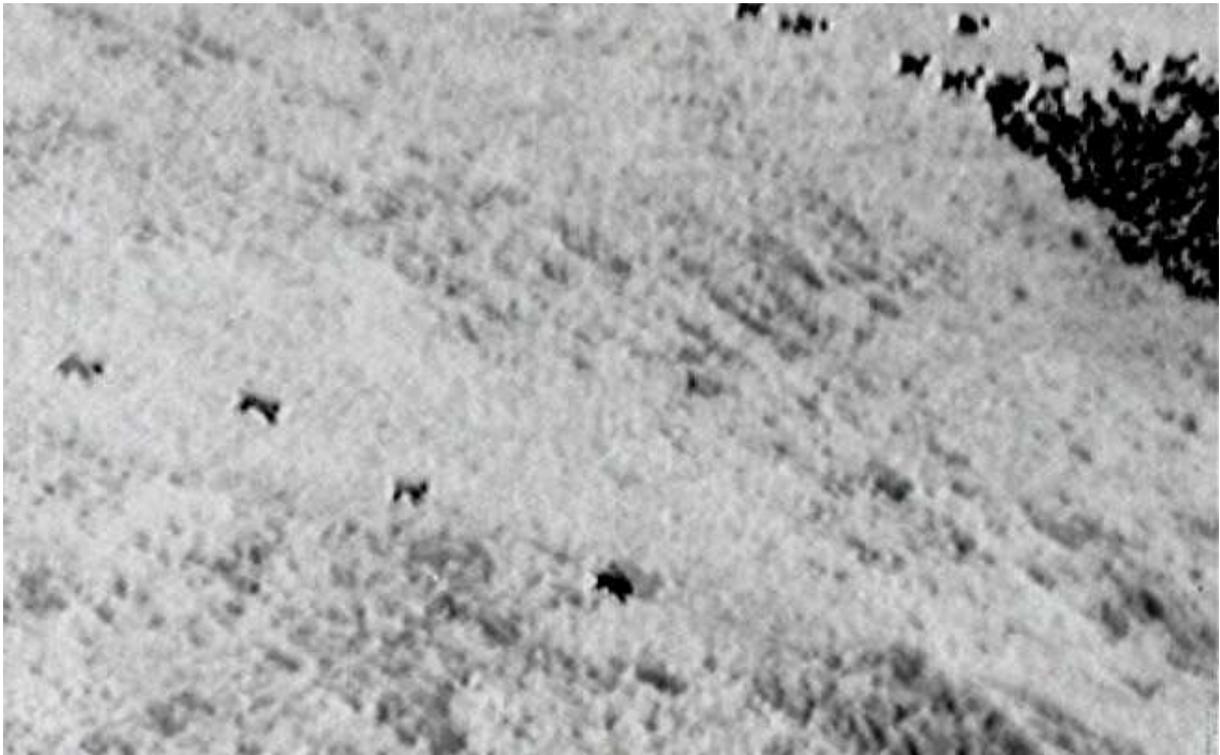


INTERACTIONS CHIENS DE PROTECTION-LOUPS

**ANALYSES COMPORTEMENTALES DES INTERACTIONS ENTRE
DES CHIENS DE PROTECTION ET DES LOUPS DANS LE PARC
NATIONAL DU MERCANTOUR**



Copyright PNM et SAGEM

Par Jean-Marc LANDRY
Avec le concours du Parc National du Mercantour

Le présent document constitue le rapport d'une étude financée par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche via le programme 154 - sous action 15.

Remplace la version 2009

IPRA sàrl

- Février 2013 -

Table des matières

Avant-propos	3
Résumé	4
1. Introduction	5
2. Matériel et Méthode	7
2.1 Contexte des prises de vues nocturnes et sujets filmés	7
2.1.1 Matériel à disposition	8
2.1.2 Sélection des séquences vidéo à analyser	9
2.1.3 Chiens de protection présents sur l'estive	9
2.1.4 Loups présents sur l'estive.....	11
2.2 Analyses des images nocturnes	12
2.2.1 Outil d'analyse	12
2.2.2 Catalogue comportemental utilisé pour l'analyse.....	12
2.2.3 Identification des comportements composant l'aptitude à la protection	16
2.3 Traitement des données	18
3. Résultats	18
3.1 Sélection des séquences vidéos	18
3.2 Interactions entre chiens de protection et loups	24
3.3 Interactions entre chiens de protection et renards ou sangliers	25
3.4 Comportements des chiens de protection face aux loups	26
Trois catégories de comportements ont été identifiées comptant onze comportements différents :	26
3.4.1 Comportements de poursuite	26
Nous avons catalogué et nommé les comportements de poursuite selon leur durée et l'allure de l'animal (tab. 9). Les comportements de poursuite ne sont malheureusement pas tous complets (partiel), mais nous les avons tout de même conservés à titre indicatif.	26
3.4.2 Comportement de recherche du loup	32
3.4.3 Comportement agonistique.....	34
3.4.5 Comportements autres.....	35
3.5 Incidence des aboiements sur le comportement des loups et des autres chiens de protection	38
3.6 Facteurs faisant intervenir les chiens	38
3.7 Les chiens ne repèrent pas toujours les loups ou d'autre représentant de la faune	39
3.8 Stratégie de fuite des loups	39
4. Discussion générale	41
Temps d'alerte des chiens pendant une nuit	41
Comportement des chiens de protection des troupeaux formant l'aptitude à la protection	42
a. Comportements de recherche du loup (n=3)	42
b. Comportements de poursuite (n=4).....	42
Mettre en fuite	42
c. Poursuivre « fight chase »	43
d. Pourchasser et poursuivre	43
Conséquence des comportements « aptitude à la protection » sur le comportement des loups	44
Facteurs pouvant moduler l'efficacité de la protection des troupeaux	46

a. La topographie et le physique des CPTs comme facteurs explicatifs pouvant moduler la durée de la poursuite.....	46
b. La motivation des prédateurs comme facteur explicatif de l'efficacité du chien	47
c. Capacité des chiens de protection à détecter les loups.....	47
Conséquences des aboiements sur le comportement des loups	48
Stratégie de fuite des loups.....	50
Concept du risque	50
Le chien de protection comme système de prévention. Un nouveau modèle pour expliquer l'efficacité du chien ?	51
5. Perspectives	54
6. Conclusion.....	56
7. Bibliographie	57

Avant-propos

À l'origine, nous devions analyser les vidéos (rush) tournés en 2000 et 2004. Après plusieurs tentatives infructueuses pour obtenir vidéos 2004 (visiblement égarés), nous nous sommes résignés à ne travailler que sur le matériel obtenu en 2000. Par conséquent, nous n'avons pas pu remplir l'objectif premier fixé avec le Ministère qui était l'analyse des vidéos de 2000 et 2004.

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent donc que cinq chiens de protection et deux loups d'âge inconnu interagissant sur une seule estive. En conséquence, le nombre restreint des sujets étudiés et l'unique localisation invitent à la prudence quant à l'interprétation des résultats, notamment sur l'efficacité des chiens de protection d'une manière générale.

L'objectif de cette étude s'intéresse surtout à l'identification et l'interprétation de comportements observés lors d'interactions nocturnes entre chiens de protection et loups jamais étudiés jusqu'à présent. Ces comportements sont ceux que les chiens de protection présentent face à un loup dans un environnement alpin. Ils forment un sous-groupe comportemental nommé « **aptitude à la protection** » et ouvrent de nouvelles perspectives quant à la compréhension de leur fonctionnement.

Cette recherche a fait l'objet:

- d'un poster au colloque de la Société Française pour l'Étude du Comportement Animal qui s'est tenu à Saint-Étienne du 9 au 11 mai 2012 ;
- d'une présentation orale au Canine Science Forum qui s'est tenu à Barcelone du 25 au 27 juillet ;
- de la publication d'un résumé dans le « *Journal of Veterinary behavior : clinical and application and research* » (à paraître).

Résumé

Onze comportements composant l'aptitude à la protection des chiens de protection (CPTs) confrontés à des loups ont été identifiés et répartis dans 4 catégories :

- les comportements de poursuite (4 comportements)
- les comportements de recherche du loup (3 comportements)
- les comportements agonistiques autres que les poursuites (3 comportements)
- les comportements de vocalises (1 comportement).

La durée des comportements de poursuite des CPTs est corrélée à la durée de fuite des loups. Une brève poursuite engendra un éloignement bref du loup, tandis qu'une poursuite de durée moyenne entraînera une fuite de durée similaire. La plus longue poursuite a duré au moins quatre minutes sur une distance estimée de 1330 à 2000 mètres.

Les comportements de poursuite sont similaires à ceux du prédateur courant après sa proie. Tout comme cette dernière, le loup peut développer une stratégie de « dégageant » quand le CPT est trop proche. Le loup change brusquement de direction, parfois jusqu'à 180 degrés. Les CPTs n'arrivent pas à modifier aussi rapidement leur trajectoire, ce qui a pour effet d'accroître la distance entre les protagonistes.

Les comportements des CPTs ne font pas systématiquement fuir le loup, et certains comportements comme **l'aboïement ne modifient pas l'action en cours du loup dans deux tiers des observations.** Les informations réunies dans cette étude suggèrent que la fonction première de l'aboïement n'est pas d'effrayer le prédateur, mais de signaler la présence du chien et d'alerter les autres membres du groupe. Aux vues des premiers résultats, nous émettons l'hypothèse que le loup est capable d'utiliser les aboïements des chiens pour les localiser et que leurs vocalises le renseignent également sur leur tempérament. Localisation du chien et tempérament sont deux facteurs qui renseignent probablement le loup sur le risque encouru (évaluation du risque).

Les chiens semblent repérer les loups grâce :

- à leur odeur (faisceau odorant)
- aux sons de leur environnement, notamment les mouvements de panique des brebis
- aux aboïements des autres chiens.

Il faut noter que la présence du loup n'est pas systématiquement détectée par les chiens.

Les interactions entre chiens et loups font vraisemblablement intervenir des comportements d'ordres sociaux, chaque individu chien et loup étant capable de les interpréter ceci étant dû à leur proximité phylogénique.

L'auteur de ce rapport discute également de **l'importance d'autres facteurs comme le tempérament du chien dans son effet dissuasif. Un mode de fonctionnement des chiens de protection** est également proposé pour comprendre comment pourrait être modulée leur efficacité.

1. Introduction

Coppinger et coll. (1988) ont proposé un modèle de fonctionnement des chiens de protection (CPTs) en se basant sur trois principes fondamentaux : 1) le chien doit être attaché au troupeau, 2) le chien doit être digne de confiance, 3) le chien doit être protecteur. Si plusieurs études se sont intéressées aux deux premiers points (par ex. Ribeiro & Fonseca 2004), celles qui tentent d'expliquer comment le chien protège le troupeau restent encore rares. L'imprévisibilité des attaques des prédateurs, les attaques plutôt nocturnes et le type d'environnement dans lequel elles surviennent rendent ce genre d'observations difficiles et les interactions entre CPTs et prédateurs encore plus compliquées à étudier. C'est pourquoi leur efficacité est essentiellement évaluée grâce à des enquêtes auprès des éleveurs (Gehring et coll. 2010).

Seule une expérience a été réalisée pour mesurer l'efficacité des CPTs (n = 9) face aux coyotes et observer les comportements de protection. Elle consista à placer un lot de 25 agneaux et un CPT face à un coyote dans un enclos de 65 ha. Si les chiens protégeaient les agneaux en poursuivant le prédateur ou en s'interposant, **les auteurs ont noté que les aboiements et les marquages n'avaient pas d'effet**, tandis que **l'agressivité du CPT (et son tempérament) semblait jouer un rôle important** (McGrew & Blackesley 1982). McGrew (1982) a proposé un modèle de protection du chien face au coyote qui fait intervenir deux motivations opposées : **celle de poursuivre le prédateur et celle de rester au troupeau**. La motivation de poursuivre le prédateur et la distance de poursuite parcourue seraient corrélés au niveau d'agressivité du CPT face au prédateur, tandis que la motivation à rester au troupeau ou à proximité immédiate serait corrélée au degré « d'attachement » du CPT au troupeau. Un CPT adéquat serait donc celui qui serait capable de « pondérer » la durée de poursuite (suffisamment pour décourager le prédateur), mais qui ne s'éloignerait pas trop longtemps pour éviter une absence prolongée au troupeau.

Pour comprendre la nature des interactions entre des CPTs et des loups, Coppinger et coll. (1987), Coppinger & Coppinger 1995 ont mené deux expériences distinctes. La première consista à

créer trois charniers pour habituer des loups à venir s'y nourrir, puis à placer sur deux charniers un CPT seul (un mâle et une femelle) empêché de le quitter grâce à une clôture invisible. Le troisième charnier non protégé sert de témoin. Après plusieurs nuits d'interactions avec le chien, un groupe de trois loups a finalement réussi à le déloger en se battant avec lui sans le blesser, puis en le poursuivant sur plusieurs centaines de mètres. Ce dernier a été remis sur « son » charnier avec la femelle en renfort, ce qui aurait définitivement découragé les loups à venir s'y nourrir. Les auteurs concluent que **les deux CPTs se sont renforcés mutuellement**, ce qui **a augmenté leur pouvoir de dissuasion**.

Dans une seconde expérimentation, un CPT mâle a été confronté à des loups captifs¹ des deux sexes pour observer leurs comportements respectifs lors des interactions. Les auteurs concluent que les **interactions entre CPTs et loups sont essentiellement d'ordre social** ; les codes et les comportements sociaux intraspécifiques étant alors utilisés d'une manière interspécifique. Un CPT communique avec une louve ou un loup comme il le ferait avec une chienne ou un chien. Les chercheurs pensent que lors de confrontations, les loups et les CPTs ne chercheraient donc pas à se tuer, mais à accéder à une ressource ou à la conserver. Toutefois, il faut garder à l'esprit que ces études restent anecdotiques et qu'elles ne représentent pas la réalité rencontrée par les bergers dans les Alpes. D'ailleurs, ces confrontations peuvent se solder par la mort d'un CPT aussi bien dans les Montagnes rocheuses (USA) (Bangs et coll. 2005) que dans les Alpes (Landry, données non publiées), ce qui suggère que les loups peuvent considérer les CPTs comme des concurrents territoriaux ou des proies.

Pour étudier les interactions entre CPTs et loups, il est nécessaire de les filmer pour être en mesure d'analyser leurs comportements respectifs et les conséquences. Or, ce type d'étude n'a encore jamais été réalisé. Pourtant, c'est ce qu'ont réussi à réaliser des agents du parc national du Mercantour pendant les étés 2000 et 2004 grâce à une caméra thermique (infrarouge) prêtée par la SAGEM. Ce rapport présente donc les résultats des analyses de ces vidéos, dont l'identification de comportement de protection et de leur conséquence sur le comportement des loups.

¹ Wolf Park, Battle Ground, Indiana, USA

2. Matériel et Méthode

2.1 Contexte des prises de vues nocturnes et sujets filmés

Les images ont été tournées avec une caméra thermique mise à disposition par la société Sagem (fig. 1 et 2). Ce type de matériel permet de filmer, sur de grandes distances², tous êtres vivants dégageant de la chaleur (émission de radiation dans le domaine infrarouge). Selon le type de réglage, ces derniers apparaissent en blanc lumineux sur fond sombre ou noir intense sur fond clair.

Les images vidéo ont été réalisées par des agents³ du Parc national du Mercantour sur le troupeau de Bernard Brunoqui comptait 2348 bêtes (Lapeyronie et Moret 2003) et estivait sur le plateau de Longon en zone centrale du parc national. Ce troupeau avait la particularité d'être régulièrement attaqué⁴ par les loups sur une zone dégagée permettant de réaliser des prises de vue sans être gêné par la végétation. Plusieurs sessions de tournage ont été effectuées, dont deux d'entre elles ont permis de filmer des interactions entre des loups et des chiens de protection. La première s'est déroulée du 16 août au 1^{er} septembre 2000, la seconde en été 2004.

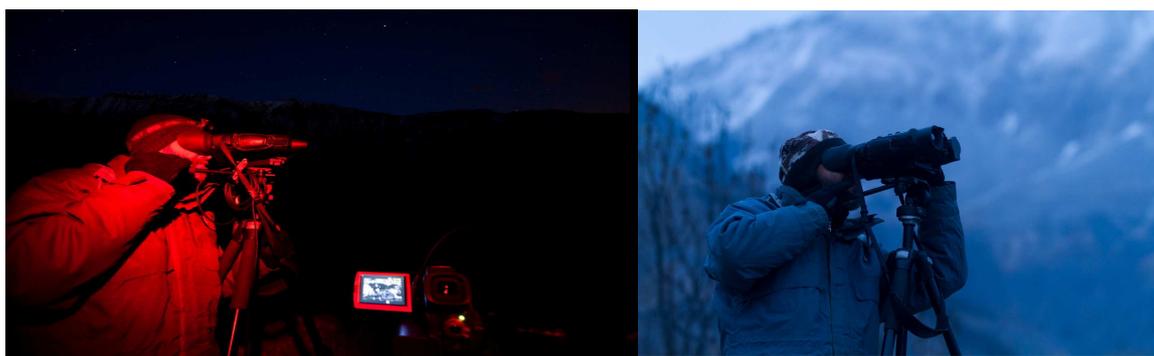


Figure 1 : la caméra de la SAGEM (en situation) se décline sous la forme d'une jumelle sur laquelle Gérard Millisher et son équipe ont branché une petite caméra numérique pour enregistrer les images sur des cassettes mini DV (photos : Nicolas Van Ingen, www.hellio-vaningen.fr)

² Environ de 600 à 800 mètres, et 400 mètres pour les actions les plus proches.

