

échanger
comprendre
progresser

Projet pilote sur les comportements des loups face aux clôtures destinées au bétail



agridea

ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT UND DES LÄNDLICHEN RAUMS
DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE L'ESPACE RURAL
SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA E DELLE AREE RURALI
DEVELOPING AGRICULTURE AND RURAL AREAS

Impressum

Edition	AGRIDEA Jordils 1 • CP 1080 • 1001 Lausanne T +41 (0)21 619 44 00 • F +41 (0)21 617 02 61 contact@agridea.ch • www.agridea.ch
Auteur-e-s	Daniela Hilfiker, Riccarda Lüthi, AGRIDEA • Jean-Marc Landry, Vincent Tolon, Institut pour la Promotion et la Recherche sur les Animaux de protection (IPRA)
Traduction	Riccarda Lüthi, Vera Sucic, AGRIDEA
Mise en page	Pauline Blaser, AGRIDEA
Impression	AGRIDEA © AGRIDEA, octobre 2016

Sans autorisation expresse de l'éditeur, il est interdit de copier ou de diffuser de toute autre manière, tout ou partie de ce document.

Les informations contenues dans ce document sont sans garantie.
Seule la législation fait foi.

Résumé

Le retour des grands prédateurs dans plusieurs régions d'Europe et les dégâts engendrés par leur présence alimentent toujours plus les discussions. Les principaux débats portent sur l'évaluation des risques, la faisabilité et le financement des mesures de protection.

Traditionnellement, les clôtures sont destinées à contenir le bétail, mais ne sont pas nécessairement conçues pour éviter le passage d'un prédateur comme le loup. Toutefois, ce sont ces mêmes types de clôtures qui sont utilisées pour protéger les ovins, caprins et bovins. Malheureusement, il existe encore peu d'études qui s'intéressent à leur efficacité et aux comportements des prédateurs face à ces barrières. Par exemple, nous avons peu de connaissances sur les stratégies développées par les loups pour franchir une clôture. Si la majorité des études sur le sujet démontrent clairement que les canidés ont plutôt tendance à passer sous la clôture, des témoignages de bergers suggèrent que certains individus pourraient également sauter par-dessus un enclos, électrifié ou non. Ces témoignages soulèvent deux questions de base quant à la protection des troupeaux : comment les loups s'approchent-ils d'une clôture ? Est-ce que les comportements des prédateurs et les passages de clôtures concernent tous les membres d'une meute ou seulement certains individus ? Existe-t-il des différences entre les meutes ? Le but de ce projet pilote est donc d'acquérir des connaissances sur les comportements des loups face à des clôtures utilisées quotidiennement par les éleveurs, d'identifier les stratégies de passage et les failles des enclos.

L'étude a été réalisée sur deux meutes de loups captifs (*Canis lupus lupus (gris)* et *Canis lupus arctos (blanc)*) du Parc animalier de Sainte-Croix (Rhodes, France). La méthode consiste à affamer les loups pendant 4 jours, puis à placer de la nourriture derrière deux types de clôtures électrifiées : filet et clôture à deux fils (les fils ont d'abord été placés à une hauteur de 25 cm et 65 cm puis à une hauteur de 35 cm et 80 cm), afin d'observer pendant trois jours consécutifs leur comportement. L'enregistrement des données a été réalisé par une surveillance permanente au moyen de deux caméras thermiques et de trois pièges vidéo. Des observateurs ont également filmé tous les comportements des loups à proximité de la clôture pendant la journée. Les résultats suivants ont pu être observés :

- La majorité des individus des deux meutes n'ont pas traversé les clôtures testées (aucun pour la meute grise, en tout cas deux individus pour la meute blanche).
- **Aucun loup n'a sauté par-dessus les enclos en état**, même avec le fil supérieur placé seulement à 65 cm de haut !
- Lorsque le fil du bas a été placé à une **hauteur de 25 cm, aucun loup des deux meutes étudiées n'a franchi la clôture.**
- La clôture à deux **fils avec les fils placés à 35 cm et 80 cm a toujours été franchie sous le dernier fil**, à l'exception d'un cas où le loup a foncé tout droit entre les fils après avoir touché le fil du haut avec son museau.
- Nous avons dénombré **18 passages au total**.
- Quand un individu a franchi la clôture de test, le reste de la meute l'observe, mais sans suivre l'exemple.
- La clôture du type filet électrifié a été franchie par un ou deux individus de la meute blanche en fonçant tout droit (à trois reprises au total), puis en passant par-dessus le filet tombé au sol.
- Les loups ont plutôt tendance à explorer la clôture avec un port de tête en prolongement de la ligne du dos ou en dessous, **ce qui pourrait confirmer qu'ils cherchent plutôt une faille vers le bas**. De plus on peut identifier un «pattern» comportemental avant le franchissement de la clôture. Les loups doivent d'abord «prendre contact» avec la clôture, puis présenter des comportements de plus en plus sûrs d'eux avant de la franchir. Il est possible qu'il s'agisse d'un phénomène d'habituation (apprentissage non associatif). Dans quelques cas, le ou les individus qui ont franchi la clôture ramènent de la viande que les autres loups saisissent, soit en passant la tête sous l'enclos sans pour autant le franchir, soit à leur retour au sein du groupe.
- Il y a clairement une **différence entre les deux meutes** : la grise aborde la clôture avec plus de prudence et reste de préférence à distance, tandis que la blanche présente plus de comportements exploratoires, souvent d'une manière assurée.
- **Une baisse de la fréquentation de la clôture en fonction du temps** est visible lors de chaque expérimentation, **excepté pour la clôture avec le fil du bas à 35 cm où nous observons la tendance inverse** (expérience réalisée uniquement avec les loups blancs). Ceci suggère que **les loups présentent une démotivation quand la clôture leur paraît infranchissable**.
- Il pourrait y avoir **une corrélation entre le taux de fréquentation des clôtures et la position hiérarchique** au sein des deux meutes pour au moins l'un des alphas (Siku, femelle, pour la meute blanche et Aron, mâle, pour la meute grise). En revanche, dans la meute grise, la femelle alpha n'est pas la plus présente aux abords de la clôture, tandis que dans la meute blanche, nous ne pouvons pas nous prononcer pour les mâles, car leur hiérarchie n'était pas encore établie au moment de notre étude. Lors d'un franchissement, l'intérêt de la meute pour l'individu évoluant à l'intérieur de la clôture semble augmenter, ce qui pourrait être une condition déterminante pour l'établissement d'un apprentissage social.

A notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée d'aussi près aux comportements des loups face à des clôtures. Les résultats de cette recherche ouvrent un nouveau champ exploratoire, qui permettra de mieux comprendre comment les loups abordent les clôtures, ce qui devrait permettre d'offrir des conseils concrets aux éleveurs et augmenter l'efficacité des clôtures.

Table des matières

1	Introduction : conditions cadres.....	6
1.1	Conditions cadres des essais dans les enclos.....	6
1.2	Questions clés.....	6
2	Méthodologie 1 : matériel et déroulement	7
2.1	Clôtures.....	7
2.2	Emplacements des clôtures à tester et zonation des enclos.....	7
2.3	Equipement audiovisuel	9
2.4	Protocole expérimental et déroulement.....	9
2.4.1	«Tests» de nouveauté.....	9
2.4.2	Expériences	9
2.4.3	Succession des tests.....	10
2.4.4	Identification des loups	10
3	Méthodologie 2 : analyse vidéo et statistique.....	11
3.1	Analyse nocturne	11
3.2	Analyse diurne	11
4	Résultats (choix des résultats et des figures).....	12
4.1	Fréquentation de la clôture	12
4.1.1	Nombre de loups présents	12
4.1.2	Fréquentation en fonction du temps.....	13
4.2	Analyse globale des comportements.....	14
4.2.1	Fréquences et différences entre meutes	14
4.2.2	Position de la tête	15
4.2.3	Exploration de la clôture.....	16
4.3	Passages de clôture.....	18
4.3.1	Descriptifs des passages.....	18
4.3.2	Evolution des comportements avant/après passage.....	19
5	Synthèse et discussion des résultats	21
5.1	Fréquentation de la clôture	21
5.2	Comportements exploratoires vers le haut vs vers le bas	21
5.3	Les passages	21
5.4	Différences entre les meutes.....	22
5.5	Le courant électrique sur les clôtures.....	22
5.5.1	La réaction des loups suite à un choc électrique.....	22
5.6	Recherches dans la littérature scientifique	23
5.7	Les biais	23
6	Conclusions et perspectives	24
6.1	Valorisation des résultats.....	24
6.2	Méthodologie	24
6.3	Pistes de recherche	24
7	Remerciements.....	25
8	Partenaires et porteurs du projet	25

1 Introduction : conditions cadres

1.1 Conditions cadres des essais dans les enclos

Les expériences ont été réalisées dans le parc animalier de Sainte-Croix, situé à Rhodes, en France, d'octobre à décembre 2015. Ce parc animalier a l'avantage d'héberger quatre meutes de loups, détenues dans des enclos d'environ 0.6 hectares placés dans un environnement naturel. Il abrite également plus de 100 autres espèces issues essentiellement de la faune européenne. Le parc est ouvert au public une grande partie de l'année, ce qui engendre des contraintes quant au protocole de recherche (période de nourrissage, conditionnement des loups lié aux visites guidées ou à la présence des soigneurs, stages photo, etc.). Les loups sont donc habitués à la présence humaine, aux bruits et odeurs, du moins dans la partie de l'enclos orientée visiteurs.

