nb d'individus matures.			≤ 10
(c) Fluctuations extrêmes de l'un des éléments suivants : (i) zone d'occurrence, (ii) zone d'occupation, (iii) nb de localités ou de sous-populations, (iv) nb d'individus matures.			
C. Petite population et déclin			
Nombre d'individus matures	< 250	< 2 500	< 10 000
ET remplir au moins un des sous-critères C1 ou C2 suivants :			
C1 Un déclin continu estimé à au moins : (max. de 100 ans dans l'avenir)	25 % en 3 ans ou 1 génération	20 % en 5 ans ou 2 générations	10 % en 10 ans ou 3 générations
C2 Un déclin continu ET l'une des 3 conditions suivantes :			
(a) (i) Nb d'individus matures dans chaque sous-population :	< 50	< 250	< 1 000
(ii) % d'individus dans une sous-population égal à :	90 - 100 %	95 - 100 %	100 %
(b) Fluctuations extrêmes du nb d'individus matures			
D. Population très petite ou restreinte			
D1 Nombre d'individus matures OU	< 50	< 250	< 1 000
D2 Pour la catégorie VU uniquement : Zone d'occupation restreinte ou nb de localités limité et susceptibles d'être affectées à l'avenir par une menace vraisemblable pouvant très vite conduire le taxon vers EX ou CR.			En règle générale : AOO < 20 km ² ou nb de localités ≤ 5
E. Analyse quantitative sur 100 ans maximum			
Indiquant que la probabilité d'extinction dans la nature est :	≥ 50 % sur 10 ans ou 3 générations	≥ 20 % sur 20 ans ou 5 générations	≥ 10 % sur 100 ans

Annexe 3 : Exemple d'itinéraire à prospections pédestres



DATE	NOM OBSERVATEUR	Légende ▲ Appat ○ Revoir □ Appat et Revoir ● Station
REMARQUES		
SAISIE DES PARCOURS :	SAISIE DES OBSERVATIONS:	ETO § ROB ONCFS 14 rue Marca 64000 Pau Tel: 05 59 82 92 21 Répondeur Infos ours 05 62 00 81 10 Email : rezours@oncfs.gouv.fr
Substrat rencontré :	Indices: Piste →	
Feuilles, herbes, terrain sec ——— Boue, terre humide ++++ Neige - - - - -	Ponctuel ●	
Reporter les numéros d'observation sur la "fiche indices"		

Annexe 4 : Fiche d'indices (CAMARRA & SENTILLES, 2012)

FICHE INDICE D'OURS – RESEAU OURS BRUN <small>ONCS – Equipe Ours – Réseau Ours Brun 11800 Villemeuve de Rivière Tél : 05 82 02 81 04 – Fax : 05 82 02 81 08 Courriel : sp@oncs@oncs.org</small>		<small>ONCS – Equipe Ours – Réseau Ours Brun Station de Puy 4 rue Marcellin 64 000 Pau Tél : 05 59 82 02 21 – Fax : 05 59 82 83 22 Courriel : urs@oncs@oncs.org</small>		<small>N° Bordereau (Référence E.O.) Février 2013</small>		
NOM (Rédacteur de la Fiche et Membre ROB) : AQUEMATON Pierre Coordonnées : 31, rue Soubert Téléphone / Mail: 31800 SY GAUDENS		NOM (Observateur) : Coordonnées : Téléphone / Mail:		NOM (Informateur) : Coordonnées : Téléphone / Mail:		
DATE (date collecte indice ou témoignage) : 27/01/2014		COMMUNE : VILLEMEUVE		PAIS : Fr		
NOM ITINÉRAIRE (le cas échéant) : La Chapelle		NOM APPAREIL PHOTO (le cas échéant) : METEO		METEO <input checked="" type="checkbox"/> Jour <input type="checkbox"/> Nuit <input type="checkbox"/> Crépuscule/Aube <input checked="" type="checkbox"/> Beau <input type="checkbox"/> Couvert <input type="checkbox"/> Pluie <input type="checkbox"/> Neige <input type="checkbox"/> Brouillard Date dernières précipitations : 20/01/2014		
Joindre la carte du circuit prospecté et localisation des indices						
OPERATION : Systématique : <input checked="" type="checkbox"/> Itinéraire ROB / <input type="checkbox"/> Recherche tamiers / <input type="checkbox"/> Suivi individuel, télémétrie / <input type="checkbox"/> Autre : Opportuniste : Prospection suite à : <input type="checkbox"/> Déglot ou <input type="checkbox"/> Témoignage / <input type="checkbox"/> Randonnée / <input type="checkbox"/> Cadre professionnel / <input type="checkbox"/> Déplacement en véhicule / <input type="checkbox"/> Autre :						
N° indice (A réponse sur carte)	Type d'indice (Oui, croix, empreintes, observation visuelle...)	Localisation (Coordonnées Lambert II étendu)	Date indice estimée	Type ours seur / âge / taille / zone	Remarques (Environnement immédiat : type de végétation, activité humaine...)	Conclusion
(A)	Type : Empreintes Quantité : 4 Support : Terre humide Prélevé : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Photo : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	Lieu-dit : La Chapelle X : 464 888 Y : 1791 761 Altitude : 376 m	entre le 26/01 et le 27/01	<input type="checkbox"/> Petit <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Gros Sexe : ? Nom : (supposé)	A proximité du bureau de l'Equipe Ours	Confirmé <input checked="" type="checkbox"/> Probable <input type="checkbox"/> Douteux <input type="checkbox"/> Faux <input type="checkbox"/> Expertise impossible <input type="checkbox"/>
(B)	Type : Poils spontanés Quantité : Touffe Support : Barbelé Prélevé : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Photo : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	Lieu-dit : La Chapelle X : 464 875 Y : 1791 731 Altitude : 376 m	entre le 26/01 et le 27/01	<input type="checkbox"/> Petit <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Gros Sexe : Nom : (supposé)	Sur barbelé de la clôture du parking SPECIEN	Confirmé <input checked="" type="checkbox"/> Probable <input type="checkbox"/> Douteux <input type="checkbox"/> Faux <input type="checkbox"/> Expertise impossible <input type="checkbox"/>
	Type : Quantité : Support : Prélevé : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Photo : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Lieu-dit : X : Y : Altitude :	entre le et le	<input type="checkbox"/> Petit <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Gros Sexe : Nom : (supposé)		Confirmé <input type="checkbox"/> Probable <input type="checkbox"/> Douteux <input type="checkbox"/> Faux <input type="checkbox"/> Expertise impossible <input type="checkbox"/>