³ Albin Liborio, Gérard Millischer, Marine Colombey et Pierre Commenville

⁴ Et qu'il est malheureusement toujours depuis



Figure 2 : détail de caméra thermique (photo Gérard Millischer)

2.1.2 Matériel à disposition

Six cassettes vidéo mini DV⁵ regroupent les enregistrements de 2000. Malheureusement, nous n'avons jamais pu obtenir celles de 2004 et nous avons dû nous contenter des images du DVD « *Le Mercantour entre chiens et loups* » de Sylvain Menoud réalisé en 2004.

Ces vidéos contiennent des enregistrements nocturnes de la vie sur l'alpage, ainsi que des interactions entre les CPTs et la faune sauvage. On y voit plusieurs espèces animales qui se « baladent », particulièrement des sangliers⁶, des renards et des micromammifères et bien entendu des loups. Plusieurs prises de vue permettent également de localiser la cabane et le troupeau.

Lors des interactions entre CPTs et loups, les caméramans se sont surtout focalisés sur ces derniers en privilégiant des plans rapprochés au détriment des plans larges. On gagne en qualité d'images, mais on perd les informations concernant le comportement des CPTs, leur position et leur

⁵ Le Parc national du Mercantour m'a confié les copies originales. Pour éviter toute détérioration accidentelle de ce matériel, les cassettes ont été sauvegardées sur un lecteur-enregistreur DVD via une caméra numérique mini DV ainsi que sur le disque dur d'un ordinateur. Les analyses ont également été effectuées sur des copies.

⁶ À part le sanglier, il n'y a pas d'autres ongulés sauvages sur les vidéos.

distance par rapport aux loups. Toutefois, la réalisation de quelques plans larges a permis de reconstituer certaines scènes.

À plusieurs reprises, la caméra a cessé de filmer des interactions toujours en cours⁷. Si l'interruption a été de courte durée, la reconstruction de la durée totale a été possible grâce à l'encodeur de la caméra. Dans le cas contraire, une plus ou moins grande partie de l'information est perdue. Certaines images sont difficiles à analyser à cause d'une part d'un manque de stabilité de la caméra (images « tremblé ») et d'autre part à des balayages trop rapides pour passer des loups aux CPTs (ou vice versa) pour que l'on puisse décrypter correctement le comportement des protagonistes. Comme aucun son n'a été enregistré, il n'a pas été possible de noter la fréquence des aboiements ou toutes autres informations concernant leur vocalisation. Toutefois, certaines images sont suffisamment explicites pour reconnaître un comportement d'aboiement face à un loup et de pouvoir mesurer sa réponse comportementale.

2.1.2 Sélection des séquences vidéo à analyser

Les vidéos ont été visionnées une première fois pour trier le matériel destiné à être analysé. Nous avons sélectionné les scènes qui contiennent des CPTs seuls ou en présence de loups, de sangliers et de renards. Nous avons également conservé les plans où l'on peut observer les loups avant ou après une interaction avec les chiens. Comme de nombreuses activités ou interactions n'ont pas été filmées en continu, nous les avons classées par coupure, chacune formant ainsi une **séquence vidéo**. Par exemple, une action de poursuite dont l'enregistrement a été coupé puis repris sans autre coupure compte pour deux séquences vidéo. Toutes ces scènes ont été sélectionnées et stockées sous format avi (*Audio Video Interleave*) à l'aide d'un logiciel de traitement d'images vidéo (Pinnacle Studio, version 9).

2.1.3 Chiens de protection présents sur l'estive

Année 2000

Cinq CPTs de protection de la « race » Montagne des Pyrénées, trois femelles et deux mâles (tab. 1 et 3), travaillaient sur cet alpage au moment des interactions. Pour les différencier, nous sommes basés sur leur corpulence quand ils étaient proches les uns des autres. Ainsi, quand il y a deux chiens en action, nous les avons identifiés par « grand » et « petit ». Un grand chien (code c1) a sévi la majorité de son temps au bas de l'estive à proximité d'un agneau tué par les loups en début de soirée. Il est possible que cela soit l'individu que l'on voit courir au bas de la pente (séquence -1,

⁷ Les caméramans semblent avoir eu des problèmes de batterie. D'autres actions plus longues ont également été interrompues à plusieurs reprises probablement pour économiser les batteries.

tab. 6) suivi par trois chiens plus petits et qui boite à un moment donné. Sur une autre séquence (séquence 1, tab.3), un grand chien semble également boiter, mais la qualité de la vidéo ne permet pas de l'affirmer. D'après l'éleveur, il s'agirait de Pilou, le plus grand des deux mâles. Un chien plus petit (c2) intervient parfois avec c1. Ce chien est plus rapide et se trouve toujours devant c1 pendant les poursuites. Il s'agirait de Zorro, le second mâle. Lorsqu'un chien est intervenu seul dans la même zone que le chien c1, mais n'a pas pu être clairement identifié (entre c1 et c2), ce dernier a été noté c3.

Trois chiens qui sont intervenus à proximité du troupeau ont été identifiés de c4 à c6. Ces sujets étant de taille égale, il n'a pas été possible de les distinguer, mais il s'agit vraisemblablement des trois femelles. Quand seuls un ou deux chiens sont intervenus, le premier a été noté c4, le second c5, sans que cela corresponde à une identité propre.

Tableau 1 : identification des cinq chiens de protection présents sur l'estive de Bernard Bruno en 2000.
Légende : MP= Montagne des Pyrénées.

Nom	Âge	Sexe	« Race »
Zorro	1,5 an	Mâle	MP
Pilou	3 ans	Mâle	MP
Cavallou	2 ans	Femelle	MP
Belle	2 ans	Femelle	MP
Rita	1,5 ans	Femelle	MP

Année 2004

Quatre chiens de protection étaient présents en 2004, trois mâles et une femelle (tab.2), mais seuls deux d'entre eux sont visibles sur la séquence vidéo. Les trois mâles sont des Maremme-Abruzzes et la femelle une Montagne des Pyrénées.

Tableau 2 : identification des quatre chiens de protection présents sur l'estive de Bernard Bruno en 2004.
Légende : MA = Maremme-Abruzzes, MP = Montagne des Pyrénées.

Nom	Âge	Sexe	« Race »
Gallac	1,5 an	Mâle	MA
Fost	1,5 an	Mâle	MA
Graffy	1,5 an	Mâle	MA
Neige	> 1,5 an	Femelle	MP

2.1.4 Loups présents sur l'estive

Deux loups de tailles différentes sont visibles sur les vidéos de l'année 2000. Le plus petit a été filmé en train d'uriner dans une position typique de femelle (*squat urination*) ou d'un mâle immature (Goodmann et coll. 2002) et ensuite, gratter le sol (*scrap*). Cette observation suggère qu'il s'agit d'une femelle⁸ en train de faire un marquage (Goodmann et coll. 2002). Elle a été identifiée sous le code I1. Le second individu est légèrement plus grand, mais son sexe n'a pas pu être identifié. Il porte le code I2. Quand un loup est intervenu seul (pas de comparaison possible), il a été identifié sous le code I3, car il était impossible de savoir si c'était la femelle ou non. L'âge des loups était d'au moins 16 mois s'il s'agit de deux jeunes loups (nés en mai 1999) ou de deux adultes âgés d'au moins de 28 mois (nés en mai 1998 ou avant) ou d'un jeune et d'un adulte.

Les loups sur la séquence vidéo prise en 2004 sont au nombre de quatre, dont un présente une queue en position haute. Cette observation suggère qu'il pourrait s'agir d'un des « alphas » de la meute. En revanche, il n'est pas possible d'identifier le sexe des individus. Quant à l'âge, on peut supposer que « l'alpha » est un individu adulte, c'est-à-dire âgé d'au moins 28 mois. Les trois autres individus sont âgés d'au moins 16 mois, voir plus (28 mois ou plus).

Tableau 3 : Identification et codes des différents sujets des analyses vidéo en 2000.

Sujets	Code	Description
<i>Chien 1 (Pilou)</i>	c1	Le plus grand des deux chiens, quand observés ensemble sur le bas de l'estive (à proximité de l'agneau mort).
<i>Chien 2 (Zorro)</i>	c2	Le plus petit des deux chiens, quand observés ensemble sur le bas de l'estive (à proximité de l'agneau mort).
<i>Chien 3</i>	c3	Chien 1 ou chien 2 (Pilou ou Zorro). Comparaison des tailles impossible.
<i>Chien 4</i>	c4	Chien sur troupeau (probablement une des femelles).
<i>Chien 5</i>	c5	Chien sur troupeau (probablement une des femelles).
<i>Chien 6</i>	c6	Chien sur troupeau (probablement une des femelles).
<i>Loup 1</i>	I1	Louve (sexe connu, l'individu le plus petit des deux).
<i>Loup 2</i>	I2	Loup (sexe inconnu, l'individu le plus grand quand les deux loups sont ensemble).
Loup 3	I3	Loup 1 ou loup 2, observation d'un loup seul. Comparaison des tailles impossible.

⁸ Il est peu probable que cela soit un mâle immature, car la position « squat urination » est plutôt adoptée au sein de la meute ou face à un autre loup « dominant ». Dans le cas présent, il est probable qu'un jeune loup aurait uriné en levant une des pattes postérieures.

2.2 Analyses des images nocturnes

Nous avons étudié les interactions entre chiens de protection et loups. Nous avons défini une interaction comme étant un échange entre deux entités sociales. « *Les interactions sont des actions réciproques modifiant le comportement ou la nature des éléments, corps, objets, phénomènes en présence ou en influence* » (Edgar Morin dans Wikipedia).

2.2.1 Outil d'analyse

Les séquences vidéo ont été analysées grâce au logiciel « The Observer Pro XT 8.0 » (Noldus). Ce logiciel présente la particularité de lier la feuille de transcription des codes comportementaux à la fenêtre vidéo. Cela permet de naviguer sur la vidéo sans perdre le fil des informations sur la feuille de transcription et d'apporter à tout moment des modifications. Ce logiciel d'analyse vidéo permet également d'ajouter au catalogue comportemental tous nouveaux comportements identifiés pendant l'analyse d'une séquence et d'y avoir recours aussitôt. Sa configuration autorise également l'analyse des comportements de plusieurs sujets sur la même feuille de transcription. Il est donc possible de noter simultanément le comportement de chaque chien et la réponse comportementale de chaque loup. **Cela donne la possibilité d'évaluer l'impact des comportements des chiens sur les loups⁹ et vice versa.** Il faut cependant repasser la vidéo autant de fois qu'il y a de sujets pour enregistrer séparément leurs comportements. Un clavier (Shuttle Pro) séparé facilite ce travail en permettant de gérer la vitesse de défilement des images (par ex. image par image ou revenir en arrière) et d'entrer les codes.

2.2.2 Catalogue comportemental utilisé pour l'analyse

Le catalogue comportemental a été réalisé à partir de l'éthogramme des loups de Wolf Park¹⁰ réalisé par Goodmann et coll. (2002). À la suite d'un premier visionnement des vidéos, nous avons écarté tous les comportements et plans comportementaux non identifiables sur ce type de prise de vue (caméra thermique et longue distance). Vingt-quatre comportements et deux plans comportementaux (port de la queue¹¹ et de la tête) ont été retenus (tab. 4). Le nom de chaque comportement est abrégé par un code de deux à trois lettres pour faciliter la transcription. Nous avons encore ajouté une information complémentaire pour indiquer que le sujet observé n'est plus visible (hors champ de la caméra).

⁹ Par ex. effet des aboiements sur un loup en action

¹⁰ Où j'ai effectué un stage en 1997 pour apprendre le comportement des loups (Indiana, USA).

¹¹ Les battements de la queue n'ont pas pu être notés, car souvent trop difficile à observer.

Ces comportements peuvent être utilisés aussi bien pour décrire le comportement des chiens ou que celui des loups (par ex. *escape*¹² ou *sphinx rest*). Toutefois, certains de ces comportements n'ont été utilisés que par les chiens (par ex. «*curl rest*»), tandis que d'autres que par les loups (par ex. «*hunt*»). Dans d'autres cas, il a fallu préciser un comportement en ajoutant une information complémentaire, généralement le sujet auquel est destiné ce comportement (par. ex. *chase wolf*, *approach flock*). Les deux plans comportementaux devraient permettre de discerner certains comportements proches comme la recherche d'une trace olfactive au sol (tête au sol = position t3¹³) ou une trace olfactive suspendue (tête en l'air = position t2 ou t1).

Tous les comportements s'excluent mutuellement, c'est-à-dire qu'un sujet ne peut pas exécuter deux actions à la fois comme courir et s'asseoir ou s'approcher et fuir. Les plans comportementaux (par ex. position de la tête ou de la queue ou des informations complémentaires pendant l'exécution du comportement comme «*changing direction*» ou «*back*» permettent de mieux cerner le comportement en cours et de l'interpréter. Par exemple, un sujet peut courir tout en changeant subitement de direction ou en se retournant brièvement en arborant une position de la tête et de la queue de différentes façons.

La caméra n'a pas enregistré de sons et par conséquent aucun aboiement. Cela signifie que seuls les aboiements visibles à la caméra, c'est-à-dire quand le chien levait la tête pour aboyer, ont été notés. Cela limite grandement le nombre de données et les conclusions que l'on aurait pu tirer de l'impact des différents types de vocalise sur le comportement du loup.

Nous avons parfois utilisé la spécificité de la caméra thermique (quand les images étaient tournées en négatif) pour distinguer certains comportements, car les zones les plus froides du corps de l'animal apparaissent plus sombres. Par exemple, quand le chien est couché sur le côté, les pattes en direction de la caméra, on observe que celles-ci sont plus sombres que le reste du corps, ce qui permet de déterminer avec certitude que le chien est bien en «*side rest*».

¹² Pour les traductions, se référer au tableau 4.

¹³ T3 = tête bien en dessous de la ligne dorsale, t2 = tête plus ou moins alignée sur la ligne dorsale, t1 = tête bien au-dessus de la ligne dorsale

Tableau 4: catalogue de comportements retenus pour l'analyse vidéo. Les comportements suivis d'un astérisque sont encore complétés par deux plans comportementaux (port de la queue et port de la tête). Les comportements précédés d'un ⁺ sont ceux ajoutés pendant l'analyse et ne faisant pas partie de l'éthogramme de Goodmann et coll. (2002).

Comportements	Code	Allure	Description
Rest	rst		Le sujet est couché (au sens large).
Sphinx rest	xr		Le sujet est couché en position du sphinx.
Curl rest	cr		Le sujet est couché enroulé (dos arrondi).
Side rest	sr		Le sujet est couché sur le côté.
Sit	sit		Le sujet est assis.
Stand *	std		Le sujet est debout.
Walk*	wlk	Pas	Le sujet marche (pose successivement au sol une, deux ou trois pattes).
Trot *	trt	Trot lent ou rapide	Les pattes diagonales (antérieure gauche, postérieure droite et antérieure droite et postérieure gauche) se lèvent et se posent en même temps.
Run*	run	Galop	Le sujet court (pose les deux pattes avant, l'une après l'autre, puis de la même façon amène les deux pattes arrière). Le déplacement est rapide.
Approach*	app	Pas ou trot	S'approcher lentement (sans la présence de comportement agonistique), opposé à s'approcher précipitamment (<i>chase</i>).
Approach flock*	apf	Pas, trot	Le loup s'approche du troupeau sur une trajectoire plus ou moins directe.
Lunge	lng		Charge sur une courte distance avec la présence de comportements agonistiques.
Ritualized attack	rat		Terme général pour désigner une attaque « avec des règles ». Le but n'est pas de tuer l'autre individu, mais de le faire fuir ou de le dominer.
Follow*	fol	Pas ou trot lent	Suivre. La cible est en mouvement au pas ou au trot lent.
Chase dog*	csd	Trot rapide, galop ou bonds	Le loup s'approche précipitamment d'un chien et le poursuit lorsque ce dernier s'enfuit. La fuite du sujet peut également déclencher un « <i>chase</i> ».
Chase wolf*	csw	Trot rapide, galop ou bonds	Le chien s'approche précipitamment d'un loup et le poursuit lorsque ce dernier s'enfuit. La fuite du sujet peut également déclencher un « <i>chase</i> ».
Chase wildboar	csb	Trot ou galop	Le sujet s'approche précipitamment d'un sanglier et le poursuit lorsque ce dernier s'enfuit. La fuite du sujet peut également déclencher un « <i>chase</i> ».
Hunt*	hnt	Pas, trot, galop	Le sujet chasse dans le but de tuer une proie.
Escape*	esp	Trot rapide ou galop	Fuir le poursuivant.
Leave*	lv	Pas ou trot	S'en aller sans précipitation ou revenir au point de départ après une poursuite.
Avoid*	avd	Pas ou trot	Éviter le sujet en le contournant.
Sniff*	snf	Pas ou trot	Le sujet suit une trace olfactive au sol, nez proche du sol.
Urinate	ur		Miction. La femelle fléchit ses pattes postérieures, parfois en levant légèrement l'une d'elle (<i>squat urination</i>), tandis que le mâle lève l'une des pattes antérieures (<i>raised leg urination</i>).
Bark	brk		Le chien aboie d'une manière visible sur la vidéo
Hors champs	hch		Le sujet n'est plus visible dans le champ de la caméra.
Port de la tête	1 à 3		Plan comportemental à 3 positions 1 : au-dessus de la ligne du dos ; 2 : dans le prolongement de la ligne du dos ; 3 : au-dessous du prolongement de la ligne du dos.
Port de la queue	1 à 3		Plan comportemental à 3 positions 1 : au-dessus de la ligne du dos ; 2 : dans le prolongement de

			la ligne du dos ; 3 : au-dessous du prolongement de la ligne du dos.
+Changing direction	dir	Trot ou galop	Pendant une poursuite, le loup change subitement de direction.
+Se retourne	bck		Le sujet tourne la tête pour regarder en arrière ou se retourne dans la direction opposée.
+Rescue*	res	Trot rapide ou galop	Un second chien intervient alors que le premier a réagi à la présence d'un loup (ou autre animal).
+Round*	rnd	Pas, trot, galop	Le loup contourne le troupeau (approche indirecte).
+Zigzag	zz	Trot, galop	Le chien suit l'intensité du faisceau odorant du loup, dont les limites olfactives forment un triangle inversé. Arrivé aux limites de l'intensité olfactive, le chien repart en sens inverse jusqu'à rejoindre l'autre frontière olfactive, se déplaçant ainsi en zigzag jusqu'à arriver à une intensité olfactive suffisante pour suivre en ligne directe la trace olfactive laissée par le loup.
+Search wolf*	shw	Pas, trot, galop	Le chien cherche à repérer le loup situé à proximité, mais n'utilise pas le « zigzag ».
+Face	fce		Le sujet se retourne subitement et fait face à son poursuivant.
+Tape des pieds	tp		Pendant une charge, le chien tape les deux pattes antérieures au sol.
+Tire la carcasse	tca		Le loup essaye de déplacer ou déplace une carcasse.
+Defend	df		Le sujet se défend lors d'une attaque (rat).