Nous avons sélectionné deux meutes pour notre projet pilote :

Meute 1 : loups gris européens (*Canis lupus lupus*), sept individus, structure familiale classique, donc hiérarchie bien établie (parents nés en 2005 et progéniture née en 2010 et 2012).

Meute 2 : loups arctiques (*Canis lupus arctos*), sept individus, six frères et sœurs nés en 2014, une sœur plus âgée née en 2013.

La meute grise comprend quatre femelles et trois mâles, tandis que la blanche comprend trois femelles et quatre mâles.



Photo 2 : Trois individus de la meute grise, orientation vers la clôture, montrent des comportements exploratoires à distance.



Photo 1 : Cinq individus de la meute blanche se reposent sur la colline.

1.2 Questions clés

- Comment se passe, de manière chronologique, l'approche des clôtures, quel est leur nombre et leur fréquence ?
- Comment le loup s'approche-t-il d'une clôture (comportement prudent, sûr de lui ; position de la tête vers le haut, le bas) ?
- Quelles stratégies le loup développe-t-il pour franchir la clôture ? Essaie-t-il de passer par-dessous ou de se faufiler au travers ? Saute-t-il par-dessus une clôture d'une hauteur définie ?
- Comment réagit le reste de la meute si un individu passe la clôture ? Est-ce que des «patterns» comportementaux typiques peuvent être observés juste avant et après un passage ?
- De quelle manière un passage réussi influence-t-il le comportement par la suite ? Un apprentissage social est-il observable ?
- Comment les comportements des deux meutes étudiées diffèrent-ils l'un de l'autre ?

2 Méthodologie 1 : matériel et déroulement

2.1 Clôtures

Deux types de clôtures électriques régulièrement utilisées dans l'agriculture ont été testés lors des essais. Lors de la phase expérimentale, les deux systèmes ont été testés tour à tour, en débutant par la méthode F (Flexinet), suivi par le système C (clôture à fils), ce qui veut dire dans l'ordre : F, C, F, C.

Type	Hauteur	Couleur	Ampérage/voltage Ø	Fabrication
Flexinet	90 cm	Orange	A : 1.7 V : 3400	Fabrication traditionnelle
Clôture 2 fils A)	Fil inférieur : 25 cm	Blanche	A : 2.0 V : 3600	Fil composé de 7 fils électriques conducteurs
	Fil supérieur : 65 cm	Blanche	A : 1.9 V : 3300	Fil composé de 7 fils électriques conducteurs
Clôture 2 fils B)	Fil inférieur : 35 cm	Blanche	A : 2.0 V : 3600	Fil composé de 7 fils électriques conducteurs
	Fil supérieur : 80 cm	Blanche	A : 1.9 V : 3300	Fil composé de 7 fils électriques conducteurs

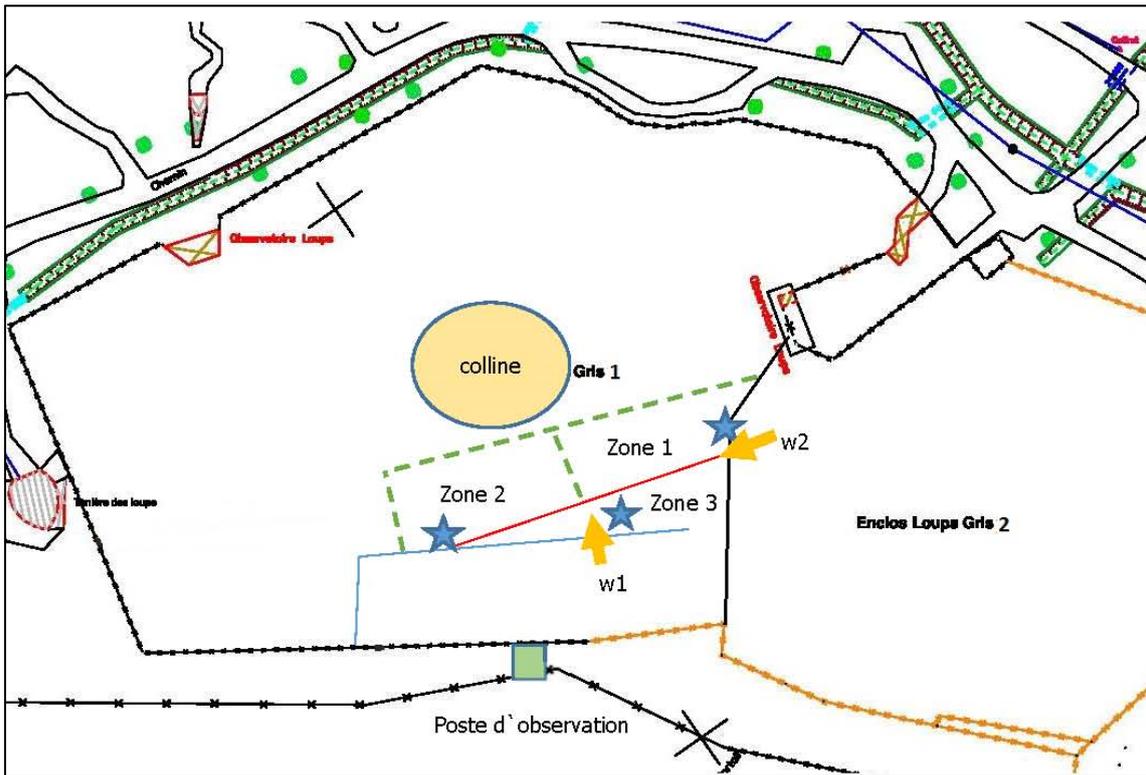
Tableau 1 : types de clôtures testées.

2.2 Emplacements des clôtures à tester et zonation des enclos

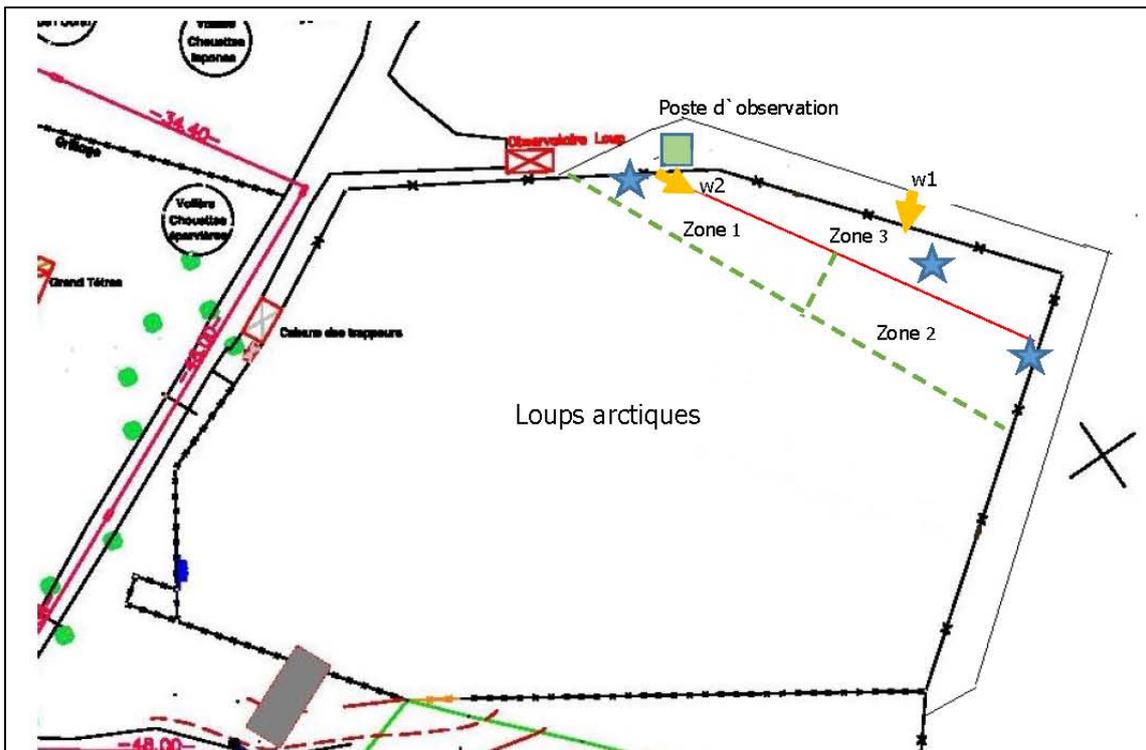
Les emplacements des tests ont été choisis en fonction du passage régulier des loups (pour éviter un effet de «localisation»), de l'accessibilité de la zone pour les observateurs et suffisamment éloigné des perturbations dues aux visiteurs. Environ 1/6 de la superficie totale de la réserve, à savoir 0.1 ha ou 100 m², a été délimitée par des clôtures, d'une longueur de 25 m chez les loups gris et de 45 m chez les loups arctiques. Cette différence est due à la conformation du terrain, à laquelle nous avons dû nous adapter.

L'espace occupé par les loups a été divisé en différentes zones. Par exemple, chaque moitié de la longueur de la clôture sur une largeur de 10 m a été identifiée en tant que zone 1 ou 2. Ce qui était défini comme «zone clôture» a été surveillé par les caméras en permanence. L'intérieur de la clôture test est identifié par le 3.

Au total, sept zones ont ainsi été délimitées (voir plans 1 et 2). Le reste des enclos était divisé en quatre zones.



Plan 1 : enclos des loups gris. Trait rouge = clôture de test ; w1 et w2 = caméras thermiques ; étoiles = pièges photo.



Plan 2 : enclos des loups blancs. Trait rouge = clôture de test ; w1 et w2 = caméras thermiques ; étoiles = pièges photo.