IMPORTANT : - EMPREINTES : remplir systématiquement une fiche empreinte (même si peu de mesures effectuées) et dessiner l'empreinte sur un transparent.
 - TEMOIGNAGES : pour toute vérification de témoignage (poils, croix, observations, observation visuelle...) remplir obligatoirement la description des indices au verso.

Annexe 5 : Résultats bruts 1998 (pistes observées uniquement).

En 1998, seize itinéraires ont été parcourus (le nombre total d'itinéraires $S = 16$) lors de cinq visites (le nombre de visite $d = 5$). Le nombre de pistes X_{ij} est exprimé en nombre de pistes observées sur l'itinéraire i lors de la visite j par kilomètre.

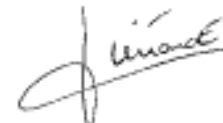
Itinéraire i	Visite $j = 1$	Visite $j = 2$	Visite $j = 3$	Visite $j = 4$	Visite $j = 5$
	30.04.1998	07.05.1998	14.05.1998	21.05.1998	29.05.1998
$i = 1$	$X_{1,1} = 0,29$	$X_{1,2} = 0,19$	$X_{1,3} = 0,10$	$X_{1,4} = 0$	$X_{1,5} = 0$
$i = 2$	$X_{2,1} = 0$	pas de visite	$X_{2,3} = 0$	$X_{2,4} = 0$	pas de visite
$i = 3$	$X_{3,1} = 0$	$X_{3,2} = 0$	$X_{3,3} = 0$	$X_{3,4} = 0$	$X_{3,5} = 0$
$i = 4$	$X_{4,1} = 0$	$X_{4,2} = 0$	$X_{4,3} = 0$	$X_{4,4} = 0$	$X_{4,5} = 0$
$i = 5$	$X_{5,1} = 0$	$X_{5,2} = 0$	$X_{5,3} = 0,08$	$X_{5,4} = 0$	$X_{5,5} = 0,31$
$i = 6$	$X_{6,1} = 0$	$X_{6,2} = 0$	$X_{6,3} = 0$	pas de visite	$X_{6,5} = 0$
$i = 7$	$X_{7,1} = 0$	$X_{7,2} = 0,09$	$X_{7,3} = 0$	$X_{7,4} = 0$	$X_{7,5} = 0$
$i = 8$	pas de visite	pas de visite	$X_{8,3} = 0$	pas de visite	$X_{8,5} = 0$
$i = 9$	pas de visite	pas de visite	pas de visite	$X_{9,4} = 0$	pas de visite
$i = 10$	pas de visite	$X_{10,2} = 0$	$X_{10,3} = 0$	$X_{10,4} = 0$	$X_{10,5} = 0$
$i = 11$	pas de visite	pas de visite	$X_{11,3} = 0$	$X_{11,4} = 0$	pas de visite
$i = 12$	pas de visite	pas de visite	$X_{12,3} = 0$	$X_{12,4} = 0$	$X_{12,5} = 0$
$i = 13$	pas de visite	$X_{13,2} = 0,11$	$X_{13,3} = 0$	$X_{13,4} = 0$	$X_{13,5} = 0$
$i = 14$	$X_{14,1} = 0$	$X_{13,2} = 0$	$X_{13,3} = 0,08$	$X_{13,4} = 0$	pas de visite
$i = 15$	pas de visite	$X_{15,2} = 0$	pas de visite	$X_{15,4} = 0$	$X_{15,5} = 0$
$i = 16$	$X_{16,1} = 0$	$X_{16,2} = 0$	$X_{16,3} = 0$	pas de visite	$X_{16,5} = 0$
Nombre total d'itinéraire $S = 16$	$S_{j=1} = 9$	$S_{j=2} = 11$	$S_{j=3} = 14$	$S_{j=4} = 12$	$S_{j=5} = 13$
$\frac{1}{S_j} \sum_{i=1}^{S_j} X_{ij}$	0,03	0,03	0,02	0	0,02
$IGx = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d \left(\frac{1}{S_j} \sum_{i=1}^{S_j} X_{ij} \right) = 0,02$					

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Emmanuel LIENARD, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Emmanuelle LEGRAND** intitulée « **Utilisation de méthodes indiciaires pour le suivi de la dynamique de populations de grands carnivores : application à l'Ours brun dans les Pyrénées occidentales.** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 17 juillet 2014
Docteur Emmanuel LIENARD
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

E. Lienard


Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON




Vu :
Le Président du jury :
Professeur Gérard CAMPISTRON



Vu et autorisation de l'impression :

Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur Bertrand MONTHUBERT
Par délégation, la Vice-Présidente du CEVU
Madame Régine ANDRÉ OBRECHT


le 28/08/2014


Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.