2.2.3 Identification des comportements composant l'aptitude à la protection

Nous avons défini l'aptitude à la protection comme étant le résultat de la présence de comportements innés (prédisposition génétique) ou acquis (appris) présents dans le répertoire comportemental du CPTet qui sont utilisés par ce dernier pour protéger le troupeau (par ex., s'interposer ou poursuivre un prédateur).

Pour identifier des comportements pouvant appartenir à l'aptitude à la protection, nous avons procédé en deux étapes. Dans un premier temps, nous avons enregistré tous les comportements des CPTs et des loups pendant les interactions. Puis, nous avons validé ou non chaque comportement en les confrontant aux réponses comportementales du récepteur. Ainsi, le comportement du CPT face au loup doit :

1. Interrompre une séquence comportementale de prédation ;
2. Interrompre une autre action ;
3. Le faire quitter la zone immédiate de l'interaction ;
4. L'inciter à éviter la présence du CPT ;
5. Provoquer des comportements agonistiques face au chien¹⁴ ;

Pour mesurer la conséquence d'un comportement sur celui du loup, nous avons enregistré plusieurs informations complémentaires ;

1. **Allure de l'animal** : pour discerner des comportements de locomotion proche comme « *escape* » (fuir) ou « *leave* » (quitter), nous nous sommes référés à l'allure de l'animal. Si un CPT poursuit un loup et que ce dernier part en courant en direction opposée, c'est qu'il le fuit. En revanche, s'il part tranquillement en marchant, c'est qu'il quitte la zone, mais ne le fuit pas.
2. **Durée des poursuites** : nous avons mesuré la durée de poursuite des CPTs et la réponse comportementale des loups (fuite courte, moyenne, longue) et nous avons recherché l'existence d'une corrélation ou non entre les eux catégories de comportements.
3. **Distances parcourues**¹⁵ : nous avons également estimé les distances parcourues en multipliant la durée de la poursuite par différentes vitesses hypothétiques de progression des chiens (tab. 5). Ces vitesses proviennent :

¹⁴ Cette réponse comportementale du loup peut également se rencontrer dans d'autres contextes comme dans le cas de conflits territoriaux.

- a. de mesures effectuées sur un Montagne des Pyrénées (vitesse de pointe sur 200 m mesurée au tachymètre d'une voiture le long d'une route)
 - b. d'un Border Collie (trot lent sur 3000 m mesuré grâce à un GPS de poignet¹⁶ sur un parcours au plat)
 - c. de différentes allures du husky trouvées sur www.bogeyman.org
4. Nous avons noté la réponse comportementale des loups et celles d'autres chiens de protection (non visibles) à la suite de l'émission d'abolement d'un chien de protection en direction du loup.

Tableau 5: vitesse moyenne en km/h de chiens à différentes allures

Race	Allure	Distance	Vitesse	Référence
Montagne des Pyrénées	Vitesse de pointe	200 m	45 km/h	Mesure effectuée
Border collie	Trot lent	3000 m	12 km/h	Mesure effectuée
Husky	Vitesse de pointe	--	40-45 km/h	www.bogeyman.org
Husky	Galop rapide	--	26-27 km/h	www.bogeyman.org
Husky	Galop lent	--	19-20 km	www.bogeyman.org
Husky	Trop rapide	--	12-13 km/h	www.bogeyman.org
Husky	Trot lent	--	11-12 km/h	www.bogeyman.org

¹⁵ La poursuite la plus longue est malheureusement tronquée du premier tronçon de poursuite (au départ de l'agneau). Toutefois, une autre séquence de poursuite se déroule exactement sur ce tronçon manquant, ce qui permet de reconstituer la durée de cette longue poursuite.

¹⁶ Garmin Forerunner 301

2.3 Traitement des données

Pour tester une corrélation entre la durée de poursuite des chiens et celle des loups, nous avons effectué un test de rang de Spearman (test non paramétrique).

3. Résultats

3.1 Sélection des séquences vidéos

Cinquante-deux séquences vidéo ont été sélectionnées dans un premier temps sur le matériel de 2000 où l'on peut voir des chiens de protection et des loups (tab. 6) :

1. Quarante-cinq séquences tournées pendant la nuit du 27 au 28 août 2000¹⁷ ont été retenues, totalisant une durée de 66 minutes et 38 secondes (tab.6), pour une moyenne de 89 secondes¹⁸ par séquence. Elles réunissent 26 séquences uniquement de chiens de protection et **19 séquences d'interactions entre CPTs et loups** (en gras dans le tableau 6).
2. Sept séquences d'interactions avec des sangliers et des renards ont également été retenues. Elles ont été tournées pendant d'autres nuits (tab.7) et totalisent une durée de 20 minutes et 56 secondes pour une moyenne 2 minutes et 59 secondes¹⁹ par séquence.

Seize séquences supplémentaires réalisées pendant d'autres nuits ont été également sélectionnées (tab.8). Il s'agit uniquement d'images de CPTs qui peuvent apporter des informations complémentaires sur leur fonctionnement. Elles n'ont pas été analysées.

¹⁷ Nuit pendant laquelle un ou deux loups ont tué un agneau et une brebis

¹⁸ De 7 secondes à 4 minutes et 40 secondes.

¹⁹ De 26 secondes à 7 minutes 48 secondes.

Tableau 6 : Description de chaque séquence vidéo tournée pendant la nuit du 27 au 28 août 2000. Seules les interactions entre des chiens de protection et des loups (n=19) ont fait l'objet d'une analyse vidéo (en gras dans le tableau). Pour la définition des comportements, se référer au tab. 4.

N° seq.	Date	Séquences		Durée	Remarques
		<i>Début</i>	<i>Fin</i>		
-1	27.8	21 :49 :23	21 :50 :00	00 : 37	1 chien court au bas d'une pente.
0	27.8	22 :13 :17	22 :17 :13	03 : 56	Le troupeau est en train de monter. Il y en a une grande partie au bas de la pente.
1	27.8	22 :39 :23	22 :40 :59	01 : 36	4 chiens courent au bas d'une pente, 3 d'entre eux en suivent un plus grand à un moment donné <u>boite</u> .
2	27.8	23 :06 :15	23 :07 :44	01 : 24	Un chien poursuit un loup.
3	27.8	23 :10 :06	23 :13 :13	03 : 07	Un loup en rejoint un second.
4	27.8	23 :16 :33	23 :16 :51	00 : 18	Images sur deux chiens loin du troupeau.
5	27.8	23 :27 :28	23 :29 :20	01 : 52	2 loups se suivent. L'un fait un « squat urination » + un « scrap », plus petit que le second. <u>C'est vraisemblablement une femelle.</u>
6	27.8	23 :30 :31	23 :31 :48	01 : 17	Suite de la séquence précédente. Deux loups se suivent, le plus petit (<u>femelle ?</u>) devant. Ils montent la pente, croisent un sanglier.
7	27.8	23 :33 :01	23 :33 :44	00 : 43	Suite de la séquence précédente. Rencontre avec un sanglier qui broute ou qui boit (ruisseau).
8	27.8	23 :35 :28	23 :38 :00	02 : 32	Suite de la séquence précédente. 2 loups, un couché, l'autre debout + 1 sanglier à proximité. Fuite de ce dernier, poursuivi par les deux loups. Puis ils poursuivent un chien, bagarre, le chien poursuit les deux loups, fuites, apparition d'un second chien (plus grand). Les deux chiens poursuivent les deux loups.
9	27.8	23 :44 :29	23 :45 :05	00 : 36	Un chien poursuit deux loups.
10	27.8	23 :49 :19	23 :49 :42	00 : 23	Deux loups qui marchent
11	27.8	23 :51 :58	23 :54 :57	02 : 59	Un loup essaye de s'emparer de la carcasse (agneau). Un chien s'approche à quelques mètres du loup et le poursuit sur une dizaine de mètres. Un second chien intervient. Les deux chiens poursuivent le loup. Les deux chiens reviennent sur leurs pas.
12	28.8	00 :23 :20	00 :24 :07	00 : 47	Deux loups à l'arrière-plan. Un chien se situe vers la carcasse. Un autre chien part en courant en direction opposée de la localisation des loups (vers le troupeau ?).
13	28.8	00 :32 :33	00 :37 :43	04 : 40	Un loup s'approche du chien couché vers la carcasse. Ce dernier aboie, le loup continue sa progression. Le chien se lève et va se coucher un peu plus loin. Le loup continue sa progression. Le chien se lève et poursuit le loup sur une dizaine de mètres. Puis le chien le poursuit sur plus de cent mètres (s'arrête à une crête).
14	28.8	00 :38 :18	00 :39 :11	00 : 53	Un chien aboie deux loups localisés sur la pente d'en face (petit vallon). Les deux loups marchent dans la direction opposée du chien. Est-ce que l'un d'eux ramasse quelque chose ?
15	28.8	00 :42 :10	00 :42 :54	00 : 44	Deux loups s'éloignent. L'un « sursaute ». Puis reviennent.
16	28.8	01 :16 :02	01 :19 :59	03 : 57	Un loup s'approche du chien couché (en xr) vers la carcasse, puis le contourne.
17	28.8	01 :24 :22	01 :24 :50	00 : 28	Un loup est assis.

18	28.8	01 :24 :55	01 :29 :22	04 : 27	Deux chiens (le plus petit devant) poursuivent un loup. Tous passent devant un renard, disparaissent dans les arbres. Les deux chiens reviennent. Plans sur le renard.
19	28.8	02 :36 :36	02 :40 :35	03 : 59	Deux loups s'approchent d'un chien couché vers la carcasse. L'un d'eux s'arrête, tandis que l'autre continue son approche. Le chien se lève et le poursuit sur quelques dizaines de mètres. Il aboie en direction du loup. Ce dernier s'assoit. Un second chien arrive. Les chiens poursuivent chacun un loup.
20	28.8	02 :43 :56	02 :44 :43	00 : 47	Les deux chiens reviennent vers la carcasse (point de départ de l'action précédente). Un loup les suit à distance.
21	28.8	02 :46 :28	02 :48 :27	01 : 59	Un loup s'approche des deux chiens (un grand, un plus petit) couchés vers la carcasse. Le « petit » chien aboie. Le loup contourne les deux chiens.
22	28.8	02 :48 :34	02 :49 :37	01 : 03	Suite de la séquence précédente. Loup en train de contourner les chiens.
23	28.8	02.50 : 10	02 :52 :01	01 : 51	Suite de la séquence précédente. Le loup monte toujours, mais il y a également un loup en arrière-plan. Les deux chiens sont toujours couchés. Plan sur le deuxième loup « proche » des chiens.
24	28.8	03 :12 :28	03 :12 :35	00 : 07	Présence de 4 chiens vers la carcasse ? Deux couchés, plus deux autres debout un peu plus bas.
25	28.8	03 :15 :13	03 :16 :08	00 : 55	Un loup monte en direction du troupeau
26	28.8	03 :18 :10	03 :18 :32	00 : 22	Suite de la séquence précédente. Un loup monte toujours en direction du troupeau.
27	28.8	03 :19 :26	03 :19 :52	00 : 26	Suite de la séquence précédente. Un loup monte toujours en direction du troupeau
28	28.8	03 :21 :45	03 :28 :54	07 : 09	Suite de la séquence précédente. Le troupeau est visible. Attaques sur le troupeau. Un chien arrive par le haut (probablement aboiements), le loup n'interrompt pas son action (s'arrête brièvement). Le chien cherche le loup, le suit et finalement le met en fuite. Le chien revient sur ses pas. Le loup s'arrête.
29	28.8	03 :34 :26	03 :34 :36	00 : 10	Un chien sur la crête, le loup en dessous.
30	28.8	03 :43 :00	03 :43 :23	00 : 23	Un chien s'éloigne du troupeau, loup en dessous. Un chien qui s'avance en direction du loup, en arrivant du troupeau à proximité.
31	28.8	03 :45 :00	03 :45 :08	00 : 08	Suite. Le chien retourne vers le troupeau. Le loup monte.
32	28.8	03 :51 :49	03 :52 :03	00 : 14	Le loup arrive en dessus du troupeau par le côté droit.
33	28.8	03 :58 :02	04 :01 :19	03 : 17	Le loup est en train d'attaquer le troupeau. Mord une brebis à la patte, la sépare en la faisant fuir dans la pente. Dégringolades. Le loup tue la brebis. Consommation.
34	28.8	04 :10 :46	04.11.27	00 : 41	Le loup monte en direction du troupeau.
35	28.8	04 :19 :19	04 :21 :49	02 : 30	Attaque du loup. Il s'arrête. Un chien est couché plus haut et aboie. Il se lève et « charge » le loup, sans succès. Deux autres chiens arrivent. Les trois le poursuivent, puis le cherchent, tandis que loup s'éloigne tranquillement dans les rochers.
36	28.8	04 :31 :30	04 :32 :22	00 : 52	Deux chiens « poursuivent » un loup.
37	28.8	04 :43 :02	04 :43:27	00 : 25	Un loup s'approche du chien couché (carcasse), le chien aboie. Le loup reste sur place.
38	28.8	04 :43 :35	04 :44 :07	00 : 42	Le chien se lève et le poursuit sur une courte distance, puis l'aboie.

39	28.8	04 :57 :13	04 :57 :24	00 : 11	Un chien aboie un loup arrêté à la lisière d'un mélézin.
40	28.8	05 :15 :46	04 :17 :09	01 : 23	Un loup s'empare d'un bout de l'agneau (carcasse) et s'en va avec.
41	28.8	05 :56 :48	05 :59 :11	02 : 23	Un loup monte en direction de la brebis tuée. Consommation. Il tire dessus pour arracher de la chair.
42	28.8	06 :21 :24	06 :21 :59	00 : 35	Suite de la séquence précédente. Le loup continue de consommer la brebis.
43	28.8	06 :40 :48	06 :41 :02	00 : 14	Le loup vient de quitter la carcasse de la brebis et s'en va en marchant.
Durée totale des séquences				66 : 38	
Laps de temps minimum pendant lequel les chiens sont intervenus : 5h51					
Laps de temps minimum de la présence des loups sur l'estive : 7h44					

Tableau 7 : Description de chaque séquence vidéo tournée pendant les nuits du 18 au 23 août 2000 où l'on peut observer des interactions entre des chiens de protection et des renards ou des sangliers, ainsi que des réactions de chiens sans pourtant en connaître la raison. Les séquences marquées en gras ont été analysées.

N°	Date	Séquences		Durée min : :sec	Remarques
		Début	Fin		
46	18.8	22 :23 :15	22 :25 :06	01 :53	Deux chiens courent sur le chemin de la cabane et aboient. L'un d'eux monte la pente en courant et en aboyant.
47	18.8	22 :26 :21	22 :26 :47	00 :26	Suite de la séquence précédente. Le même chien qui continue d'avancer.
48	18.8	22 :32 :29	22 :33 :26	00 :57	Toujours le même chien qui poursuit un renard.
49	19.8	3 :34 :43	3 :37 :31	02 :48	Un chien poursuit un sanglier. Le sanglier se retourne pour charger le chien qui s'enfuit. Le sanglier continue sa route. Le chien revient et le suit en gardant ses distances.
50	19.8	23 :29 :19	23 :34 :00	04 :41	Un renard farfouille. Il s'avance en direction d'un chien. Le renard ne l'aperçoit pas tout de suite. Il prend la fuite quand il le remarque sa présence. Le chien n'a rien « vu ». Le renard marche. Il est rejoint par un renardeau.
51	22.8	21 :43 :46	21 :51 :32	07 :48	Un sanglier se trouve à 10 -15 mètres au-dessus du troupeau qui est scindé en deux. Il passe sous un chien (à quelques mètres) sans que ce dernier s'en aperçoive. Il y a un deuxième chien couché plus loin. Tout à coup, celui de derrière lui fonce dessus. Le sanglier se retourne et le charge. Le second chien vient de dessus. Seconde charge du sanglier. Les chiens l'évitent. Le sanglier s'éloigne et disparaît derrière une crête. Un troisième chien arrive. Une chienne urine.
52	23.8	02 :18 :18	02 :19 :41	01 :23	Un renard est très proche des brebis. Il les fait fuir. Tout à coup, il s'arrête, reste un moment sans bouger, puis prend la fuite. Un chien apparaît dans le champ de la caméra.

Durée totale des séquences **20:56**

Tableau 8 : Description de chaque séquence vidéo tournée pendant les nuits du 17 au 29 août 2000 (excepté celles du 27 au 28) où l'on peut observer des chiens de protection ou des loups. Ces séquences n'ont pas été analysées. La durée de la séquence 68 n'a pas été notée, car il s'agit en fait de plusieurs séquences réunies en une seule. Elles ont été souvent interrompues et montrent des interactions entre un sanglier, des renards et un chien de conduite. Il aurait été fastidieux de toutes les énumérer.