2.3 Equipement audiovisuel

Caméras	Types	Prise des data	Possibilités d'analyses individuelles
2 caméras thermiques réseau	AXIS Q1921-E	24h/jour	Pas de possibilités/images dégradé de gris.
2 pièges photos Bushnell	Trophy Cam HD Max	24h/jour (mode vidéo ; portée du déclencheur 10 à 12 m).	Possible, mais difficile de faire des analyses individuelles.
1 piège photos Steath	Steath Cam L 42	24h/jour (mode vidéo ; portée du déclencheur 10 à 12 m).	Possible, mais difficile de faire des analyses individuelles.
Handycam	SONY HDR-CX700VE	Vidéos des activités dans les zones 1 et 2 pendant les heures d'observation du jour.	Bonnes possibilités pour une analyse individuelle.
Handycam	SONY FDR-AXP33.	Vidéos des activités dans les zones 1 et 2 pendant les heures d'observation du jour.	Bonnes possibilités pour une analyse individuelle.

2.4 Protocole expérimental et déroulement

2.4.1 «Tests» de nouveauté

L'objectif du test de nouveauté est de placer la clôture avant les expériences, pour éviter l'effet «nouveauté». Il s'agit donc d'une période pendant laquelle les loups peuvent s'habituer à la présence de la clôture dans leur enclos, afin d'éviter qu'ils esquivent la zone pendant les expériences. Pour s'assurer que les loups aient bien intégré les clôtures dans leur espace, ces derniers ont été nourris à l'intérieur de la clôture, grâce à un passage d'environ cinq mètres de long. Le matériel d'observation a également été placé à l'avance, afin que les loups s'y habituent, dans le but d'éviter tout biais dû à un effet «nouveauté» ou à un phénomène de sensibilisation.

Tout comme les expériences principales, les «tests de nouveauté» ont été surveillés à l'aide de caméras ; la clôture a été électrifiée dès le début et les loups n'avaient rien mangé depuis quatre jours.

2.4.2 Expériences

Le protocole s'est déroulé de la manière suivante :

1. Les loups sont affamés pendant quatre jours, l'intérieur de l'enclos restant complètement accessible.
2. Lors d'une expérimentation la clôture de test est posée et la partie définie (zone 3) de l'enclos est séparée du reste de l'enclos. L'expérience dure trois jours (3 nuits). De la nourriture (bœuf ou volaille) est placée dans la zone 3, env. deux mètres derrière la clôture test et visible pour les loups (photo 1). Les caméras sont posées juste avant le début de l'expérience (il n'a malheureusement pas été possible de laisser le matériel en place, car il aurait fallu doubler tout le matériel).
3. Au bout des trois jours d'expérience, la clôture de test est enlevée complètement pour permettre aux loups de passer et de se nourrir (ceci permettant par ailleurs de contrôler qu'il n'y ait pas «d'effet localisation» pour certains individus).
4. Les loups sont ensuite à nouveau nourris normalement durant au moins trois jours consécutifs avant de débiter la prochaine expérience.



Photo 3 : Clôture à fils dans l'enclos des loups gris, avec les pièces de viandes placées en zone 3.

2.4.3 Succession des tests

Les deux différents systèmes de clôture ont été testés tour à tour de la manière suivante :

- Expérience 1 : filet.
- Expérience 2 : 2 fils.
- Expérience 3 : filet.
- Expérience 4 : 2 fils.
- Expérience 5 : 2 fils rehaussés.

2.4.4 Identification des loups

Comme il n'a pas été possible de marquer les loups, il a fallu s'entraîner à les reconnaître grâce à leur pattern de coloration et à leurs particularités physiques. Les loups blancs sont beaucoup plus difficiles à reconnaître que les gris. En outre, l'identification des individus est encore plus ardue lors de l'analyse vidéo, notamment par mauvais temps, car l'aspect du pelage peut changer, diminuant la possibilité de reconnaître les marques individuelles.

3 Méthodologie 2 : analyse vidéo et statistique

Sur la base de nos observations diurnes, nous avons créé un catalogue comportemental, qui a été complété au fur et à mesure des analyses. Nous avons noté la durée des comportements et leur fréquence pour des comportements de longue durée comme l'exploration de la clôture, et uniquement la fréquence pour des comportements de courte durée (<3 sec.), tel que le passage de la tête à travers des fils.

3.1 Analyse nocturne

L'analyse nocturne a été réalisée sur la base des images obtenues par la caméra thermique filmant le long de la clôture. Comme il n'est pas possible de reconnaître les individus, chaque loup apparaissant prend la lettre LB (loup blanc) ou LG (loup gris) et un numéro, qui s'accroît à chaque apparition d'un loup.

Les analyses nocturnes couvrent la période de 18h00 à 9h00. Une heure de vidéo est automatiquement divisée en 12 séquences de 5 minutes. La retranscription des analyses est effectuée sur une feuille Excel en calculant la durée grâce au time code de la caméra.

3.2 Analyse diurne

Les analyses diurnes couvrent la période de 9h00 à 18h00 et reprennent le catalogue comportemental susmentionné. En revanche, les vidéos ont été analysées grâce au logiciel The Observer (Noldus), qui permet la transcription automatique des statistiques de comportements. L'analyse diurne a été réalisée sur la base des vidéos filmées par les pièges vidéo avec les caméras bushnells : ces pièges ne couvrent que la moitié (chez les gris), respectivement un tiers (chez les blancs) de la ligne de clôture de test à cause d'un détecteur de mouvement limité à 10 – 12 mètres devant les caméras, et les séquences vidéo durent 20 ou 40 secondes.

Pour ces analyses, nous aurions pu utiliser des méthodes assez complexes (par exemple : analyse factorielles des correspondances, modèles linéaires généralisés à effets mixtes) mais notre choix s'est porté sur des analyses simples et descriptives, pour deux raisons : premièrement, l'objectif de ce rapport n'est pas (encore) une publication scientifique officielle dans un journal à comité de lecture ; nous avons en effet préféré garantir une facilité de compréhension pour tout type de lecteur. Deuxièmement, les analyses sont basées sur un nombre de meutes «faible» (statistiquement parlant, N=2), aux comportements très contrastés. Nous aurions alors dû appliquer des méthodes assez complexes pour un pouvoir de généralisation inconnu (nous ne savons pas quelle meute représente le mieux le comportement moyen des loups captifs face aux clôtures).

La fréquentation aux abords de la clôture a été estimée en cumulant les temps d'observation pour un nombre de loups donné (fig. 1), pour tous les individus présents sur une période donnée (fig. 2). La majorité des analyses comportementales sont des calculs de proportion ou pourcentages de chaque type de comportement sur le temps d'observation total, représentés en valeur absolue (fig. 3 et 5), ou cumulés (fig. 4, 6). Lorsque les comportements sont des événements, ils sont représentés par un terme de fréquence (par exemple : nombre par heure. Pour représenter des fréquences de comportements qui diffèrent beaucoup dans leurs valeurs absolues (par exemple : la fréquence des reniflements des clôtures est 10 à 30 fois supérieure à la fréquence de contact direct), nous utilisons des graphiques tronqués sur l'axe des coordonnées (fig. 1 et 5).

Nous appliquons au final une analyse de transition permettant de se rendre compte de la dynamique des comportements 2 minutes avant et après un passage (fig. 7). Après avoir extrait ces séquences de données, nous construisons une matrice de transitions, avec le comportement de départ en colonne et celui d'arrivée en ligne (chaque case comptabilise le nombre de transitions observées dans un sens ; par exemple : six transitions de «explore avec assurance» à «creuse»). Nous effectuons en parallèle une analyse des coordonnées principales (Gower, 1966) sur une matrice de proximité entre les comportements (chaque case comptabilise cette fois le nombre de transitions observée dans un sens ou dans un autre). Nous utilisons ces résultats pour représenter les comportements dans l'espace, leur proximité spatiale étant plus forte lorsqu'ils présentent un grand nombre de transitions. Pour chaque comportement nous représentons au final par des flèches la transition de «départ» et celle «d'arrivée» la plus fréquente que nous avons observée.