N°	Date	Séquences		Durée	Remarques
53	17.8 ?	--	--	01 :50	Un chien aboie (un sanglier ?) sur le chemin de la cabane. Un deuxième chien (conduite ?) apparaît dans le champ de la caméra.
54	18.8	22 :35 :17	22 :36 :15	00 :58	Le troupeau est parqué à côté de la cabane. Un chien dort autour du parc de nuit.
55	20.8	21 :54 :10	21 :55 :28	01 :18	4 chiens (2 x 2) vers le troupeau.
56	20.8	00 :50 :03	00 :51 :54	01 :51	Un chien marche en direction du troupeau (encore invisible à la caméra). Il est à sa droite à environ 100 mètres ou plus. À la fin de la séquence, on aperçoit dans le champ de la caméra une extrémité du troupeau (une ou deux brebis) et le chien.
57	20.8	21 :51 :00	21 :53 :28	02 :28	Trois chiens sont au-dessus du troupeau. Ils montent sur la crête et semblent aboyer quelque chose. Deux d'entre eux semblent particulièrement plus petits que le troisième. On voit deux autres chiens plus à droite également au-dessus du troupeau, certainement en train d'aboyer. Une brebis et son agneau remontent en direction du troupeau. Ils sont tous à droite, à plusieurs centaines de mètres du troupeau. Il y a également d'autres brebis en train de brouter.
58	20.8	22 :32 :57	21 :33 :06	00 :09	4 chiens (1, 1x2, 1) dans le champ de la caméra juste au-dessus du troupeau. Un est plus petit que l'autre.
59	20.8	22 :35 :30	22 :36 :04	00 :34	Cinq chiens au sein du troupeau (mais avec un vide autour d'eux).
60	21.8	22 :02 :57	22 :03 :28	00 :31	Troupeau dans le mélézin, 3 chiens marchent sur un sentier. Deux autres (un grand et un petit) quittent le troupeau et courent en direction des 3 autres chiens, puis bifurquent perpendiculairement et disparaissent toujours en courant.
61	22.8	21 :59 :51	22 :01 :18	01 :27	Interventions des chiens. Cela brasse pas mal les brebis.
62	23.8	00 :06 :30	00 :07 :35	01 :35	Un chien marche en crête au-dessus du troupeau.
63	23.8	00 :36 :16	00 :37 :17	01 :01	Un renard se balade à proximité du troupeau. Quelques brebis se lèvent. Le renard s'en va en direction opposée.
65	23.8	02 :35 :32	02 :35 :54	00 :22	Un chien court et disparaît derrière la crête (2 sec.).
66	27.8	01 :46 :33	02 :01 :52	05 :19	Le troupeau est parqué vers la cabane, les chiens autour. Un sanglier broute juste au-dessus. Un des chiens se soumet à deux autres en se couchant.

67	27.8	02 :56 :08	02 :56 :59	00 :51	Le troupeau est parqué vers la cabane. 5 chiens de protection et un chien de conduite en alerte. Un des chiens de protection se soumet clairement à un chien (léchage sur le côté du museau).
68	28-29.8	22 :29 :26	02 :53 :48	-- :--	Un sanglier sur la carcasse avec des renards autour. Interactions avec un chien de conduite qui poursuit des renards sur de courtes distances (séquences interrompues à plusieurs reprises).
69	29.8	22 :54 :32	23 :18 :25	00 :24	Deux loups se baladent et disparaissent derrière la crête

3.2 Interactions entre chiens de protection et loups

Les interactions entre chiens et loups ont été enregistrées entre 23 heures et 6 min 15 s (27 août) et 4 h 57 min 24 s (28 août) et les loups ont été aperçus entre 23 h 6 min 15 s (27 août) jusqu'à 6 h 41 min 2 s (28 août) :

- **Les CPTs** sont donc intervenus pendant un laps de temps minimum de **5 heures 51 minutes et 9 secondes**.
- Les loups sont donc restés sur l'estive à proximité de l'une des deux carcasses ou du troupeau pendant un laps de temps minimum de **7 heures 44 minutes et 7 secondes**.

Les dix-neuf séquences vidéo analysées ont permis d'identifier **22 interactions entre les CPTs et les loups** (fig. 3) dont :

- **Onze comportements des poursuites** d'un, deux ou trois CPTs après un ou deux loups. Les loups fuient à chaque fois ;
- **Un comportement de poursuite** de deux loups après un CPT. Le chien fuit ;
- **Une bagarre entre un CPT et un loup**, avec l'intervention d'un second loup. Les loups suivent le CPT à distance après la bagarre ;
- **Neuf comportements d'aboiements d'un chien de protection en direction d'un loup**. Le loup ne modifie pas son comportement dans 67 % des cas (n=6).

Les comportements de poursuite ont été provoqués par l'approche d'un ou deux loups d'un agneau mort ou du troupeau :

- **Sept comportements d'approche d'un loup d'un agneau mort**, dont cinq en présence d'un ou deux chiens couchés à proximité. Le ou les chiens réagissent en aboyant et/ou en poursuivant le prédateur. Deux approches se font sans la présence des chiens à proximité de l'agneau. Un chien intervient avant que le loup n'ait pu emporter le cadavre et le fait fuir pour l'une d'elles, tandis qu'il n'y a aucune intervention pour la seconde.
- **Trois comportements d'approche et d'attaque ou tentative d'un loup sur le troupeau**, dont deux sont interrompus par les CPTs.

Sur les dix tentatives (filmées) d'un ou deux loups pour s'emparer de l'agneau mort ou pour attaquer le troupeau, **huit (80 %) ont été mises en échec par les CPTs**.

Nous avons encore identifié trois séquences montrant un ou deux chiens en présence d'un loup dans les environs, mais sans interaction.

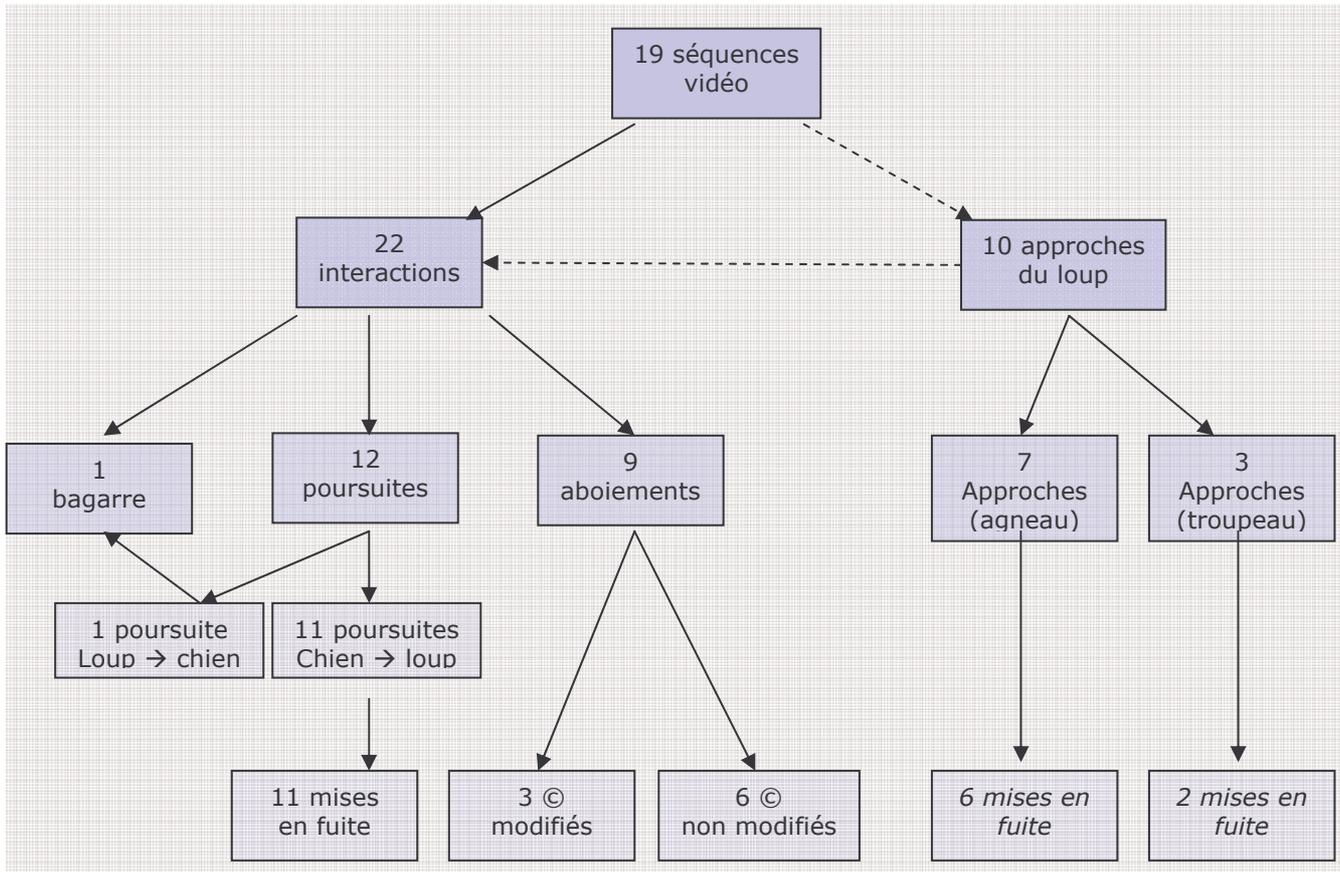


Figure 3 : Synthèse des interactions entre les chiens de protection et les loups pendant la nuit du 27 au 28 août 2000. Légende: © = comportement

3.3 Interactions entre chiens de protection et renards ou sangliers

Les sept séquences mentionnées plus haut ont permis d'isoler 5 interactions entre les CPTs et des « prédateurs » potentiels (fig. 4), dont :

- 1 poursuite d'un renard par un chien ;
- 2 poursuites d'un sanglier par un et plusieurs CPTs ;
- 3 charges d'un sanglier sur un CPT.

Deux séquences supplémentaires montrent la fuite d'un renard alors qu'il se retrouve subitement à proximité d'un CPT qui ne présente aucune interaction avec lui (ne semble pas l'avoir détecté).

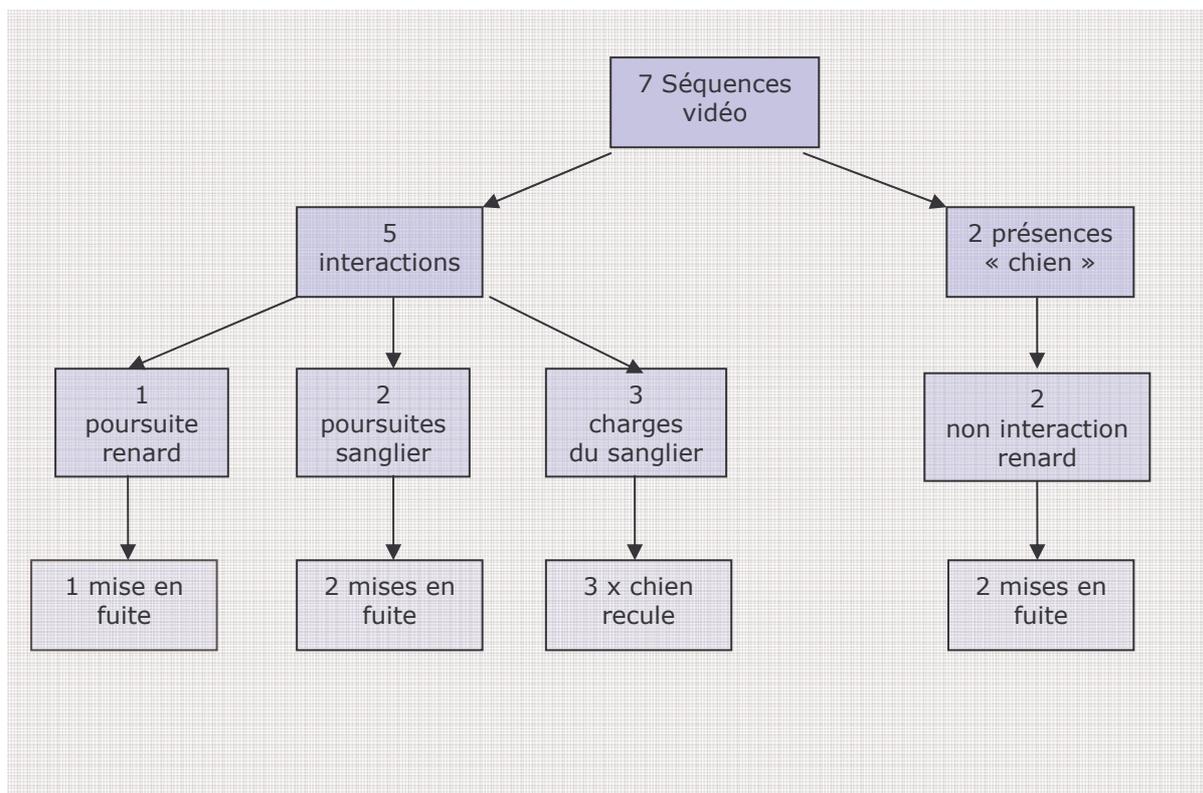


Figure 4 : Synthèse des interactions entre les chiens de protection avec des renards et des sangliers.

3.4 Comportements des chiens de protection face aux loups

Trois catégories de comportements ont été identifiées comptant onze comportements différents :

1. Comportement de poursuite : cinq types de comportements
2. Comportement de recherche du loup : trois types de comportements
3. Comportements agonistiques : 3 types de comportements

Une synthèse des comportements des CPTs et des conséquences sur le comportement des loups est présentée sous la figure 6 à la page 37.

3.4.1 Comportements de poursuite

Nous avons catalogué et nommé les comportements de poursuite selon leur durée et l'allure de l'animal (tab. 9). Les comportements de poursuite ne sont malheureusement pas tous complets (partiel), mais nous les avons tout de même conservés à titre indicatif.

Tableau 9 : catégorisation des comportements selon leur durée et l'allure du chien. Quand il y a plusieurs séquences identiques concernées, cela signifie que 2 ou trois chiens ont poursuivi le ou les loups en même temps. Légende : © = comportement ; csw = « chase wolf » (poursuit le loup), rat = « ritualised attack » = attaque ritualisée.

Séq.	Enregistrement	Sujet	©	Durée	Allure
4	Intégral	C1	csw	2.747	bond
6	Intégral	C1	csw	4.965	bond
10	Intégral	C1	csw	6.043	bond
14	Intégral	C4	csw	7.935	bond
15	Intégral	C4	csw	2.952	bond
18	Intégral	C1	csw	4.573	bond
1	Partiel	C2	csw	17.427	Galop
2	Intégral	C1	csw	34.042	Galop
2	Intégral	C2	csw	50.929	Galop
3	Partiel	C3	csw	7.687	Galop
4	Intégral	C1	csw	30.626	Galop
4	Intégral	C2	csw	41.736	Galop
6	Intégral	C1	csw (mais loup distance)	40.382	Galop
10	Partiel	C1	csw	5,607	Galop
10	Intégral	C2	csw	51.433	Galop
9	Partiel	C1	csw	201.472	Galop
9	Partiel	C2	csw	200.384	Galop
15	Intégral	C4	csw	13.476	Galop
15	Intégral	C5	csw	10.522	Galop
15	Intégral	C6	csw	14.953	Galop
2	Intégral	C2	csw/rat	8.864	Galop rapide

Poursuites de courte durée

Six poursuites (complètes) ont duré en moyenne 5 secondes²⁰. Elles n'impliquent qu'un CPT à la fois(tab.10), le chien c1 (n =4) qui est resté couché près de l'agneau mort et un chien identifié sous c4 qui se trouvait sur le troupeau (n =2).

Description du comportement : le CPT se déplace précipitamment en direction du loup par bonds successifs(corps et tête élancés, queue en prolongement de la ligne du dos quand le chien est en extension complète). Puis, il se réceptionne sur les pattes antérieures, corps ramassé et ramène les pattes postérieures quasi au niveau des antérieurs. La queue est portée au-dessus de la ligne dorsale et « tournoie », ceci est probablement dû à l'impact de la réception sur les pattes antérieures. Le chien se lance à nouveau en avant en extension complète en s'appuyant sur ses pattes postérieures pour se pousser en avant. La tête passe au-dessus de la ligne du dos, notamment en fin de course. La distance à laquelle le CPT déclenche le comportement face au loup varie de 2 à 7 bonds. Il **donne l'impression de ne pas chercher à rattraper le loup, mais au contraire à le faire fuir en exagérant les comportements d'approche.**

Réponse comportementale du loup : fuite d'une durée moyenne de 7 secondes²¹. À deux reprises, le loup est d'abord resté sur place (2.500 sec.) avant de s'en aller (« *leave* ») (13.284 sec.) ou s'en est allé tranquillement («*leave*») (1.04 sec.) avant de fuir (*escape*) (5.595 sec.).À la suite de deux fuites, le loup s'est arrêté rapidement (3,114 sec.) ou s'est assis, bien que le CPT soit encore à proximité.

Distance parcourue : en prenant la durée moyenne de poursuite multipliée par la vitesse maximale (45 km/h) et la vitesse minimale (15 km/h), le chien poursuit le loup sur une distance moyenne comprise entre 20 et 60 mètres.

Ce type de poursuite n'excède donc généralement pas quelques dizaines de mètres. Ces interactions de très courtes durées correspondent à ce que nous avons renommé « **mettre en fuite** ».

²⁰ Moyenne de 4.869 sec. ; minimum : 2.747 ; maximum : 7,935 ; écart -type 1,952 (n = 6). Le logiciel « The Observer » note la durée en seconde et en centième. Nous avons conservé cette manière de noter.

²¹ Moyenne de 6,605 ; minimum. 3,114 ; maximum. 12,075, écart-type : 3,671(n = 5 en comptant un lv de 1,04 + esc de 5,595).

Tableau 10 : catégorisation des comportements selon leur durée. Légende : © = comportement ; C1 = chien 1 (Pilou) ; C4 = chien 4 ; csw = chase wolf (voir tab. 4 pour une définition complète)

Séq.	Enregistrement	Sujet	©	Durée	Allure	Distance	Catégorie
4	Intégral	C1	csw	2.747	bond	11-34 m	Mettre en fuite
6	Intégral	C1	csw	4.965	bond	21-62 m	Mettre en fuite
10	Intégral	C1	csw	6.043	bond	25-76 m	Mettre en fuite
14	Intégral	C4	csw	7.935	bond	33-99 m	Mettre en fuite
15	Intégral	C4	csw	2.952	bond	12-37 m	Mettre en fuite
18	Intégral	C1	csw	4.573	bond	19-57 m	Mettre en fuite

Poursuites de durée moyenne

Six autres poursuites²² (complètes, 4 observations) ont duré en moyenne 41 secondes²³. Elles impliquent un ou deux chiens (c1 et c2) (tab. 11).

Description du comportement : les CPT se déplacent en direction du loup au galop. Ils adoptent parfois le trot, voire le pas dans des pentes à fortes déclivités. Pendant la course, la tête est en prolongement du dos et la queue au-dessus de la ligne dorsale. À une reprise, un des chiens a commencé la poursuite tête au-dessus de la ligne dorsale et à deux reprises (deux individus différents), les chiens terminent leur poursuite la tête au-dessus de la ligne dorsale. Ces poursuites de durée moyenne se sont déroulées sur le bas de l'alpage et sont localisées essentiellement dans les environs de l'agneau mort.

Réponse comportementale du loup : fuite (*escape*) qui dure en moyenne 48 secondes²⁴. Le loup se retourne parfois en direction des chiens tout en courant (galop ou trot rapide) ou en s'arrêtant brièvement avant de reprendre sa course. Dès que les chiens cessent la poursuite, le loup s'arrête également.

Distance parcourue : en prenant la durée moyenne de poursuite multipliée par la vitesse maximale (45 km/h) et la vitesse minimale (15 km/h), le chien poursuit le loup sur une distance moyenne comprise entre 141 et 643 mètres.

Ce type de poursuite se fait sur plusieurs centaines de mètres. Ces interactions de durées moyennes correspondent à ce que nous avons renommé « **purchasser** ».

²² Trois poursuites ont dû être écartées. Deux d'entre elles correspondent à la fin d'une poursuite et la troisième le chien disparaît rapidement derrière des bosquets.

²³ Moyenne : 41,524 s ; minimum : 30,626 s ; maximum : 51,433 s ; écart-type : 8,517 s.

²⁴ Moyenne de 48,697 s ; minimum. 37,882 s ; maximum. 60,653 s, écart-type : 9,733 s (n = 6).

Tableau 11 : catégorisation des comportements selon leur durée. Légende : © = comportement ; ? = que le comportement observé n'a pas pu être inclus dans une catégorie comportementale par manque de données ou contextes similaires. ? = que le comportement est placé dans une catégorie sans être certain que cela soit correct.

Séq.	Enregistrement	Sujet	©	Durée	Allure	Distance	Catégorie
1	Partiel	C2	cs	17.427	Galop	(72 - 218 m)	Pourchasser
2	Intégral	C1	cs	34.042	Galop	141 - 426 m	Pourchasser
2	Intégral	C2	cs	50.929	Galop	211- 425 m	Pourchasser
3	Partiel	C3	cs	7.687	Galop	--	Pourchasser ?
4	Intégral	C1	cs	30.626	Galop	125 – 383 m	Pourchasser
4	Intégral	C2	cs	41.736	Galop	171 – 521 m	Pourchasser
6	Intégral	C1	cs (mais loup à distance)	40.382	Galop	166 – 505 m	Pourchasser
10	Partiel	C1	cs	5,607	Galop	--	Pourchasser ?
10	Intégral	C2	cs	51.433	Galop	211 – 643 m	Pourchasser

Poursuites de longue durée

Deux autres poursuites (partielles, 1 observation) ont duré en moyenne 201 secondes²⁵. La partie manquante du début correspond à une durée d'environ 40 secondes. Cela signifie que cette poursuite a duré au moins 241 secondes. Cette action est identique à « pourchasser », seule la durée est considérablement plus élevée (cinq fois plus dans le cas présent). Ces deux poursuites n'ont probablement pas excédé cinq minutes (en recalculant la trajectoire manquante pour la plus longue poursuite).

Description du comportement : les CPTs se déplacent en direction du loup au galop pendant la partie observable, les deux chiens avaient plutôt la tête alignée sur le prolongement du dos et la queue au-dessus de la ligne dorsale. Ces poursuites de longues durées se sont déroulées sur le bas de l'alpage et sont localisées essentiellement dans les environs de l'agneau mort.

Réponse comportementale du loup : fuite dont la durée est identique à celle de la poursuite des CPTs puisqu'ils sont tous sortis du champ de la caméra quasi au même instant. Un des chiens a réussi à se rapprocher du loup suffisamment près pour que ce dernier doive accélérer son allure pour éviter de se faire rattraper.

²⁵ Moyenne : 200,928 s. ; minimum : 200,384 s ; maximum : 201,472 s ; écart-type : 0,769 s

Distance parcourue : en prenant la durée moyenne de poursuite multipliée par la vitesse maximale (45 km/h) et la vitesse minimale (15 km/h), le CPT poursuit le loup sur une distance moyenne comprise entre 1004 et 3001 mètres.

Ce type de poursuite est de l'ordre du kilomètre. Nous avons donc distingué cette poursuite des précédentes par le terme « **poursuivre** » qui marque une poursuite de longue durée.

Poursuite interrompue par la disparition du loup

Trois poursuites (3 chiens ensemble = 1 observation) d'un loup ont duré en moyenne 13 secondes²⁶. Il s'agit de trois CPTs qui ont poursuivi un loup avant qu'il ne s'échappe dans des rochers. Une fois dans les rochers, le loup a ralenti immédiatement sa course pour s'éloigner tranquillement. La mise en fuite du loup est surtout imputée à l'un des chiens qui a déclenché la poursuite. La première partie de ce comportement ressemble à « mettre en fuite », mais comme l'action se prolonge, la seconde phase évolue en « *pourchasser* ». Cette dernière prend prématurément fin, probablement par la disparition visuelle du loup ou à cause de la topographie trop escarpée. Malheureusement, l'enregistrement de la scène n'est pas complet, il n'est pas possible de savoir si les CPTs ont continué de suivre les traces olfactives du loup ou s'ils sont retournés au troupeau. Il s'agit vraisemblablement d'un comportement « *pourchasser* » tronqué.

Poursuite à la suite d'une bagarre

À la suite d'une bagarre, le CPT poursuit brièvement le loup qui s'enfuit. Un seul événement a été enregistré qui a duré 8,864 secondes. Le chien se déplace au galop rapide, la queue est au-dessus de la ligne dorsale et la tête en prolongement du dos. Ce comportement a été distingué de « mettre en fuite », car l'allure et le port de la tête et de la queue sont différents. La motivation du chien semble également être distincte, car il semblerait que ce dernier cherche à rattraper le loup contrairement au comportement « mettre en fuite ».

²⁶ Moyenne 12.983 ; minimum 10.522 ; maximum 14.953 ; écart-type 2.256.

Corrélation entre la durée de poursuite des chiens et de fuite des loups

La durée de fuite des loups est corrélée à la durée de poursuite des CPTs (test de rang de Spearman, $R = 0,82$, $T = 4,74$, $p < 0,0006$) (fig. 5). Dès qu'ils s'arrêtent de courir, les loups s'arrêtent également avec un décalage de quelques secondes, mais ne fuient pas plus loin.

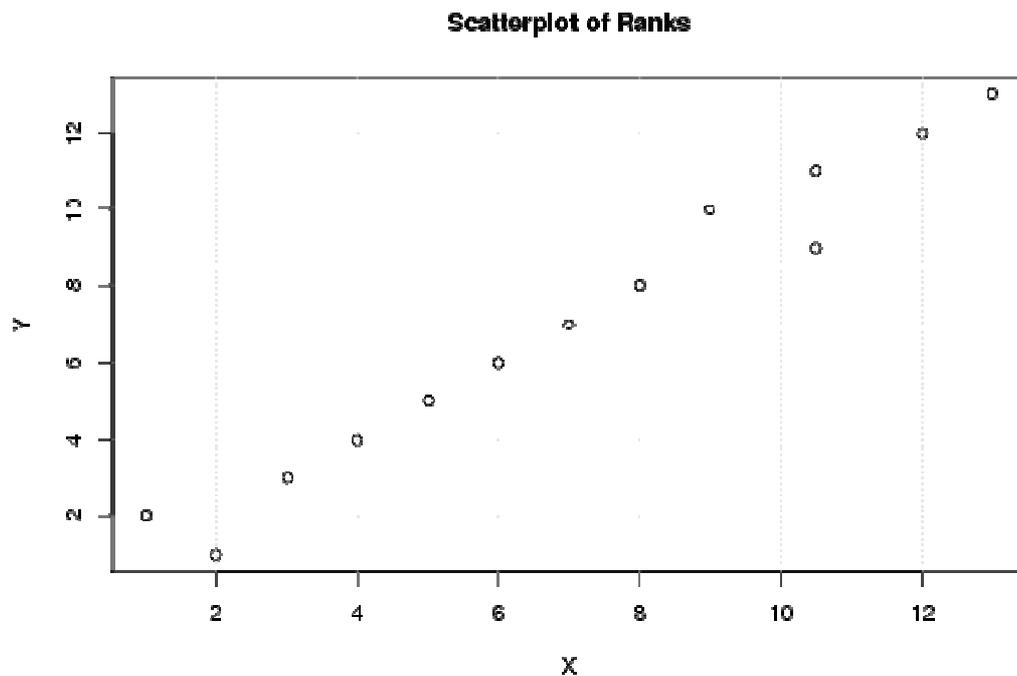


Figure 5 : corrélation entre la durée de fuite des loups et la durée de poursuite des chiens.

3.4.2 Comportement de recherche du loup

Recherche du loup après l'avoir perdu visuellement

Description du comportement : à la suite d'une brève poursuite pendant laquelle les CPTs ont perdu le contact visuel avec le loup, ces derniers continuent de le suivre en conservant **la tête et la queue au-dessus de la ligne du dos**. Ils semblent suivre une trace olfactive. Ce comportement a duré au moins 44,035 secondes, l'enregistrement de cette séquence ayant été interrompu avant la fin de l'action. Nous avons dénommé ce comportement « **search wolf** » (n=1).

Recherche du loup grâce à une trace olfactive laissée au sol

Description du comportement : le CPT suit une trace olfactive au sol (**tête au-dessous ou en prolongement de la ligne du dos, queue au-dessus**). Le stimulus visuel « loup » déclenche un comportement « mettre en fuite » ou une poursuite. Ce comportement n'a été observé que deux fois lors d'une même séquence sur deux CPTs différents. Dans le premier cas, le début a été tronqué et le comportement enregistré a duré 3,147 secondes. Le chien arrive dans le champ de la caméra²⁷ truffe au sol et semble suivre une trace olfactive au sol. Il s'approche du loup jusqu'à probablement moins de 10 mètres (à 2 bonds). Ce dernier ne semble pas l'avoir détecté. Puis le CPT présente le comportement « mettre en fuite ». Lors du deuxième cas, un second CPTs intervient sur la même séquence à la suite des aboiements du premier chien, truffe au sol, puis part immédiatement en direction du loup situé un peu plus loin. Puis les deux CPTs poursuivent le prédateur. Nous avons dénommé ce comportement « **sniff** »(n=3).

Recherche grâce à un faisceau odorant

Description du comportement : le chien suit l'intensité du faisceau odorant du loup qui se situe en contre bas (dans le cas présent). Ce faisceau odorant semble former un triangle inversé. Arrivé à la limite de cette intensité olfactive, il repart en sens inverse jusqu'à rejoindre l'autre frontière olfactive. Le chien se déplace ainsi en *zigzag* gardant toujours la tête et la queue au-dessus de la ligne dorsale, jusqu'à ce qu'il arrive à suivre la trace olfactive laissée par le loup en ligne plus ou moins directe (*sniff*). Le stimulus visuel « loup » semble déclencher une poursuite qui, dans ce cas, s'apparenterait à « mettre en fuite ». Le seul comportement observé a duré 28,966 secondes. Nous l'avons dénommé « **zigzag** » (n=1).

Le CPT est ensuite reparti en sens inverse probablement pour rejoindre le troupeau, mais la fin de la séquence est tronquée.

²⁷ En train de filmer le loup essayant d'emporter un agneau mort

3.4.3 Comportement agonistique

Faire face

Description du comportement : le chien fait subitement face à son poursuivant en se retournant brusquement. Il adopte une stature haute, queue et tête au-dessus de la ligne du dos, corps et tête orientés vers le loup²⁸. Ce comportement de courte durée ne dépassant pas 3,745 secondes. Trois observations ont été effectuées, tous dans la même action :

- a) La première fois, un CPT poursuivi par deux loups monte dans une pente, puis se retourne subitement pour faire face à son poursuivant le plus proche. Ce dernier ne s'est pas arrêté immédiatement (ou n'y est pas parvenu) et sa course l'a conduit au contact du CPT qui l'a alors attaqué. S'en sont suivis une bagarre, puis une brève fuite du loup.
- b) Le second loup a poursuivi le CPT qui pourchassait (« *fight chase* ») le premier loup. À nouveau, il est monté dans une pente légère, puis s'est retourné subitement pour faire face au loup. Ce dernier s'est immédiatement arrêté et a fui dès que le CPT s'est déplacé (pas de poursuite) dans sa direction. Il s'en est allé au trot léger suivi par les deux loups.
- c) Les deux loups ont continué de le suivre à distance. Il est remonté dans la pente et a fait face aux deux loups qui sont restés à une dizaine de mètres au-dessous. S'en est suivie une poursuite des deux loups. Un deuxième CPT apparaît dans le champ de la caméra et s'engage également dans la poursuite (*pourchasser*).

S'interposer

Description du comportement : le chien se place entre le troupeau et le loup. Il adopte une stature haute, tête et queue (généralement avec battements de différentes intensités) au-dessus de la ligne du dos. La tête est orientée vers le loup, le corps peut être positionné perpendiculairement au loup ou dans la même ligne. Le chien peut aboyer, mais il n'a pas été possible de noter d'autres types de vocalises comme des grognements. Il peut revenir sur ses pas en direction de la source à protéger, puis se retourner pour avancer en direction du loup et s'interposer une nouvelle fois, parfois semble-t-il en frappant les deux pattes antérieures sur le sol. Le chien peut exécuter plusieurs fois ces déplacements de va-et-vient. À une reprise, le CPT a ensuite pourchassé le loup. Ce comportement a été observé

²⁸ Le corps n'est pas perpendiculaire au loup, sinon cela devient un « lateral display » (Goodmann et coll. 2002).

quatre fois à la suite de « mettre en fuite » par un CPT seul à proximité de l'agneau mort et une fois par trois CPT à la suite d'un « rescue » (voir plus bas) à proximité immédiate du troupeau. Ces derniers se sont positionnés en une rangée entre le troupeau et le loup.

Le comportement « **s'interposer** » se déroule toujours à proximité du troupeau ou de la carcasse de l'agneau. À aucun moment, l'un des CPTs a cherché à se réfugier à proximité du troupeau ou auprès d'un autre individu.

Combat

Description du comportement : à la suite d'une poursuite, le CPT s'est subitement retourné (faire face) et a attaqué le loup. Le combat a duré 4,583 secondes. Le chien semble percuter le loup de son corps, puis oriente sa gueule vers la partie antérieure du loup. Les deux protagonistes ont glissé le long de la pente, le chien essayant de freiner sa progression avec ses deux pattes postérieures. Le loup semble avoir été plaqué au sol ou est tombé. Le second loup semble avoir « accroché » le CPT, ce qui l'a déséquilibré et a permis au premier loup de se relever, de se dégager et de prendre la fuite. Le CPT l'a poursuivi (« *fight chase* »), lui-même poursuivi par le second loup.

3.4.5 Comportements autres

Rescue

Description du comportement : un CPT hors champ caméra **intervient à la suite des aboiements d'un autre chien** (n = 5) S'ensuit généralement une poursuite du loup (*pourchasser*). a) Il s'agit du chien c2 qui apparaît à la suite d'un « *mettre en fuite* » du chien c1 (n = 2) qui aboie le loup en fin de comportement. S'engage alors une poursuite du ou des loups. b) c1 est également intervenu à la suite d'interactions de deux loups avec c2 (n =1). Les deux chiens ont alors pourchassé les deux loups. c) c5 et c6 sont intervenus à la suite des aboiements de c4 (n = 1) face à un loup qui s'apprêtait à attaquer le troupeau. S'en est suivie une courte poursuite (*pourchasser court*) pendant laquelle le loup a disparu dans des rochers. d) Un CPT est apparu alors que deux autres aboyaient un sanglier (n =1).

Ces observations suggèrent que certains aboiements font intervenir d'autres chiens, alors que les CPTs ne réagissent pas systématiquement aux aboiements des autres chiens (Landry, données non publiées).

Tableau 12 : Synthèse des comportements observés face au loup avec une brève description de chaque comportement (pour une description plus détaillée, se référer au texte). Légende : n : nombrestotauxd'observations du comportement ; n° obs : nombre d'observations impliquant un ou plusieurs chiens présentant le comportement décrit;chien : identification des chiens ayant présenté le comportement en question.