4 Résultats (choix des résultats et des figures)

4.1 Fréquentation de la clôture

4.1.1 Nombre de loups présents

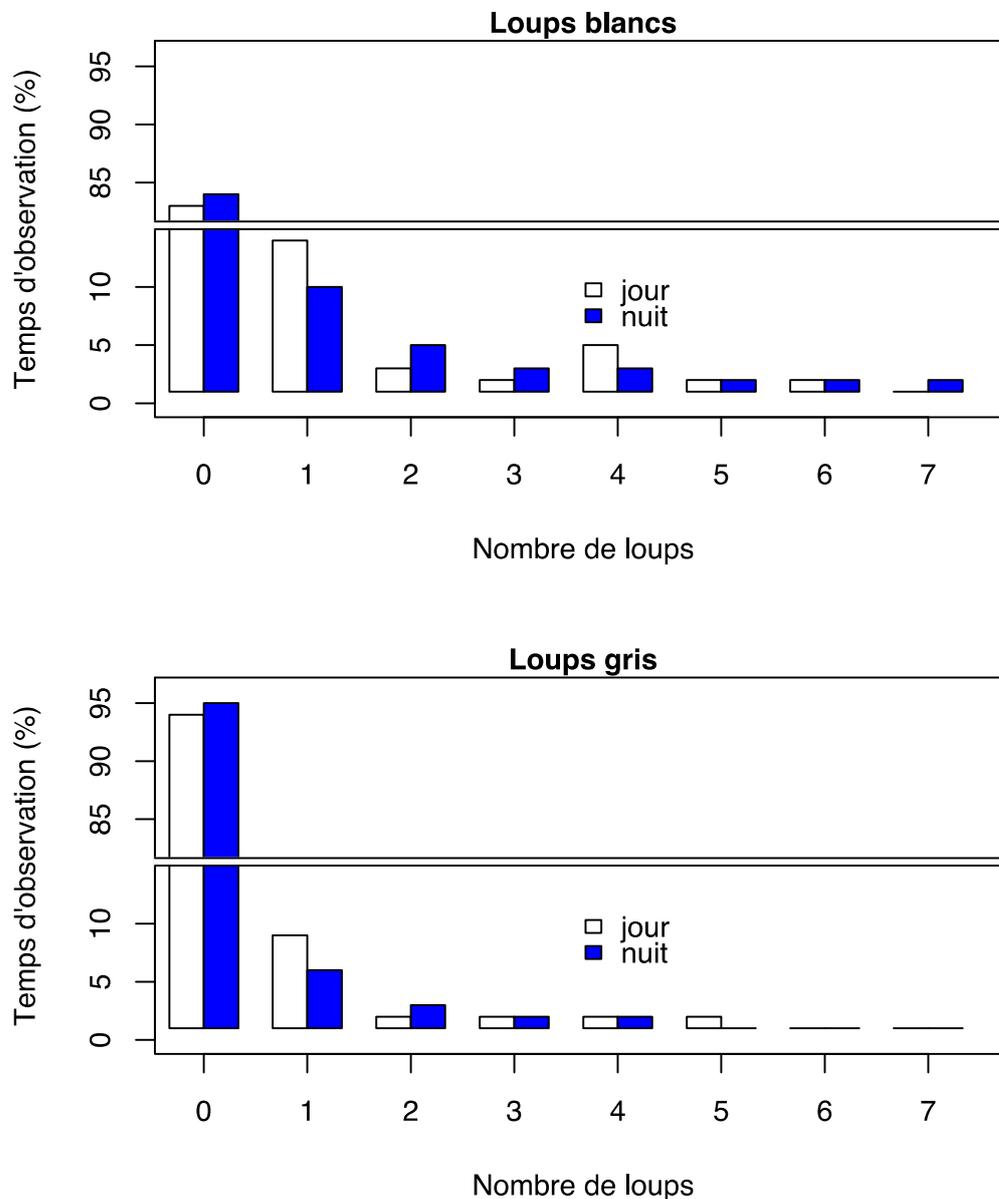


Figure 1 : Distribution du temps d'observation en fonction du nombre de loups présents pour les deux meutes, le jour et la nuit. Le graphique est coupé entre 15% et 82% afin de mettre en avant la distribution des temps lorsqu'au moins un loup est présent.

Durant 83% à 95% du temps d'observation, aucun loup n'est observé à proximité de la clôture. La présence d'un seul loup est ensuite l'observation la plus fréquente (entre 6% et 14% du temps). Les observations d'un nombre de loups croissant aux abords de la clôture deviennent ensuite globalement de plus en plus rares. Les loups de la meute blanche sont en général plus nombreux à fréquenter la clôture que ceux de la meute grise et ils y restent plus longtemps. Le nombre de loups maximal observé est de cinq pour les gris et sept pour les blancs. Le nombre de loups observés n'est globalement pas très différent entre le jour et la nuit. Nous pouvons néanmoins observer plus de loups solitaires le jour pour les deux meutes (effet de la méthode d'analyse?) ainsi qu'un petit pic d'observation à 5% pour la présence de quatre loups (pas nécessairement tout le temps les mêmes individus) le jour pour les blancs.

4.1.2 Fréquentation en fonction du temps

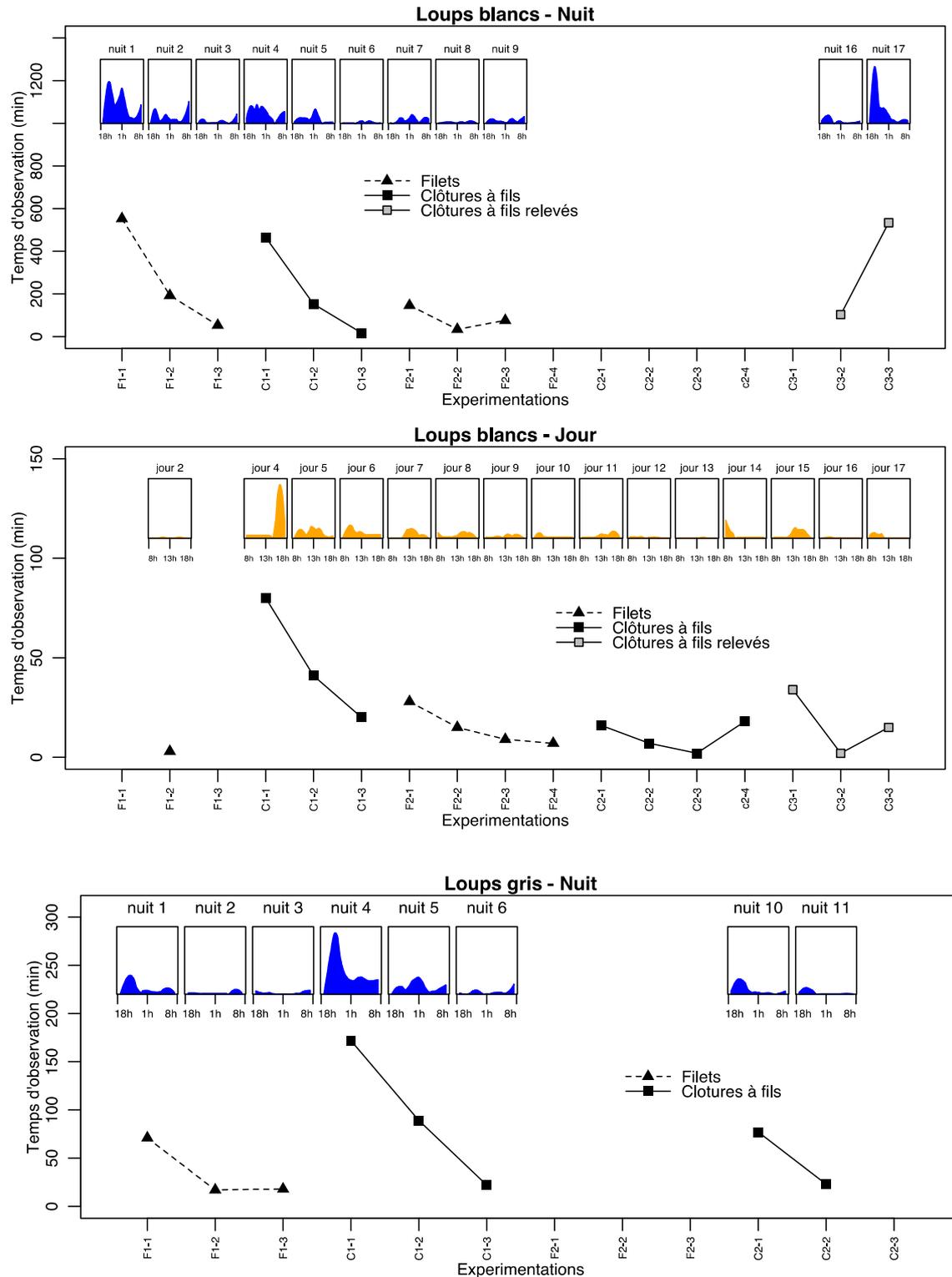


Figure 2 : Evolution de la fréquentation de la clôture, pour la meute blanche (nuit et jour) et grise (nuit seulement) en fonction des expériences. Les expériences sont codées «F» pour filet et «C» pour clôture à fils. Le second chiffre correspond à l'ordre d'expérience (1 : première fois, 2 : seconde fois) et le deuxième chiffre correspond aux répétitions (exemple : F2-3 = Deuxième présentation du filet, troisième nuit de répétition). Le temps est le nombre de minutes d'observation cumulées pour tous les loups présents (exemple : 100 = un seul loup observé pendant 100 minutes ou cinq loups observés ensemble pendant 20 minutes). En dessus de chaque point est représentée en bleu (nuit) et orange (jour) la distribution «lissée» du nombre de loups présents en fonction de l'heure pour chaque période.

La meute blanche présente une fréquentation des abords de la clôture supérieure à celle de la meute grise. Nous obtenons au total 31 heures et 36 minutes d'observation sur tous les individus cumulés pour la meute blanche la nuit (sachant que l'expérience C2 n'est pas incluse) contre 7 heures et 13 minutes d'observation cumulée pour les gris (expériences F2 et C3 non réalisées). Le jour (protocole d'observation différent), nous obtenons 1 heure et 53 minutes pour les blancs et 54 minutes pour les gris (ce qui n'était pas suffisant pour faire l'équivalent de la figure 2 dans ce cas). Pour une même expérience, nous observons une forte diminution de la fréquentation au fil des nuits traduisant probablement une démotivation. La fréquentation lors de la première nuit de chaque nouvelle expérience est toujours supérieure à la dernière nuit de l'expérience précédente (effet nouveauté et/ou remotivation). Il semble difficile de différencier un effet du type de clôture sur la fréquentation à l'exception de la clôture à fils relevés qui provoque une augmentation de la fréquentation pour la seconde nuit en facilitant les passages. Les nuits très fréquentées montrent un pic de fréquentation entre 18h00-19h00 et 0h00-1h00, puis au petit matin. Les nuits moins fréquentées montrent des passages plus réguliers tout au long de la nuit. Les périodes de plus forte fréquentation diurne semblent être très variables.