Comportement	n	n° obs.	Chiens	Brève description
De poursuite	17	13		
Mettre en fuite	6	6	c1, c4	Poursuite sur quelques dizaines de mètres.
Pourchasser	6	4	c1, c2	Poursuite sur quelques centaines de mètres
Poursuivre	2	1	c1,c2	Poursuite de un à deux kilomètres
Pourchasser court	3	1	c4, c5, c6	Pourchasser sur moins de cent mètres
Fight chase	1	1	c2	Poursuite lors d'interaction agonistique impliquant un combat.
De recherche du loup	6	4		
Zigzag	1	1	c4	Le chien suit une intensité olfactive en faisant des zigzags.
Search wolf	3	1	c4, c5, c6	Le chien suit une intensité olfactive plus ou moins en ligne droite.
Sniff	2	2	c1, c2	Le chien suit une odeur au sol.
Agonistiques	11	9		
Face	3	3	c2	Le chien se retourne précipitamment pour faire face à son poursuivant
S'interposer	7	5	c1, c4, c5, c6	Le chien se positionne entre le loup et le troupeau (ou la carcasse) en adoptant une stature haute.
Combat	1	1	c2	Le chien se bagarre avec le loup.
De vocalisation	7	7		
Aboiements	7	7	c1, c2, c4	Le chien aboie.
Autre				
Rescue	5	4		

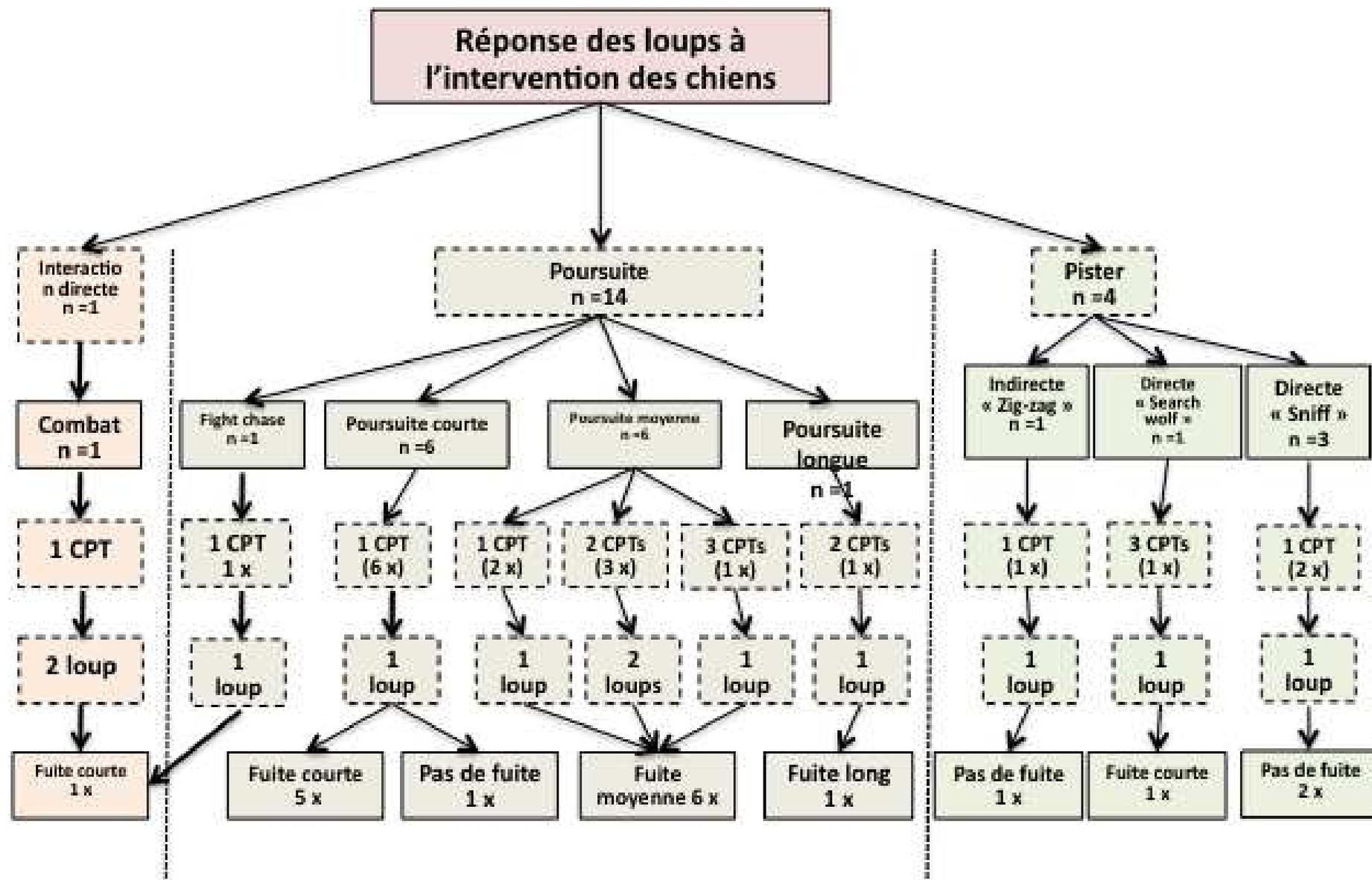


Figure 6: Synthèse de l'effet des comportements « aptitude à la protection » sur le comportement du loup

3.5 Incidence des aboiements sur le comportement des loups et des autres chiens de protection

Nous avons pu enregistrer sept comportements d'aboiements visibles à la caméra thermique. **Trois d'entre eux ont modifié le comportement du loup**, tandis que les quatre autres n'ont pas modifié l'action en cours du prédateur :

a) un loup a rebroussé chemin alors qu'il s'approchait lentement en direction d'un agneau mort à la suite d'aboiements d'un chien couché vers la carcasse de l'agneau ;

b) un loup qui s'approchait lentement d'un agneau mort a finalement contourné deux chiens couchés vers la carcasse de l'agneau lorsque l'un de ces derniers a commencé à aboyer ;

c) un loup a interrompu une attaque sur le troupeau à la suite des aboiements d'un chien couché à proximité immédiate du troupeau. Le chien a aboyé pendant au moins 40 secondes. Le loup semble avoir été surpris par sa présence à proximité du troupeau.

À trois reprises, un (n=2) ou deux chiens (n=1) sont apparus dans le champ de la caméra à la suite de l'aboiement d'un autre chien en direction d'un loup.

3.6 Facteurs faisant intervenir les chiens

Les résultats présentés dans ce chapitre n'ont qu'une valeur informative, la prise de données n'étant pas exhaustive. Cela signifie que l'on ne peut pas calculer le pourcentage du nombre de fois où les chiens ont réussi à détecter ou non la présence de loups, de renards et de sangliers. Plusieurs facteurs peuvent aider le chien à repérer un intrus (tab. 13).

Comportements des brebis : à trois reprises, un CPT est intervenu alors que les brebis présentaient des mouvements de panique due à la présence et à l'attaque d'un loup (n =2) et à la présence d'un renard (n = 1).

Aboiements d'un chien de protection en direction du loup : à trois reprises, un ou deux autres chiens sont intervenus (« *rescue* ») à la suite d'aboiements d'un chien en direction d'un loup. Le ou les CPTs sont alors entrés en interaction avec le loup. À une reprise, un comportement similaire a été observé avec un sanglier.

Odeur du loup : à six reprises, le chien a repéré le loup grâce à son faisceau odorant ou par une odeur sur le sol.

3.7 Les chiens ne repèrent pas toujours les loups ou d'autre représentant de la faune

Les CPTs n'ont toujours pas repéré le loup alors qu'il était à proximité (tab. 13). À trois reprises, il était à une distance estimée au-dessous de 30 mètres du CPT : a) un chien a quitté le troupeau, alors que le loup était proche ; b) un loup a suivi deux chiens (c1 et c2) qui revenaient d'une poursuite, sans se faire détecter ; c) deux loups se trouvaient sur la pente du vallon d'en face à la suite d'une poursuite et progressaient en direction des chiens. L'un d'eux a même quitté la zone, tandis que le second s'est couché vers la carcasse.

À trois reprises, un loup est parvenu à s'approcher du CPT à une distance estimée à quelques bonds de chien (de 2 à 7) avant que ce dernier ne réagisse.

À noter également qu'à deux reprises, un renard s'est baladé à proximité du troupeau, puis a fui en apercevant un chien qui de son côté ne l'a pas repéré. Un sanglier est passé également à quelques mètres d'un chien qui vraisemblablement dormait, car ce dernier n'a pas du tout réagi.

Tableau 13 : nombre de fois que le chien a détecté ou non loups, renards et sangliers. Les informations de ce tableau n'ont qu'une valeur informative, puisqu'on ne connaît pas le « n » total.

Description	# obs.	Espèces	Remarque
Comportements des brebis	3	Loup et renard	Mouvements brusques des brebis
Aboiements	4	Loup et sanglier	
Odeurs	6	Loup	Faisceau odorant et trace au sol
Non détecté	5	Loup	
Non détecté	2	Renard	La seule vision du chien semble faire fuir le renard
Non détecté	1	Sanglier	Un autre chien le repère finalement
Approche d'un chien	3	Loup	Le loup s'approche du chien à des distances estimées de 2 à 7 bonds de chien.

3.8 Stratégie de fuite des loups

Pendant les poursuites, les loups adoptent différents comportements dont le résultat est un distancement avec les chiens (tab. 14).

Changement brusque de direction (n =12) : le comportement le plus fréquent est un changement brusque de direction, généralement à 90 degrés, mais parfois quasi à 180 degrés. Le chien n'arrive pas à conserver la même trajectoire et la distance entre les protagonistes

augmente. Ce comportement a été observé 12 fois. Il a été utilisé une seule fois sur 5 poursuites, 2 fois sur deux poursuites (dont 1 fois deux fois de suite) et 3 fois sur la plus longue poursuite. Ce comportement a été utilisé sur 57 %²⁹des poursuites (n = 14), ce qui indique également que sur plus de la moitié des poursuites, le ou les CPTs étaient à un moment donné très proches du loup.

Tableau 14 : nombre de changements de direction des loups pendant une poursuite

Poursuites	Changement de direction pendant la poursuite	Nombre de changement de direction
5	1 x	5
2	2 x	4
1	3 x	3
Total = 8		Total = 12

Séparation du groupe (n=1) : deux loups poursuivis par deux chiens se sont immédiatement séparés empruntant chacun une direction opposée avec chacun un chien à leur trousse.

Monter dans les pentes (n=6) : sur toutes les poursuites de moyenne durée, le ou les loups sont montés directement dans la pente la plus proche.

²⁹ N=8

4. Discussion générale

4.1 Temps d'alerte des chiens pendant une nuit

Les images réalisées par les agents du Parc national du Mercantour sont riches d'enseignement (et probablement uniques) du point de vue des comportements des CPTs face aux loups, mais également du temps qu'ils passent à protéger activement le troupeau. Le minutage des différentes séquences démontre que **les loups sont restés sur l'estive au minimum huit heures**. Si l'on tient compte de l'agneau tué en début de soirée et du temps de déplacement du troupeau pour monter en crête, **les loups ont été présents sur l'estive vraisemblablement une dizaine d'heures**. Les CPTs sont intervenus pendant un laps de temps minimum de six heures face aux loups, mais probablement plus, puisqu'ils étaient déjà actifs en tout cas une heure avant la première interaction filmée, puisque l'on voit un chien, puis quatre qui courent au bas de la pente.

Les CPTs ne sont pas en constante alerte, puisqu'on peut les voir dormir ou être couchés tête posée sur le sol (ce qui se traduit par d'une baisse de la vigilance). Ce qui est frappant est **la rapidité de retour au calme** de certains d'entre eux. Après avoir pourchassé le loup, ils reviennent à leur point de départ, se couchent et semblent s'endormir. Cela contraste avec l'image que l'on peut se faire du CPT sur ses gardes toute la nuit ou qui reste en excitation élevée due à une ou plusieurs interactions avec les loups. Tolon (2004) a démontré qu'il existait une variabilité individuelle de la rémanence³⁰ des comportements d'alertes des CPT à la suite de diffusion d'aboiements. Certains individus restent en alerte plus longtemps que d'autres. Toutefois, la persistance du comportement d'alerte reste identique lors d'une seconde diffusion d'aboiements après 45 minutes. Il ne semble donc pas avoir eu de sensibilisation ou d'habituation. Nos résultats et ceux de Tolon (2004) suggèrent que **les CPTs ne présentent pas nécessairement un seuil de réactivité plus bas (réagissent donc plus vite) à la présence de randonneurs après une nuit d'interactions avec des loups**.

Si ces images nocturnes démontrent que les loups ne sont pas présents tous les soirs, elles révèlent la présence d'autres animaux comme des sangliers et des renards. Ainsi, les CPTS sont tout de même en alerte et restent probablement en activité, ce qui augmente leur dépense énergétique. **Il est probable que leur nombre et la composition du groupe**

³⁰ Persistance du comportement

modulent ce bilan énergétique, certains d'entre eux intervenant à plus grandes distances que d'autres ou plus fréquemment.

4.2 Comportement des chiens de protection des troupeaux formant l'aptitude à la protection

Nous avons identifié onze comportements qui pourraient faire partie de l'**aptitude à la protection**. Il en existe probablement d'autres, mais la littérature scientifique n'en mentionne pas plus, car il existe peu d'observations directes ou d'expérimentations, les informations étant généralement issues de témoignages anecdotiques (Gehring et coll. 2010).

4.2.1 Comportements de recherche du loup (n =3)

On peut se demander si des comportements comme « zigzag », « sniff », « search wolf » sont vraiment des comportements de protection, puisque ce n'est le comportement en lui-même ne fait pas fuir le loup, sauf peut-être pour « search wolf » puisqu'il intervient après une poursuite. Néanmoins, ces comportements rapprochent le chien du loup et font partie d'une séquence comportementale du genre : *détecter la présence du loup* → *zigzag* → *sniff* → *mettre en fuite* → *s'interposer* → *revenir au troupeau*. Le peu de données ne permet pas encore de proposer encore un modèle comportemental définitif, mais permet tout de même d'affirmer que les trois comportements susmentionnés font bien partie d'une logique de repérage et de mise en fuite de l'intrus.

4.2.2. Comportements de poursuite (n=4)

Mettre en fuite

Le comportement de poursuite « mettre en fuite » se distingue nettement des autres types de poursuites aussi bien par la durée brève du comportement, de la distance parcourue et des comportements présentés (déplacement par bonds, queue tournoyante). **La motivation du CPT semble être de vouloir éloigner le loup, sans pour autant le rattraper, bien qu'il en ait visiblement la possibilité et la capacité, ni de le poursuivre au-delà d'une certaine limite.** Par exemple, le chien c1 cessait la poursuite à la crête d'un petit vallon comme s'il y avait une frontière invisible. Il freinait sa course avec les deux pattes antérieures en les décalant légèrement sur le côté et en tournoyant sa queue. Ce comportement « mettre en fuite » ressemble au « rush » que certains CPTs présentent à l'item de la volte-face du test comportemental dédié aux chiens de protection (Landry 2009). **Dans les deux cas de figure, l'objectif du chien semble de vouloir intimider l'intrus pour qu'il s'éloigne, mais pas**

forcément de l'attaquer. Face à l'humain, parfois le CPT frappe le sol avec ses pattes antérieures. Il est probable qu'il le fasse également face au loup, mais la qualité des images ne permet pas de le confirmer d'une manière certaine. Ces observations suggèrent que la fonction de ce comportement serait d'intimider l'intrus ou de renforcer les comportements « mettre en fuite » et « rush ».

Ce type de poursuite a également été observé chez un chien de conduite qui courrait après des renards pour les éloigner de la carcasse de la brebis (obs. 68, tab. 8) et chez un loup sauvage qui tentait d'éloigner des corbeaux qui s'approchaient d'une carcasse d'un élan (Landry, observation personnelle). **Ces deux dernières observations suggèrent que le comportement « mettre en fuite » n'est pas qu'une spécificité du CPT, mais fait partie du répertoire comportemental des chiens et des loups.** Ainsi, ce comportement peut être utilisé dans différents contextes, dont **le but commun serait l'éloignement d'un autre animal ou d'un humain.**

Poursuivre « fight chase »

Un autre type de poursuite de courte durée identifié est le « *fight chase* ». Il a été séparé de « mettre en fuite », car **la motivation du chien semble être de rattraper le loup** et non de l'éloigner. Il est également probable que pendant ce type d'interaction, le niveau d'excitation et d'agressivité du CPT soit plus élevé. Il ne s'agit pas non plus de pourchasser, car l'action est brève et prend fin dès que le loup parvient à sortir d'une zone « dangereuse ». En outre, dans le cas présent le prédateur n'a pas quitté la zone où se sont déroulées les interactions, mais s'est immédiatement orienté dans sa direction (contrairement à ce que l'on observe avec « pourchasser »). À la fin de l'interaction, le CPT revient sur ses pas, suivi par les deux loups qui conservent une courte distance, probablement de sécurité. À plusieurs reprises, ils semblent essayer de l'intimider comme s'ils voulaient le faire fuir (probablement comme ils le feraient avec du gibier). Lors des comportements de poursuite, le ou les loups se sont toujours éloignés des CPTs et ne les ont jamais suivis de si près quand ils revenaient sur leurs pas.

Pourchasser et poursuivre

Certaines poursuites durent plus longtemps que « mettre en fuite », mais n'excèdent généralement pas 400 à 500 mètres, à l'exception de l'une d'entre elles qui a duré cinq fois plus longtemps. Si les poursuites de moyenne durée sont visiblement fréquentes, le manque de données ne permet pas de savoir si les plus longues sont exceptionnelles ou courantes sur

les estives. En revanche, cette unique observation démontre que les CPTs sont capables de poursuivre un loup jusqu'à un, voire deux kilomètres, peut-être au-delà. Cette observation rejoint celles réalisées par Sedefchev (2005) qui mentionne que les chiens de protection bulgare « Karakachan » poursuivent les loups jusqu'à deux kilomètres. Toutefois, elle contredit ses critiques à l'égard du chien Montagne des Pyrénées qui selon lui ne chasserait les loups que sur de courtes distances, raison pour laquelle cette « race » ne serait pas suffisamment dissuasive. **Il est probable que la distance de poursuite ne soit pas obligatoirement liée à une « race », mais serait plutôt sujet à une variabilité individuelle.** Certains chiens de différentes « races » pourchasseraient visiblement peu les prédateurs (McGrew & Blakesley 1982, Pfeifer & Goos 1982), tandis que d'autres seraient plus enclins à les poursuivre sur de plus longues distances ou même à les pister (Green & Woodruff 1983).

Selon McGrew (1982), **le niveau d'agressivité du CPT face au prédateur pourrait moduler sa motivation à le poursuivre plus ou moins longtemps.** Un CPT présentant un haut niveau d'agressivité poursuivrait le prédateur plus longtemps qu'un chien peu agressif. Mais plus la poursuite dure, plus le chien reste éloigné longtemps du troupeau. En conséquence, les chiens les plus adaptés à la protection seraient ceux qui sont capables de « pondérer » leur durée de poursuite en fonction de leur absence du troupeau (McGrew 1982). **L'attachement au troupeau pourrait également moduler le temps d'absence auprès des moutons.** Un chien très attaché aurait donc moins tendance à poursuivre longtemps le prédateur qu'un chien moins attaché (McGrew 1982).

4.3 Conséquence des comportements « aptitude à la protection » sur le comportement des loups

Aucune poursuite ou autre action des CPTs n'éloigne définitivement les loups des zones protégées par ces derniers. L'analyse des comportements des loups pendant les interactions avec les chiens de protection suggère que leur présence et leurs réactions ne les effrayent pas. Même lors de l'interaction la plus violente (combat), le loup ne s'est éloigné que pour se mettre hors d'atteinte, mais n'a pas déguerpi définitivement.

Ces observations rejoignent celles effectuées par plusieurs chercheurs qui rapportent que des coyotes peuvent défier des jeunes chiens, des chiens adultes « maladroits » ou peureux et qu'ils ne semblent pas en avoir peur (McGrew & Blakesley 1982, Green & Woodruff 1983). Certains coyotes cherchent également à se rapprocher du troupeau malgré la

présence du chien, mais fuient à l'apparition du berger (McGrew & Blakesley 1982, Green & Woodruff 1983). Plusieurs observations similaires ont été effectuées dans le cadre de cette étude. Un loup a tenté de s'approcher de la carcasse de l'agneau à six reprises et a tenté une attaque sur le troupeau en dépit de la présence d'un CPT à proximité.

Toutes ces observations suggèrent que si la présence du chien au troupeau est la base de la protection du troupeau (Coppinger et coll. 1988), **l'âge, l'état sanitaire et le tempérament du CPT semblent jouer également un rôle important dans l'effet dissuasif du chien face à des prédateurs comme le coyote et le loup.** En conséquence, un chien jeune ou âgé (Marker et coll. 2005), un chien en mauvais état sanitaire (Pfeifer & Goos 1983) ou un chien adulte « maladroit » ou peureux n'est pas nécessairement dissuasif ou aussi dissuasif qu'un CPT adulte sûr de lui. Des individus malades ou affaiblis peuvent même être tués par des loups et consommés (Mertens & Schneider 2005).

Un CPT seul au troupeau devrait donc présenter un tempérament « solide ». En revanche, un sujet peureux pourrait être complémentaire en groupe. Ce type de chiens semble plus réactif par rapport aux événements de son environnement et pourrait alors détecter une anomalie plus rapidement et avertir les autres membres du groupe (Landry, observations personnelles). Par conséquent, **le tempérament de chaque chien et leur combinaison au sein d'un groupe sont des facteurs à considérer tout autant que leur degré d'attachement aux bêtes.**

Comme chiens et loups sont très proches d'un point de vue évolutif (Wayne et coll. 1987, Clutton-Brock 1995, Leonard et coll. 2002, Savolainen et coll. 2002, Vilà et coll. 1997, 2005), cela conduit à des similitudes physiologiques et comportementales entre les deux espèces. En conséquence, **un loup est capable d'évaluer les comportements, les intentions et les motivations d'un CPT, ainsi que son état général.** Il est également probable que le loup puisse aussi estimer le risque que le CPT représente. Le contraire est également vrai, ce qui explique l'hésitation de certains CPTs à intervenir face à un loup. À plusieurs reprises, le chien c1 a « attendu » l'intervention du chien c2 avant de pourchasser le loup. Coppinger & Coppinger (1995) ont démontré que si trois loups étaient capables de déloger un chien de protection gardant un charnier, ils ont renoncé dès qu'un deuxième fut ajouté. **Ces informations suggèrent que deux CPTs se renforcent mutuellement et augmentent ainsi leur capacité de dissuasion.**

Coppinger & Coppinger 1995 pensent que les interactions entre CPT et loups sont surtout d'ordre social. Toutefois, ce type d'interactions ne suffit plus face à des grands prédateurs comme l'ours noir, le grizzly, le puma et même le loup (Green & Woodruff 1990). Il faut un niveau d'agressivité (combativité) plus élevé pour les dissuader d'attaquer le troupeau ou les repousser. **L'absence de comportements sociaux canins dans le répertoire comportemental des ursidés et des félidés suggère effectivement que la composante agressive joue un rôle plus important que l'échange social.** Pendant des comportements d'interpositions (McGrew & Blakesley 1982, Green & Woodruff 1983), le CPT devra probablement être plus « agressif » pour faire fuir un ours qu'un coyote. Andelt & Hopper (2000) notent d'ailleurs que les CPTs dans le Colorado sont plus efficaces face aux coyotes qu'aux ours dans le même type d'environnement. **Il existerait donc bien une corrélation entre le niveau de dissuasion et le niveau d'agressivité face au prédateur.** Cette agressivité peut augmenter en intensité également pour des canidés et amener parfois le CPT à tuer de petits prédateurs comme le coyote ou des chiens de compagnie (Coppinger et coll. 1987, Green 1989, Green & Woodruff 1990, Landry données non publiées).

4.4 Facteurs pouvant moduler l'efficacité de la protection des troupeaux

4.4.1 La topographie et le physique des CPTs comme facteurs explicatifs pouvant moduler la durée de la poursuite

Si le niveau d'agressivité du chien est vraisemblablement un facteur explicatif qui module la durée de poursuite, il est vraisemblable que la topographie du terrain et le physique des CPTs soient d'autres facteurs non négligeables. En effet, ils semblent se fatiguer plus vite que les loups. D'ailleurs, ces derniers semblent privilégier les fuites en montée et semblent assurément plus à l'aise dans les fortes pentes que les CPTs, vraisemblablement dû à leur poids plus léger et à leur conformation physique adaptée aux déplacements de longues distances (Mech & Boitani 2003). Une pente trop raide pourrait donc les décourager à poursuivre les loups sur de longues distances. D'ailleurs, ces derniers s'arrêtent souvent et orientent leur tête en direction des CPTs comme s'ils cherchaient à évaluer la distance qui les sépare ou à vérifier s'ils ont abandonné la poursuite. Pendant la plus longue des poursuites, les deux poursuivants semblaient plus rapides dans la descente, peut-être avantagés par leur poids plus élevé.

4.4.2 La motivation des prédateurs comme facteur explicatif de l'efficacité du chien

Il est probable que l'effet dissuasif d'un CPT soit corrélé au degré de motivation du prédateur. Un loup en pleine action de chasse sera certainement plus difficile à arrêter que le même individu qui tente une simple approche. Cette motivation est probablement liée à l'état physiologique de l'animal (faim, satiété, fatigue, etc.) et son expérience de prédateur. Des loups qui restent sur une estive pendant huit heures semblent suffisamment motivés pour chercher une faille afin d'accéder à la ressource. Pendant ce laps de temps, la présence des loups à proximité du troupeau augmente : a) le risque de prédation, b) le taux de succès d'une attaque et c) un échec des chiens. Ces observations démontrent **qu'un grand troupeau en couchade libre ne pourra jamais être protégé à cent pour cent malgré la présence de plusieurs CPTs.**

4.4.3 Capacité des chiens de protection à détecter les loups

Toutes les scènes filmées se sont déroulées de nuit. Se pose dès lors la question de savoir comment les CPTs se repèrent dans ce type d'environnement et surtout comment ils parviennent à détecter les loups ? La vision nocturne des chiens est certes meilleure que celle de l'homme, mais probablement moins bonne que celle des loups (Landry 2001, Harrington & Asa 2003). Certains résultats de cette étude suggèrent que les chiens se basent beaucoup sur leur ouïe et leur odorat pour détecter la présence des loups.

Les chiens sont intervenus à plusieurs reprises à la suite de mouvements brusques au sein du troupeau. Le son d'une cloche varie selon l'allure de la brebis qui la porte. Celle d'un mouton effrayé diffère de celle d'un individu paisible. Les CPTs ont certainement appris à associer un certain type de son à un danger par apprentissage associatif ou par facilitation sociale en suivant les autres chiens.

Les CPTs semblent également détecter les loups grâce à l'odorat et au faisceau odorant du loup. Avec un faisceau large (triangle inversé), le chien va utiliser la technique du « zigzag », avec un faisceau plus étroit il peut suivre une ligne plus directe comme le feraient des limiers.

En revanche, il faut également noter que **les CPTs ne repèrent pas systématiquement les loups, les renards et sangliers** (et probablement d'autres espèces d'ongulés) qui passent proche d'eux ou à proximité du troupeau. Ces observations suggèrent qu'il existe une limite à la détection du danger et de la protection du troupeau, limite modulée

par : a) la grandeur de la zone à protéger ; b) la possibilité de détecter un intrus par son odeur (sens du vent, présence d'ammoniac sur le lieu de couchade qui masque les autres odeurs) ; c) l'état de vigilance du CPT ; d) l'état sanitaire ou physiologique³¹ du CPT. En tenant compte des ces différents facteurs, il devrait être possible d'augmenter leur efficacité.

4.5 Conséquences des aboiements sur le comportement des loups

La caméra n'a enregistré aucun son et seuls les aboiements visibles à la caméra ont été retenus. Toutes les vocalises agonistiques (grognements) mentionnées par Green & Woodruff (1983) comme étant utilisées par les chiens pour repousser certains prédateurs n'ont donc pas pu être prises en compte.

Les résultats de cette étude démontrent clairement que certains aboiements n'ont aucun effet sur l'action en cours du loup, tandis que d'autres peuvent modifier son comportement (s'arrêter, contourner deux CPTs, revenir sur ses pas). Toutefois, **aucun aboiement ne semble vraiment éloigner le loup**. Des prédateurs plus petits comme les coyotes ne sont également pas intimidés par ce type de vocalise (Linhart et coll. 1979, Green & Woodruff 1983). **Ces informations suggèrent donc que l'aboiement n'a pas pour fonction d'effrayer les prédateurs.** Bien que l'aboiement soit l'une des caractéristiques comportementales du chien (Clemence 1992), il existe peu d'études à ce sujet et encore moins comment les prédateurs les perçoivent. Certains scientifiques pensent que l'aboiement n'a pas de fonction communicative (Fox 1971, Coppinger & Feinstein 1991, Bradshaw & Nott 1995). En revanche, Yin (2002) démontre que la durée des aboiements et leur fréquence moyenne (Hz) peuvent varier selon les contextes, suggérant une fonction de communication de ce type de vocalises. Quoi qu'il en soit, l'aboiement est bruyant, retentissant, facile à localiser, difficile à ignorer (Coppinger & Feinstein 1991) et la fréquence est beaucoup plus élevée chez les chiens que chez les canidés sauvages (Cohen & Fox 1976). Lors d'une interaction, le chien est arrivé à quelques mètres d'un loup occupé à tirer un agneau alors qu'il suivait une trace olfactive. Il est probable que s'il n'avait pas aboyé au dernier moment, il aurait été en mesure d'attaquer le loup. Une telle vocalise est donc un handicap si le « but » du CPT est d'atteindre le loup. Par conséquent, le CPT a vraisemblablement été sélectionné

³¹ Un chien qui vient de manger posséderait une olfaction légèrement moins performante que quand il a faim. Une femelle en chaleur présenterait une olfaction plus élevée, tandis que stérilisée, sa capacité olfactive est plus basse (Landry 2001). Toutefois, il est difficile d'évaluer l'augmentation ou la diminution de cette olfaction et encore plus de mesurer les conséquences sur la protection d'un troupeau, surtout que d'autres facteurs entrent en ligne de compte. Toutefois, face à un prédateur comme le loup qui représente la « F1 » de la prédation, il faut en face des chiens de protection au top de leurs capacités physique et physiologique.

pour « donner de la voix » lors d'une approche ou d'une poursuite, dont **le résultat serait de renforcer le comportement en cours**. Mais ces vocalises servent vraisemblablement à également informer le berger et les autres chiens d'une présence sur l'estive ou à proximité du troupeau. Le revers de la médaille est que ces aboiements permettent également au loup d'être alerté de leur présence, de les localiser et surtout d'évaluer la distance qui les sépare. Dans un contexte de proximité, il est hautement probable que ce ne soit pas l'aboiement en lui-même qui interrompt l'action en cours du loup, mais la présence proche du chien. **Les aboiements pourraient donc avoir pour fonction de renforcer l'action de mettre en fuite le loup, de donner l'alarme et éventuellement « d'appeler à l'aide » ou d'ameuter les autres chiens.** Certaines observations effectuées pendant les tests de comportement (test sonore) suggèrent que certains chiens, peu sûrs d'eux, aboient pour appeler à l'aide. Ces observations pourraient apporter des arguments supplémentaires en faveur de la fonction de communication de l'aboiement. Les aboiements pourraient donc également véhiculer d'autres informations comme la menace (Bleicher 1963, Pulliainen 1967) ou l'indécision (Morton 1977).

Chiens et loups étant très proches, il est probable que ces derniers puissent interpréter correctement l'information contenue dans l'aboiement et ainsi **évaluer le tempérament du CPT ou tout du moins son niveau de dissuasion**. Ce postulat pourrait expliquer la raison pour laquelle le loup n'a pas fui un chien couché à une dizaine de mètres qui l'aboyait et qui a tenté de le mettre en fuite. Ce n'est que grâce à l'intervention de deux autres chiens, accourus à la suite des aboiements du premier, que le loup a fui au dernier moment.

Des observations effectuées en estive montrent clairement que les CPTs n'interviennent pas systématiquement lorsque l'un d'eux aboie (Landry, données non publiées), contrairement à ce que l'on peut observer dans cette étude (pour les aboiements visibles). Il est donc vraisemblable que selon les circonstances, le type d'aboiement diffère. D'ailleurs, certains bergers seraient capables de savoir si le loup est à proximité grâce aux aboiements spécifiques de leurs chiens (Landry, données non publiées). **Les aboiements pourraient donc bien avoir un rôle communicatif** comme l'a suggéré Yin (2002) dont la fonction la plus simple serait signaler une présence (Teroni & Cattet 2000) ou la présence de l'émetteur (Landry 2004), ce qui pourrait correspondre à une fonction d'alarme, mais non de dissuasion.

4.6 Stratégie de fuite des loups

Pendant leurs fuites face aux CPTs, les loups semblent se comporter comme les proies qui fuient leur prédateur. Ils s'éloignent suffisamment (distance de sécurité) pour ne pas être rattrapés, mais ne vont pas disparaître pour autant. Les loups s'arrêtent donc de fuir dès que les CPTs cessent la poursuite. Cette stratégie pourrait avoir pour fonction d'économiser de l'énergie. La topographie escarpée de l'alpage et leur agilité leur procurent apparemment un avantage sur les CPTs généralement plus lourds. Lorsque le chien est très près du loup, ce dernier effectue un brusque changement à angle droit. Le chien entraîné dans sa course doit parfois freiner son allure ou effectuer une courbe plus large pour revenir sur la trajectoire du loup. Ces changements brusques de direction permettent donc au loup d'augmenter la distance avec ses poursuivants. En conséquence, le loup utilise probablement la topographie accidentée des estives pour échapper plus facilement à ses poursuivants. Ce comportement est similaire à ceux utilisés par les proies pour distancer leur prédateur.

L'avantage de leur physique adapté à la course pourrait expliquer les comportements audacieux de certains loups : ils n'hésitent pas à s'approcher des chiens à une distance de quelques bonds ou même dans un des cas à poursuivre l'un d'eux (deux loups). Il s'agit probablement pour eux d'évaluer le risque et de **veiller à rester hors d'atteinte pour ne pas risquer de se faire blesser**

4.7 Concept du risque

Il existe vraisemblablement une corrélation entre le risque encouru et la motivation pour réaliser une action. Ainsi, les interactions entre les deux espèces sont modulées par la réponse de l'un à l'autre. Un loup qui fuit devant un CPT va encourager ce dernier à le poursuivre, le risque de blessure ou de confrontation étant peu vraisemblable. En revanche, si le loup ne fuit pas, le chien va hésiter à poursuivre son action, car le risque d'une bagarre est latent. Un jeune sujet ne prendra probablement pas ce risque, tandis qu'un individu plus âgé, en pleine forme physique et sûr de lui pourrait le faire, surtout accompagné par d'autres chiens. Ce dernier prendra également le risque d'attaquer le loup lors d'interactions agonistiques quand il n'a plus la possibilité de maintenir sa distance de sécurité. Dans cette étude, un CPT n'a pas hésité à attaquer un loup qui le poursuivait. Lors de l'action suivante, le loup a conservé une distance suffisante pour éviter une confrontation directe.

4.8 Le chien de protection comme système de prévention. Un nouveau modèle pour expliquer l'efficacité du chien ?

Les résultats de cette étude suggèrent que le CPT représente plus un « facteur » de dérangement ou de perturbation qu'un réel danger pour le loup, ce qui rejoint les conclusions de Coppinger et coll. (1988), Shivik (2006) et Gehring et coll. 2010. Ces auteurs suggèrent que le CPT perturbe les activités du loup et que ce dernier doit s'adapter momentanément ou constamment à ces perturbations. Le chien de protection pourrait être assimilé à un « système d'effarouchement » à quatre pattes qui, contrairement aux autres systèmes, est capable de s'adapter continuellement aux comportements du prédateur, d'agir sur une plus grande aire et de fonctionner 7 jours sur 7, 24 heures sur 24 (Gehring et coll. 2010). Le chien de protection reste tout de même le meilleur outil de protection des troupeaux (Gehring et coll. 2010), même si son efficacité n'atteint pas les cent pour cent. Cette étude montre également que l'efficacité d'un CPT ne dépend pas que de ces capacités (aptitude à la protection) à protéger le troupeau, mais résulte également d'autres facteurs indépendants du chien (par ex. motivation du prédateur).