4.2 Analyse globale des comportements

4.2.1 Fréquences et différences entre meutes

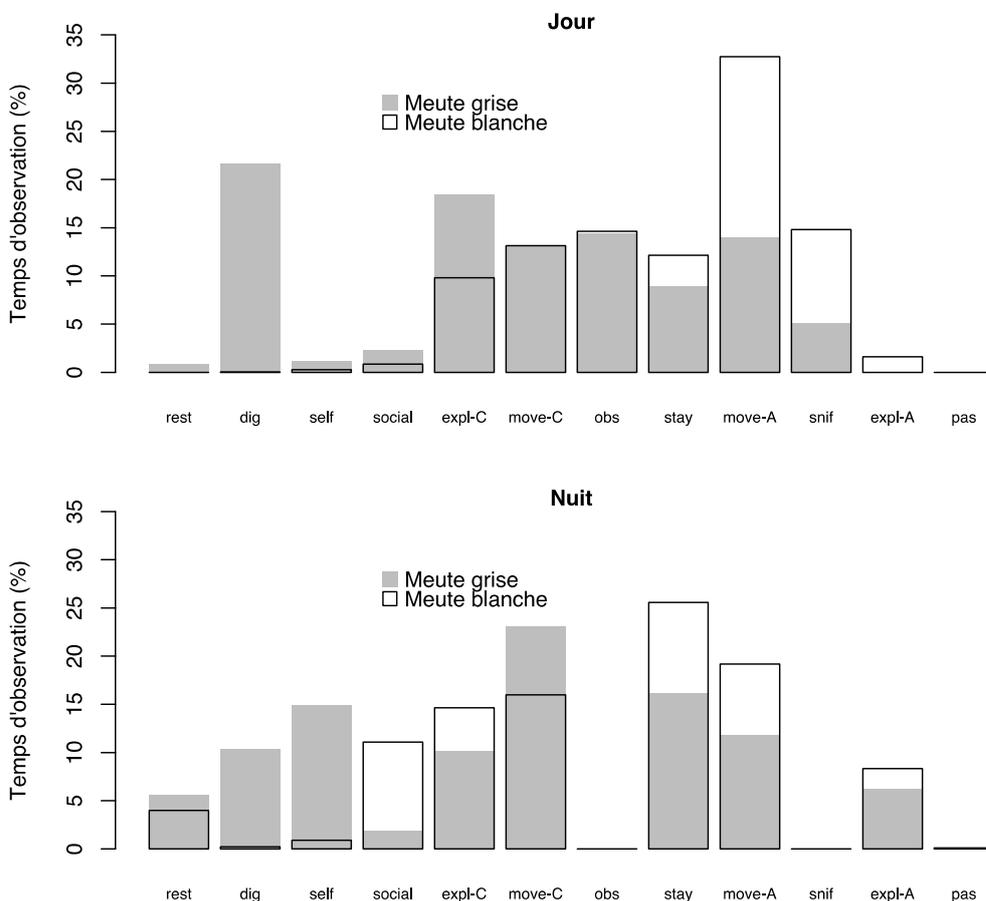


Figure 3 : Distribution du temps d'observation correspondant à chaque type de comportements, en fonction de la meute et de la période (jour, nuit). Move-A : déplacement avec une attitude « assurée » ; move-C : déplacement avec une attitude « prudente » ; self : comportements autocentrés (nettoyage, élimination, nourrissage) ; dig : creuse ; rest : position allongée ; expl-A : exploration (renifle ou observe) avec une attitude « assurée » ; expl-C : exploration avec une attitude « prudente » ; social : interactions sociales ; stay : position debout et immobile (pendant plus de 5 secondes) ; pas : passage de la clôture (existe uniquement pour la meute blanche) ; obs : observe en direction ou par-dessus la clôture ; sniff : renifle le sol ou d'autres éléments, dont la clôture.

De manière générale, les comportements les plus fréquents, pour les deux meutes sont les déplacements (move-A et move-C), les positions statiques (stay et obs) ainsi que les explorations (expl-A, expl-C et sniff), ceci de jour comme de nuit. Notons que l'absence d'observation (obs) et de sniff de nuit provient seulement d'une différence de protocole.

Les spécificités de la meute grise vis-à-vis de la blanche sont :

- Une forte tendance à creuser ou gratter le sol (dig).
- Plus d'exploration «prudente» le jour et de déplacements «prudents» la nuit (expl-C).
- Plus de comportements autocentrés (self), surtout la nuit.
- Une absence de passage de clôture (pas) et d'exploration «assurée» le jour (expl-A).

Les spécificités de la meute blanche vis-à-vis de la grise sont :

- Une prépondérance des déplacements et explorations «assurés» (move-A et expl-A) ainsi que des sniffs sur-tout le jour.
- Une plus forte représentation des positions statiques (sta), et surtout des comportements sociaux (social) la nuit.
- Une très faible tendance à creuser ou gratter le sol (dig) et à exprimer des comportements autocentrés (self).
- La présence de quelques passages (pas).

4.2.2 Position de la tête

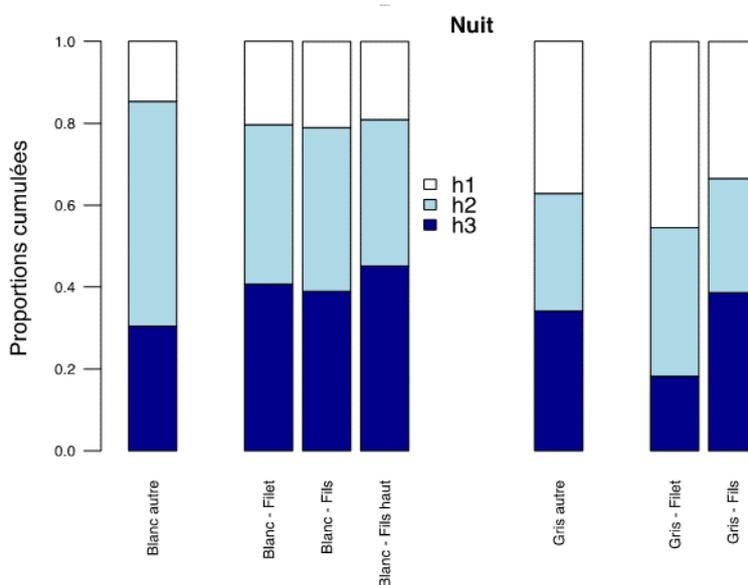


Figure 4 : Position de la tête lors des comportements d'exploration, en fonction des types de clôtures, la nuit, pour chaque meute. Les noms «Blanc-autre» et «Gris-autre» indiquent la position globale de la tête lors des autres comportements (essentiellement des déplacements et des positions statiques). h1 : position de la tête haute ; h2 : position de la tête à l'horizontale ; h3 : position de la tête vers le sol.

Chez la meute blanche, la proportion de h3 passe de 30.5% en temps normal à 39-45.1% lors des explorations nocturnes, tandis que la proportion de h2 est légèrement réduite et que la proportion de h1 augmente très légèrement. Les loups gris montrent soit une diminution de h3 lors des explorations du filet (de 34.1% à 18.2%, au profit du h1 qui augmente) soit une quasi absence de différence de position de la tête par rapport au reste du temps, face à la clôture à fils.

4.2.3 Exploration de la clôture

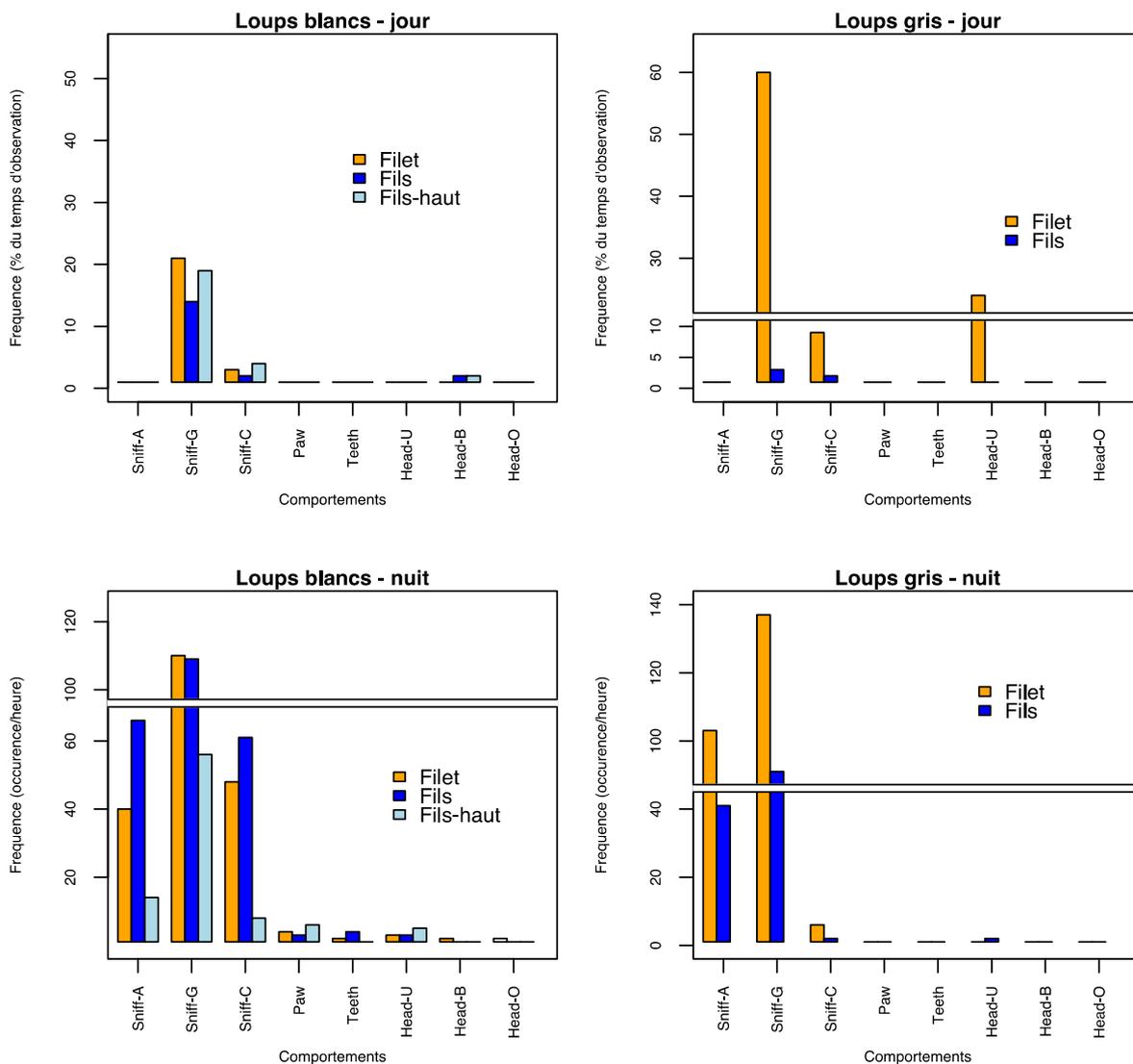


Figure 5 : Comparaison des fréquences (% du temps d'observation le jour, occurrence/heure la nuit) des différents types de comportements d'exploration de la clôture, le jour et la nuit, pour les deux meutes et en fonction des types de clôtures utilisés. Sniff-A : renifle l'air (non pris en compte le jour); Sniff-G : renifle le sol ; Sniff-C : renifle la clôture ou un piquet ; Paw : contact avec la patte ; Teeth : contact avec les dents ; Head-U : passage de la tête sous la clôture ; Head-B : passage de la tête dans la clôture ; Head-O : passage de la tête au-dessus de la clôture.

L'exploration de la clôture consiste principalement à renifler le sol ou l'air (au moins pour la nuit) et, dans une moindre mesure, à renifler la clôture (surtout pour la meute blanche la nuit). Des passages de tête, essentiellement par en dessous, sont également observés chez les deux meutes sur les deux périodes, mais restent rares, à l'exception des loups gris, de jour, face au filet. La meute blanche montre également, la nuit, des contacts avec la patte ou les dents. Nous pouvons noter que les reniflements sont moins fréquents chez les loups blancs la nuit face aux fils relevés (période de passage), mais que l'exploration avec la patte ou le passage de tête par dessous est plus fréquent que pour les autres types de clôtures. De manière générale les filets sont plus explorés par les loups gris que les clôtures à fils.



Photo 4 : Cette image d'un piège photo montre deux individus de la meute grise devant la clôture à deux fils, un des deux est en train de creuser.



Photo 5 : Cette image d'une caméra à main montre un des loups blancs devant le filet qui explore la clôture de manière prudente en reniflant le sol devant le filet.

4.3 Passages de clôture

4.3.1 Descriptifs des passages

Au total, 18 passages se sont produits, uniquement chez les loups blancs : huit la toute première nuit (filet, partiellement détruit/couché suite à des passages forcées), neuf la dernière nuit et un le dernier jour des expériences (clôture à fils relevés à la base).

Lors de la première expérience (filet – loups blancs), les passages se sont produits à la suite de trois tentatives de passages «forcés». Un loup (toujours le même ?) a foncé dans le filet sans parvenir à passer lors de la première tentative, mais en réussissant lors des deux autres (en faisant une culbute par-dessus la clôture). La même technique a été utilisée pour ressortir. A noter que deux loups gris «piégés» dans le filet électrifié (en passant par une faille de la clôture interne de leur parc) ont utilisé la même «méthode» pour ressortir, en détériorant la clôture au passage. La détérioration du filet électrifié des loups blancs a ensuite permis des passages, tous par-dessus la clôture couchée (avec un saut observé).

Le premier passage de la clôture à deux fils relevés a eu lieu lorsqu'un loup a touché le fil du haut avec son nez et a pris une décharge. Il a alors foncé tout droit en passant entre les deux fils. Les neuf autres passages ont tous eu lieu en dessous du dernier fil.

Notons que le loup peut ressortir avec un morceau de viande dans la gueule (qu'il laisse parfois tomber lors du passage de la clôture). Le passage de plusieurs loups à la fois n'a jamais été observé. On a toujours observé un seul loup à la fois dans l'enclos. Cependant, grâce au nombre d'entrées et de sorties et au nombre de loups restant à l'extérieur, on peut toutefois déduire que deux loups étaient occasionnellement ensemble dans l'enclos.

	Nuit du 14 au 15 octobre 2015 (filet)		Nuit du 3 au 4 décembre 2015 (fils)	
	Nb	Type de passage	Nb	Type de passage
18h-20h	0		2	Touche le fil électrifié du haut. Le loup fonce tout droit et passe entre les deux fils. Passe sous le fil du bas.
20h-22h	(1)	Fonce dans le filet, pris dans le filet, puis ressort immédiatement.	1	Passe sous le fil du bas.
22h-0h	1	Fonce dans le filet, culbute et passe de l'autre côté.	0	
0h-2h	2	Fonce dans le filet tête la première, culbute et passe de l'autre côté. Passe par-dessus le filet couché sur le sol.	4	Passe sous le fil du bas.
4h-6h	0		1	Passe sous le fil du bas.
6h-8h	1	Passe par-dessus le filet couché sur le sol.	1	Passe sous le fil du bas.
8h-10h	4	Passe par-dessus le filet couché sur le sol (4 x).	1	Passe sous le fil du bas.
Total	8		10	

Tableau 3 : Nombre et type de passages de la clôture en fonction de l'heure, pour les deux dates présentant des franchissements. Une tentative de passage non réussie est signalée par le nombre entre parenthèse.

Les passages les plus fréquents correspondent donc au cœur de la nuit (0h-2h) et au matin (attention : seulement deux nuits avec passages, donc aucune possibilité de généralisation). Le temps de résidence médian au sein de la clôture est de 3 minutes 30 secondes et varie de 1 à 39 minutes, avec une exception à 2h41 min.

4.3.2 Evolution des comportements avant/après passage.

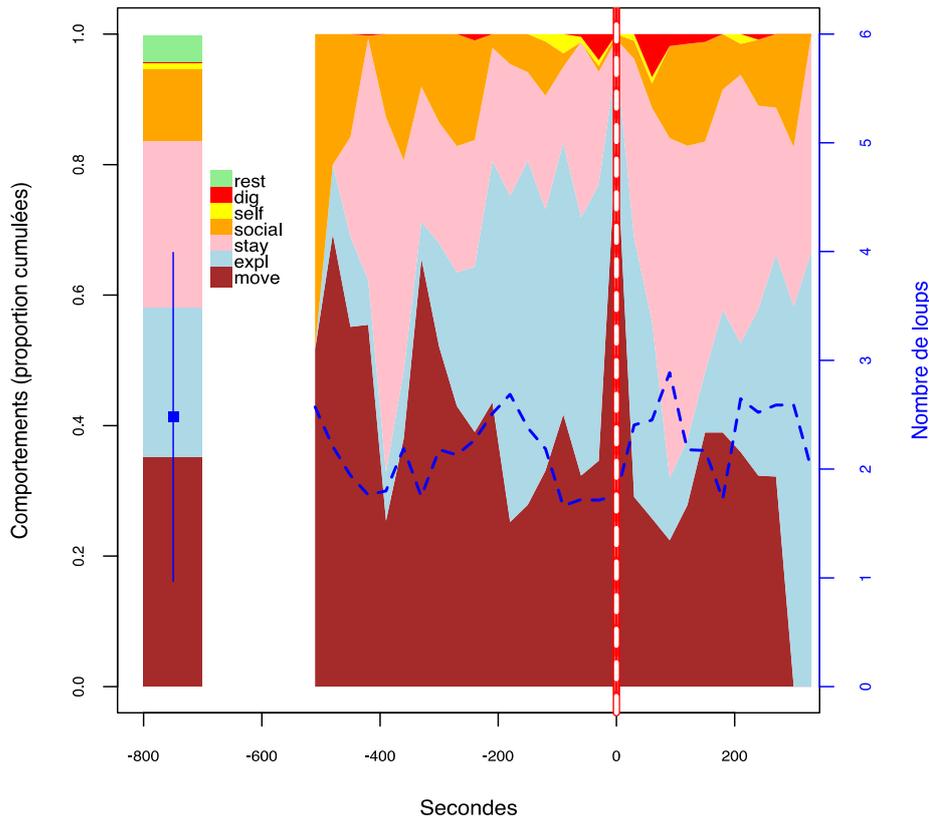


Figure 6 : Evolution globale des comportements (proportions cumulées) de la meute blanche depuis 500 secondes avant un passage de clôture jusqu'à 300 secondes après (le 0 correspond au passage, traits pointillé rouge et blanc). L'axe bleu à droite et la courbe bleue représentent le nombre moyen de loups observés. Les proportions cumulées des comportements et le nombre de loups (moyenne +/- écart type) lorsqu'au moins un individu est présent, (ceci pour la totalité des observations), sauf représentées à gauche en tant que référence.