Les observations réalisées grâce à la caméra thermique de la Sagem ont permis : a) de mieux appréhender le fonctionnement des CPTs et des loups lors d'interactions à proximité d'un troupeau ; b) de commencer à comprendre quels sont les facteurs qui influent sur le succès ou l'échec de la protection ; de proposer un modèle du fonctionnement protecteur du chien de protection.

D'après différentes études, 3 à 36 % des CPTs ne seraient pas efficaces (Gehring et coll. 2010). Ce défaut d'efficacité est généralement expliqué par un manque d'attachement au troupeau (Coppinger et coll. 1987), une habitude du prédateur aux chiens (Green et coll. 1994), un nombre insuffisant de chiens (Green 1989, Green & Woodruff 1990, Green et coll. 1994) seraient dus à l'environnement (Green et coll. 1994).

Le modèle présenté ici (fig. 7) tient compte de ces constatations, mais apporte de nouvelles manières de considérer l'efficacité du CPT, notamment en donnant une place plus importante à son tempérament.

Dans la littérature, il y a fréquemment confusion entre efficacité et aptitude à la protection. La distinction entre ces deux concepts offre de nouvelles perspectives dans l'étude de l'efficacité des chiens, car elle donne une place plus importante à la variabilité individuelle

du chien et à la sélection que ne le faisait jusqu'à présent l'efficacité se référant plutôt à un problème méthodologique (le CPT est ou n'est pas attaché au troupeau).

Ce modèle fait appel à trois paramètres :

- a) L'aptitude à la protection du chien de protection ;
- b) son tempérament (capacité de dissuasion) ;
- c) son état physique (âge, état sanitaire, dont ses capacités olfactives, et son état physique (capacité de protection).

Ces trois paramètres du chien sont interconnectés. Par exemple, l'âge du chien ou son état sanitaire peut momentanément ou définitivement, influencer sur sa capacité de dissuasion.

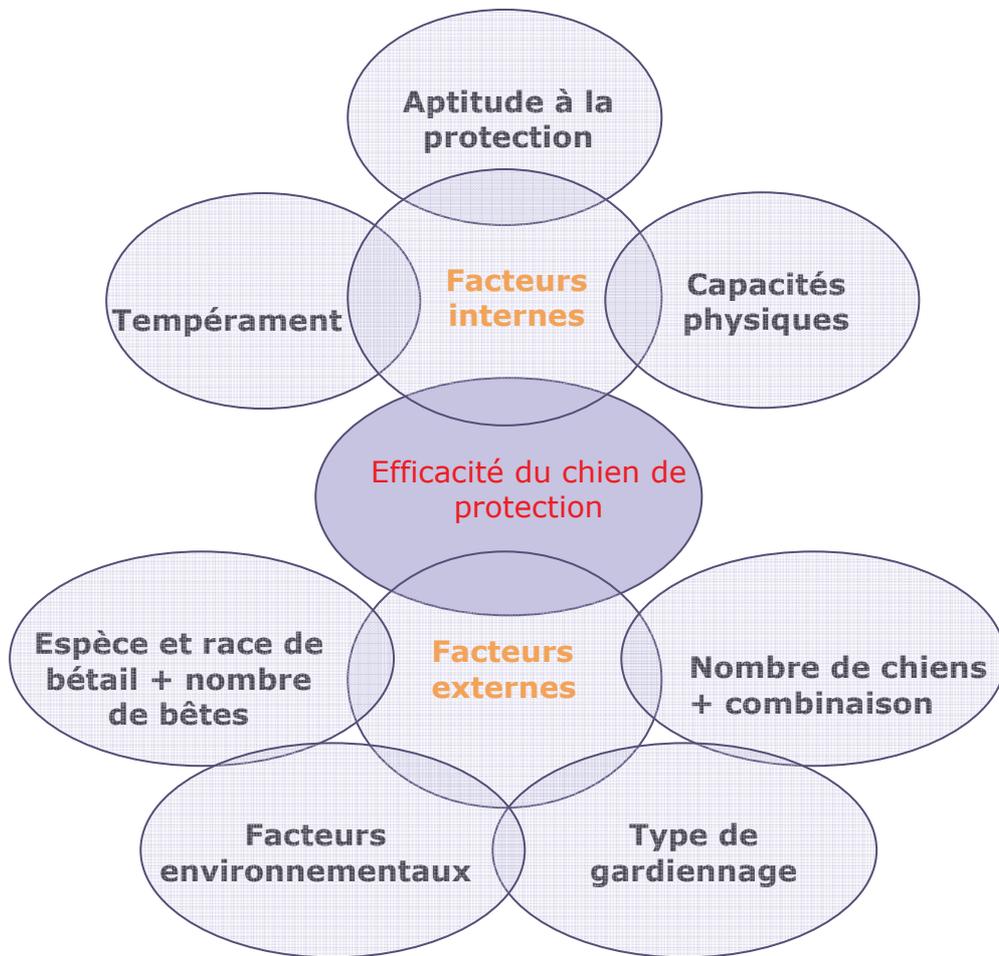


Figure 7: modèle de l'efficacité du chien de protection des troupeaux dont les facteurs internes et externes modulent le succès de la protection du troupeau

5. Perspectives

Ces vidéos dévoilant des interactions entre CPTs et loups sont pleines d'enseignements. Elles démontrent clairement que nous avons peu de connaissances sur la manière dont les CPTs protègent le troupeau et sur les stratégies utilisées par les loups pour s'approcher, attaquer le troupeau ou déjouer leur vigilance. Curieusement, aucune étude ne s'est encore intéressée à ce thème, aussi l'évaluation de la performance des CPTs est basée essentiellement sur des observations diurnes ou sur la base d'enquêtes auprès des éleveurs.

Le matériel à disposition pour cette première étude (cinq CPTs, deux loups et un alpage) est encore largement insuffisant pour tirer des conclusions définitives. C'est pourquoi il serait judicieux de mettre en place d'autres projets de ce genre, afin d'augmenter le nombre d'interactions, de sujets et de lieux. La collecte de données supplémentaires permettrait de confirmer les catégories comportementales proposées, d'en trouver de nouvelles, de proposer des séquences comportementales de protection et de répondre aux questions énumérées ci-dessous.

Les réponses à ces questions permettraient de mieux comprendre le fonctionnement des CPTs ou du troupeau face aux loups.

1. Quels sont les facteurs qui influent sur la durée de poursuite (nombre d'individus, limite topographique, état sanitaire des chiens, statut des chiens, distance entre les protagonistes, etc.) ?;
2. Combien de temps le ou les loups mettent-ils pour réapparaître à la suite d'une interaction avec les chiens ?
3. Combien de temps met le chien pour revenir au calme à la suite d'une interaction avec un ou des loups ?
4. Est-ce que les aboiements ont effectivement peu d'effets sur l'action en cours des loups ?
5. Est-ce que les aboiements ont un rôle communicatif ?
6. Jusqu'à quelle distance du troupeau les chiens naviguent-ils pendant la nuit et combien de temps les chiens s'absentent-ils du troupeau ?
7. Existe-t-il une corrélation entre le comportement des chiens de protection face aux randonneurs et la fréquence des interactions avec des loups pendant la nuit précédente ?
8. Quel est le comportement du troupeau face à l'approche d'un ou plusieurs loups ?

9. Quel est le rôle des marquages (urine de loup) sur le comportement des chiens ?
10. Quelles sont les différences ou les similarités entre une action de poursuite (pourchasser et poursuivre) d'un loup et celle d'un ongulé sauvage (éloigner ou chasser dans le but de tuer) ?
11. Quels sont les facteurs environnementaux et pastoraux (par ex. conduite du troupeau) qui modulent l'efficacité des chiens de protection ?

Certaines de ces questions pourraient être abordées par la pose d'un GPS sur plusieurs chiens. Cela permettrait d'augmenter le nombre de données et de compléter celles recueillies par la caméra thermique, sans pour autant en être tributaires. Il serait également possible de mener des expérimentations grâce à la diffusion de différents types de sons (par ex. enregistrement d'un chien qui aboie face à un loup ou mouvements de panique de brebis).

Il serait également intéressant de calculer les dépenses énergétiques des CPTs et de tester si le fait de travailler en groupe est un avantage ou un inconvénient du point de vue énergétique. Si cela s'avère être un avantage, il serait intéressant de calculer à partir de combien de chiens cela devient un avantage et si cela évolue avec l'augmentation du nombre d'individus. Cette étude pourrait être réalisée en collaboration avec l'UMES³².

En ce qui concerne de nouvelles prises de vue, il serait important d'identifier les chiens pour qu'ils soient reconnaissables sur les vidéos, de se concentrer de préférence sur le comportement des chiens en procédant à quelques plans larges pour savoir où sont les loups, de stabiliser la caméra pour éviter des images tremblées, d'éviter de changer trop souvent de zooms, de filmer les interactions en continu afin d'être dans la mesure de calculer des budgets temps et de savoir ce que font les chiens (et les loups) après une interaction. Il serait également avantageux de dicter des informations sur les interactions en cours sur la bande-son pour augmenter le nombre d'informations à disposition.

³² Unité de Médecine et Elevage du Sport, Maison Alfort, Dominique Grandjean chef de l'unité)

6. Conclusion

L'observation d'interactions entre des CPTs et des loups reste des événements rares, car elles se déroulent principalement de nuit. Il est encore plus difficile de les filmer, car cela requiert un matériel très spécifique permettant de capturer des images à grande distance et une bonne connaissance du terrain. Pourtant, c'est ce qu'ont réalisé une équipe d'agents du parc national du Mercantour. L'analyse de ces images est pleine d'enseignements. Pour la première fois, on peut voir comment se comportent des chiens face à des loups et comment ces derniers réagissent. Les loups semblent conserver une distance de sécurité pendant les interactions, un peu comme le ferait une proie face à un prédateur, mais ils ne fuient pas définitivement la zone. La présence des CPTs ne crée donc pas conditionnement classique d'évitement du troupeau. Les CPTs jouent donc plutôt le rôle d'effaroucheurs mobiles qui interrompent les comportements en cours des prédateurs. Ces observations démontrent clairement que l'une des clés du succès de l'efficacité des CPTs est leur présence permanente au troupeau. Toutefois, certaines observations réalisées dans le cadre de cette étude, et d'autres reportées dans la littérature, suggèrent fortement que la seule présence du CPT n'est pas suffisante, mais que des facteurs comme l'aptitude à la protection et le tempérament jouent un rôle capital dans le succès de la protection du troupeau. Chiens et loups étant phylogénétiquement très proches, ces derniers devraient être capables de « déchiffrer » et de mesurer le risque qu'ils peuvent représenter, un chien sûr de lui étant potentiellement plus « dangereux » qu'un chien peureux. En conséquence, la sélection du tempérament et de l'aptitude à la protection devraient être la première étape à réaliser en vue d'augmenter l'efficacité des CPTs. Toutefois, l'échantillonnage réduit de cette étude exige la prudence quant à l'identification des comportements « aptitude à la protection » et de l'interprétation de leur impact sur ceux des loups. C'est pourquoi d'autres études sont encore nécessaires. La validation de ces comportements va obligatoirement modifier notre vision du CPTs et nous permettre de mieux les comprendre en vue d'augmenter leur efficacité.

7. Bibliographie

Andelt W.F. and S.N. Hopper. 2000. Livestock guard dogs reduce predation on domestic sheep in Colorado. *Journal of Range Management* 53 (3): 259-267.

Bleicher, N. 1963. Physical and behavioural analysis of dog vocalizations. *Am. J. Vet. Res.* 24: 415-427.

Bradshaw, J.W.S. and H.M.R. Nott 1995. Social and communication behaviour of companion dogs. Pages 115-130 *in* J. Serpell editor. *The Domestic Dog*. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain.

Clemence E. 1992. A barking dog. *DogLog* (3) 3: 3-4.

Clutton-Brock J. 1995. Origins of the dog: domestication and early history. *in* J. Serpell, ed. *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*. Cambridge University Press, Cambridge, P 8-20.

Cohen, S.A. and M.W. Fox 1976. Vocalization in wild canids and possible effects of domestication. *Behavioural. Process* 1 : 77-92.

Coppinger R. and M. Feinstein 1991. Why dogs bark. *Smithsonian Magazine*, January, 119-129.

Coppinger R., J. Lorenz and L. Coppinger. 1987. New uses of livestock guarding dogs to reduce agricultural / wildlife conflicts. *Proc. Eastern Wildl. Damage Control Conf.* 3: 253-259.

Coppinger R., L. Coppinger, G. Langeloh, L. Gettler and J. Lorenz. 1988. A decade of use of livestock guarding dogs. Pages 209-214 *in* A. C. Crabb and R. E. Marsh, editors. *13th Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*. University of California, Davis, USA.

Coppinger, R. & L. Coppinger. 2005 Livestock Guarding Dogs: from the Transhumance to Pre-Zygot Selection. *Carnivore Damage Prevention News* 8: 2-9.

Fox M. W. 1971. Behavior of wolves dogs and related canids. Krieger publishing company, Malabar, Florida, USA.

Gehring T.M., K.C. VerCauteren and J.-M. Landry. 2010. Livestock protection ogs in the 21st Century : Is an ancient tool revelant to modern conservation challanges. *Bioscience* 60 (4) : 299-308.

Green J. S. 1989. Donkeys for predation control. *Proceedings Eastern Wildlife Damage Control Conference* 4:83-86.

Green J.S. and R.A. Woodruff 1983. The use of three breeds of dogs to protect rangeland sheep from predators. *Applied Animal Ethology* 11 : 141-161.

Green J. S. and R. A. Woodruff. 1990. Livestock Guarding Dogs: Protecting Sheep from Predators. US Department of Agriculture, *Agriculture Information Bulletin*, n°588, Washington DC, USA.

Green J.S., R. A. Woodruff and W.F. Andelt. 1994. Do livestock guarding dogs lose their effectiveness over time? *Proc. Vertebrate. Pest Conf.* 16: 41-44.

Harrington, F. H. and C. S. Asa. 2003. Wolf Communication. Pp 66-103 **65** in L. D. Mech and L.Boitani eds., *Wolves, Behavior, Ecology, and Conservation*. The University of Chicago Press.

McGrew J. C. 1982. Behavioral correlates of guarding sheep in Komondor dogs. Ph.D. Diss., Colo. State Univ., Ft. Collins. 230 pp.

McGrew J.C. and C. S. Blackesley. 1982. How Komondor dogs reduce sheep losses to coyotes. *J. Range Manage.* 35:693-696.

Landry J.-M. 2001. Le loup. Les sentiers du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé. Neuchâtel et Paris.

Landry, J.M. 2004. Chiens de protection des troupeaux et randonneurs en Bas-Valais (Suisse). Rapport IPRA n° 2. Corgémont, Suisse.

Landry J.-M. 2009. Test de comportement afin d'évaluer l'agressivité d'un chien de protection face à l'humain. Développement du test. Rapport IPRA no. 4. Corgémont, Suisse.

Leonard J.A., R.K. Wayne, J. Wheeler R. Valadez, S. Guillén and C. Vilà C. 2002. Ancient DNA evidence for old world origin of new world dogs. *Science* 298: 1613-1616.

Linhart S.B., R.T Sterner, T.C. Carrigan and D.R. Henne. 1979. Komondor guard dogs reduce sheep losses to coyotes : a preliminary evaluation. *Journal of Range Management* 32 238-241.

Marker LL., A.J. Dickman and D.W. MacDonald. 2005. Perceived effectiveness of livestock-guarding dogs placed on Namibian farms. *Rangeland Ecology and Management* 58(4):329-36.

Mech L.D. and L. Boitani. 2003. Editors. *Wolves: Behavior, Ecology and Conservation*. The University of Chicago Press, Chicago and London. 448pp.

Mertens A. and H. Schneider. 2005. What is wrong with Romanian livestock guarding dogs? À discussion. *Carnivore Damage Prevention News* 9: 9–14.

Morton E. S. 1977. On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some birds and mammals sounds. *The American Naturalist*, 111 (981): 855-869.

Pfeifer W.K. and M.W. Goos. 1982. Guard dogs and gas exploders as coyote depredation tools in North Dakota. Proc. Vertebrate Pest Conf. 10:55-61.

Ribeiro S. and F. Petrucci-Fonseca. 2005. The use of livestock guarding dogs in Portugal. Carnivore Damage Prevention News 9: 27–33.

Savolainen P., Y. Zhang, J. Luo, J. Lundeberg and T. Leitner. 2002. Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. Science 298: 1610-1613.

Sedefchev S. 2005. The Karakachan Dog – Continuation of an Old Bulgarian Tradition. Carnivore Damage Prevention News 8: 14-19.

Shivik J. A. 2006. Tools for the edge: what's new for conserving carnivores. Bioscience 56: (3) 253-259.

Teroni, E. and J. Cattet. 2000. Le chien: un loup civilisé. Auteurs éditeurs. Corsier. Suisse.

Vilà C., P. Savolainen, J.E. Maldonado, I.R. Amorim J.E. Rice R.L. Honeycutt, K.A. Crandall J. Lundeberg and R.K. Wayne. 1997. Multiple and ancient origins of the domestic dog. Science 276: 1687-1689.

Vila C., J. Seddon and H. Ellegren. 2005. Genes of domestic mammals augmented by backcrossing with wild ancestors. Trends Genet. 21 : 214-218.

Wayne R.K., W.G. Nash and S.J. O'Brien. 1987. Chromosomal evolution of the Canidae. Systematic Zoology 36, 339-355.

Yin S. 2002. A new perspective on barking in dogs (*Canis familiaris*). Journal of Comparative Psychology 116 (2): 189-193.