En général, environ 5 minutes avant qu'un passage ne se produise, nous observons une réduction des déplacements et surtout des comportements sociaux, faisant place à de fréquents comportements exploratoires (qui passent de moins de 10% à plus de 40% du temps). Environ une à deux minutes avant le passage, des comportements solitaires se produisent, les loups se mettent à creuser (moins de 5% du temps tout de même) et les comportements sociaux disparaissent totalement. Dans les deux minutes qui suivent un passage, les individus restant à l'extérieur explorent encore, puis adoptent fréquemment (près de 50% du temps) des positions statiques (il s'agit de comportements d'observation), se remettent à creuser et retrouvent un niveau de comportement social moyen (environ 15% du temps). Nous pouvons noter qu'aucun comportement de repos n'est visible quelques minutes avant et après un passage, alors qu'ils peuvent représenter environ 5% du temps sur d'autres périodes. Le nombre de loups présents ne présente pas de variations extrêmes par rapport à ce qui est observé en temps normal. Notons que ces résultats décrivent le comportement moyen de la meute blanche, mais que chaque passage présente des particularités (exemple : les loups peuvent creuser bien plus, ou pas du tout).

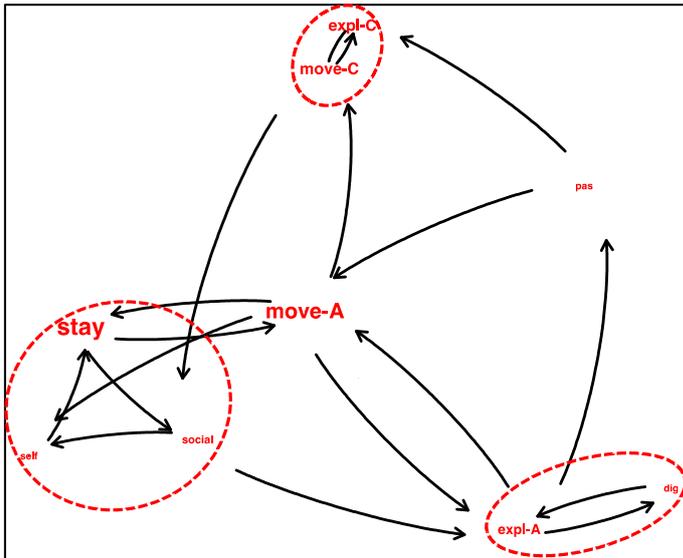


Figure 7 : Diagramme de transition des comportements individuels observés 2 minutes avant et 1 minute après un passage de clôture pour la meute blanche. La position des comportements est déterminée grâce à une analyse des coordonnées principales, effectuée à partir de la fréquence des transitions observée. Plus ils sont proches, plus les transitions (dans un sens ou un autre) sont fréquentes. La taille du texte représente la fréquence des comportements, allant d'environ 1% (ex. : *dig*) à 30% (*stay*) du temps d'observation. Pour chaque comportement, seules les transitions «d'arrivée» et «de départ» ayant la probabilité d'apparition maximale sont retenues.

L'étude de la dynamique comportementale montre d'abord un état de transitions fréquentes entre des positions statiques (ou d'observation, *stay*), des comportements solitaires (*self*) et sociaux (*social*). Cet état «initial» semble très peu lié aux passages (*pas*), mais peut aboutir à un second état présentant des transitions fréquentes entre des explorations dans une attitude «assurée» (*expl-A*) et du creusage (*dig*). Un troisième état semble caractérisé par des transitions fréquentes entre des déplacements et des explorations dans une attitude «prudente» (*move-C* et *expl-C*). Le comportement de déplacements dans une attitude assurée (*move-A*) semble être une transition fréquente entre les trois états décrits précédemment. Nous observons au final que les passages (*pas*) se produisent préférentiellement à la suite de comportements d'exploration et de creusage, dans une attitude «assurée» (*expl-A* et *dig*), et sont suivis (chez les individus restant à l'extérieur) par une attitude plutôt «prudente» (*move-C* et *expl-C*), avant de retrouver un état initial moins mobile, social ou solitaire (*stay*, *social* et *self-C*).

5 Synthèse et discussion des résultats

Les données des caméras thermiques ont été évaluées et répondent à nos questions clés.

5.1 Fréquentation de la clôture

La fréquentation des abords de la clôture reste rare (moins de 10 à 20% du temps, fig. 1). La fréquence d'apparition des loups dans les zones 1 et 2 a considérablement diminué au cours des trois jours d'un essai (fig. 2). Les loups semblent perdre leur motivation à fréquenter la clôture au fur et à mesure des jours ou nuits d'une expérience, malgré l'augmentation de la faim, mais en regagnent lors d'une nouvelle expérience (fig. 2). L'expérience n° 5 avec les fils relevés à 35 cm et 80 cm représente une exception : les fils relevés provoquent une augmentation de la fréquentation pour la seconde nuit de l'expérience, en facilitant les passages. Cette « faille » engendre des passages réussis, et par conséquent une augmentation de la fréquentation. A part dans l'expérience 5, il semble difficile de corréler le type de clôture et la fréquentation.

Reste à savoir si la fréquence des approches aurait augmenté en ajoutant des jours d'essai sans nourriture supplémentaire ; on peut supposer que l'amplification de la faim aurait alors donné aux loups un nouvel « élan » pour franchir la clôture. Mais, afin de ne pas porter atteinte à la santé des animaux, le nombre de jours sans nourriture était limité à un maximum de 7.

5.2 Comportements exploratoires vers le haut vs vers le bas

La position de la tête lors des comportements d'exploration des loups blancs montre une majorité de positions h2 (horizontale) et h3 (vers le sol) et moins fréquemment h1 (tête haute). On peut noter aussi que la proportion de h3 passe de 30.5% en temps normal (pas d'explorations) à 39-45.1% lors des explorations (fig. 4). Chez les gris, la position h1 (tête haute) est plus fréquente en comparaison des h2 et h3. Les loups gris montrent soit une diminution de h3 lors des explorations du filet (de 34.1% à 18.2%, au profit du h1 qui augmente), soit une quasi absence de différence de position de la tête face aux fils par rapport au reste du temps (fig.4).

Il ne semble pas exister de différences très marquées de position de la tête selon le type de clôture. Malgré des différences peu marquées, on peut constater chez les blancs une légère tendance à explorer la clôture plutôt vers le bas.

5.3 Les passages

Les résultats des analyses de nuit donnent les réponses suivantes sur la manière dont les loups ont franchi une clôture :

- Aucun saut au-dessus d'une clôture correctement installée et en état n'a été répertorié auprès des deux meutes, sachant que la hauteur maximale n'a jamais dépassé 90 cm pour les Flexinet et 65 cm, respectivement 80 cm pour les fils.
- Ils sont passés deux fois en sautant dans le filet, six fois en dessus d'un filet détérioré et couché par terre, une fois entre les fils et neuf fois sous le dernier fil (tableau 3).
- Les loups passent donc majoritairement les clôtures en état « par-dessous », au cœur de la nuit ou au petit matin, et restent généralement quelques minutes ou dizaines de minutes dans l'enclos (zone 3). Les passages se produisent généralement quelques minutes après la transition d'un état initial fait de déplacements, de comportements sociaux, de positions statiques ou d'observation, vers un état d'exploration et de mouvements dans une attitude plutôt assurée (fig. 6 et 7).
- Une à deux minutes avant un passage, les loups peuvent se mettre à creuser (fig. 6 et 7). Après le passage, les individus restant devant la clôture peuvent encore creuser, explorer ou se déplacer, mais de manière prudente cette fois, avant de retrouver l'état initial (fig. 6 et 7).
- Les résultats de l'expérience n° 5, durant laquelle nous avons enregistré dix passages réussis lorsque les fils étaient rehaussés à 35 et 80 cm, démontrent que la distance entre le fil inférieur et le sol joue un rôle essentiel dans l'efficacité des clôtures.
- Il reste à étudier, lors de recherches ultérieures, le comportement des loups après ces passages réussis, en réduisant par exemple à nouveau la hauteur des fils à 25 et 65 cm et à observer si les loups ont déjà appris à ne plus respecter la clôture à 2 fils.
- Cette tendance à franchir la clôture en passant par-dessous (parfois liée à des tentatives de creuser) ou entre les fils inférieurs, qui apparaît dans nos résultats, concorde avec les expériences faites en Allemagne et en Italie avec des loups sauvages.

5.4 Différences entre les meutes

Les deux meutes se distinguent l'une de l'autre de manière considérable au niveau du comportement dans la zone de clôture.

Les loups gris présentent les caractéristiques comportementales suivantes :

- Des approches et des «explorations» plus prudentes que les loups blancs. Cependant, il faut signaler que seuls trois des essais ont pu être évalués. En effet, le dernier s'est déroulé huit semaines après le troisième. Durant cette pause relativement longue, il se pourrait que «l'effet d'acclimatation» à la clôture se soit perdu. Il est possible que pour cette raison, la présence dans les zones 1 et 2 pendant la dernière expérimentation ait diminué à nouveau sur le niveau de la première expérimentation et que davantage de comportements prudents aient été observés. La figure 2 appuie cette hypothèse, en lien avec le premier et dernier essai.
- Creusages intensifs : curieusement, des «creusages» ont été observés presque exclusivement lors de l'essai n° 2 avec la clôture à fils. On notera que d'importantes traces de «creusage» ont pu être signalées dans d'autres parties de l'enclos (ce comportement, qui consiste à «creuser», appartient de toute évidence au répertoire comportemental de cette meute, même en dehors de notre expérience).
- Le plus souvent, un à trois animaux ont pu être aperçus à proximité de la clôture, mais jamais la meute complète. Cela peut être dû à la hiérarchie dans la meute, les animaux dominants ne tolérant pas les autres individus à proximité de la clôture.
- Pas de passages à travers la clôture-test électrifiée ; toutefois les loups ont découvert un autre passage pour accéder à la nourriture.

Les loups arctiques (blancs) présentent les caractéristiques comportementales suivantes :

- Plus de fréquentation des abords de la clôture (fig. 1).
- Moins de comportements prudents que les loups gris : en effet, on constate que leurs «comportements exploratoires» et leurs déplacements sont réalisés avec plus d'assurance. Cette «assurance» s'est en outre renforcée d'essai en essai.
- Plus d'interactions sociales, en particulier le jeu, ont pu être observées au sein de cette meute dans la «zone clôture». A plusieurs reprises, quatre à six individus étaient présents dans la zone, et même parfois toute la meute, durant la nuit. Les interactions sociales, tout comme la présence simultanée de plusieurs individus dans la «zone clôture», peuvent s'expliquer par le fait que l'ordre hiérarchique au sein de la meute n'est pas encore clarifié et que tous les individus ont l'occasion d'explorer et – en principe – de franchir la clôture.
- On dénombre 18 passages lors de deux essais.

5.5 Le courant électrique sur les clôtures

Les clôtures étaient électrifiées pendant toute la durée des essais (y compris lors des «tests de nouveauté»). La tension a été mesurée avant et après chaque essai, avec une moyenne à 3500 volts, qui correspond à ce qui est pratiqué en général sur les clôtures des pâturages à bétail en agriculture.

Par contre, il faut considérer cette donnée avec prudence, car l'un des deux voltmètres a été utilisé au début sans mise à terre et était donc moins précis. A la fin de l'essai n° 3 avec les loups blancs arctiques, une tension moyenne de seulement 1000 volts a été mesurée, probablement à cause d'une mauvaise connexion entre la clôture et la batterie. Malgré le faible courant, aucun passage n'a été dénombré lors de cet essai.

5.5.1 La réaction des loups suite à un choc électrique

On peut observer la réaction d'un loup qui se fait électrocuter sur plusieurs vidéos enregistrées : il part en courant avec la queue entre les jambes. Il se met probablement aussi à «couiner» (étant donné que les caméras thermiques ne disposaient pas d'enregistrement audio, il n'est pas possible de le vérifier sur les vidéos de nuit). Il est également difficile d'indiquer après combien de temps l'individu électrocuté retourne vers la clôture. Lors de l'essai n° 1 avec la meute de loups blancs arctiques, on a observé et filmé un individu ayant reçu un choc électrique en touchant la clôture avec sa gueule qui n'est plus retourné dans la zone clôturée, ceci même après son démontage, alors que les morceaux de viande était libre d'accès et que tous les autres individus étaient venus pour en profiter. Par contre, le fait d'éviter la zone de la clôture n'a pas perduré pendant les essais qui ont suivi. Afin d'obtenir un effet plus durable, il serait peut-être envisageable d'augmenter la tension sur les clôtures. A noter également que les meutes présentes dans le parc animalier de Sainte-Croix ont probablement déjà eu des contacts avec de l'électricité, étant donné qu'un fil électrifié est installé à l'intérieur des enclos.

5.6 Recherches dans la littérature scientifique

Les recherches littéraires se sont appuyées spécifiquement sur cinq études (trois sur les loups, une sur les lynx et une sur les coyotes). En effet, ces expériences avaient particulièrement mis l'accent sur l'efficacité des systèmes de clôture contre les grands prédateurs.

Les études sur les loups ont principalement évalué le nombre et la fréquence des attaques suite à l'installation de systèmes de clôtures renforcées (rehaussées et/ou électrifiées) en les comparant aux clôtures conventionnelles durant une période de temps définie.

Dans ce cadre, la hauteur des clôtures a été ajustée entre 90-200 cm avec une distance maximale de 20-25 cm entre le fil le plus bas et le sol.

Selon deux des études (Cortès, 2007 et Wam, Dokk et Hjeljord, 2004), le nombre et la fréquence des attaques ont considérablement diminué après avoir électrifié et/ou rehaussé les clôtures.

Dans une autre étude sur les loups (Liere et Dwyer, 2013) les clôtures électrifiées n'étaient pas plus efficaces que celles non électrifiées. Ce qui est intéressant dans ce cas, c'est que deux bergers ont rapporté avoir observé par hasard que des loups avaient sauté par-dessus les clôtures. En effet, si les loups s'étaient spécialisés dans les sauts, l'électrification des clôtures aurait été évidemment inutile, étant donné que l'animal ne peut pas recevoir de choc électrique durant son saut en l'air.

Les résultats des études portant sur les lynx en captivité et les coyotes sont très parlants. Ces études portaient sur la manière dont les prédateurs franchissent les clôtures, en prenant en considération leur mode de fonctionnement, l'emplacement de la clôture et la distance entre les fils. Lorsque la distance entre les fils ou entre le sol et le premier fil était supérieure à 25 cm, les lynx passaient en dessous ou entre les deux premiers fils. Chez les coyotes, les résultats démontrent que 80% des passages s'effectuaient au-dessous des clôtures composées de plusieurs fils, 15% entre les fils inférieurs, et seulement 5% via des sauts par-dessus la clôture. Cela démontre que la distance entre les premiers fils et le sol joue un rôle primordial dans l'efficacité des clôtures et l'importance qu'il faut y accorder.

Au vu des résultats des études évaluées, une distance de 20-30 cm entre les fils a prouvé son efficacité contre les attaques des prédateurs dans la majorité des cas.

Nous avons donc décidé de débiter les essais avec une distance similaire lors des essais avec les clôtures à deux fils.

5.7 Les biais

Pendant les expériences, les irrégularités suivantes ont été rencontrées et doivent être prises en considération, parce qu'elles pourraient représenter des biais pour l'étude :

- Les visites et animations journalières ont toujours attiré l'intérêt des loups pendant quelques instants, généralement 10 à 20 minutes, jusqu'à ce qu'ils reviennent pour continuer à explorer la clôture.
- Les activités, parfois tard le soir (période d'Halloween), représentaient des bruits supplémentaires qui auraient pu influencer le comportement des loups blancs pendant l'expérience 2.
- La position de notre poste d'observation, très proche des clôtures et des enclos, surtout chez les blancs, et située loin des observatoires des visiteurs réguliers, donc d'autant plus inhabituelle pour les loups, a passablement attiré leur attention sur notre présence.
- La mesure exacte du courant sur les clôtures paraît peu fiable.
- Trois personnes différentes ont analysé les vidéos, engendrant une certaine hétérogénéité s'agissant de juger et classer les comportements selon le catalogue comportemental.
- Pour chaque expérimentation, le montage et le démontage des caméras a augmenté le temps de dérangement dans l'enclos au début et à la fin et a entravé le positionnement de toutes les caméras et de tous les pièges photo (exactement de la même manière et avec le même angle pour chaque expérience).
- La grande pause de huit semaines entre la dernière expérience chez les loups gris et l'expérience précédente constitue une irrégularité dans le déroulement des expériences. De plus, pendant cette période, des travaux ont été effectués, entraînant des dérangements pour la meute et la femelle Alix est décédée.
- Les données pour les analyses de nuit ne sont pas comparables avec celles du jour pour les raisons suivantes : La récolte des données durant la nuit s'est faite au moyen de caméras thermiques sur toute la longueur de la «clôture test». Par contre, durant le jour la récolte des données s'est faite au moyen de pièges vidéo (deux chez les gris et un chez les blancs) qui filment des séquences assez courtes (20 ou 40 secondes) et seulement sur une partie de la «clôture test» (environ la moitié de la clôture chez les gris et un quart chez les blancs), car le détecteur de mouvement est limité à 10 - 12 m. Par conséquent la quantité des données récoltées durant le jour était inférieure à celles récoltées durant la nuit, les résultats du jour représentent donc plutôt une tendance qu'une évaluation complète.

6 Conclusions et perspectives

6.1 Valorisation des résultats

Les nouvelles connaissances récoltées lors de ce projet pilote représentent un premier pas important dans la compréhension du comportement des loups face aux clôtures. Cependant, les résultats présentés dans ce rapport ne peuvent pas être généralisés, car seules deux meutes ont été étudiées. En outre l'analyse individuelle s'est avérée difficile à réaliser. Il serait donc nécessaire de continuer les expériences sur d'autres meutes, afin de confirmer – notamment – la variabilité entre les comportements individuels et de meute (toutes les meutes et tous les loups ne réagiraient pas de la même façon, ce qui peut s'avérer significatif quant à la gestion de l'espèce !) et d'élargir la base de connaissances. De plus, nous devons tenir compte du fait qu'à ce stade, les résultats ne peuvent être transposés sur les loups sauvages.

Nous avons également démontré que certains loups sont capables d'exploiter une faille dans la clôture et que, lorsqu'un individu se trouve à l'intérieur de l'enclos, l'intérêt de la meute pour cet individu (et pour la clôture) augmente.

6.2 Méthodologie

Le choix des outils d'observation, l'élaboration du protocole d'analyse et l'analyse statistique ont montré que la démarche peut être améliorée par rapport aux coûts, à la somme de travail et à la qualité des données – surtout concernant les données du jour et la comparabilité des données dans l'ensemble. L'un des objectifs est donc d'affiner la méthodologie pour un projet de suite qui permettrait d'approfondir les connaissances acquises. Pour réaliser la suite de ce projet, il est important de trouver de nouveaux porteurs et un financement.

Les questions suivantes se posent donc :

- Comment mieux standardiser les essais et la méthodologie ?
- Est-il judicieux de poursuivre avec des loups captifs ?
- Comment évoluerait le comportement des loups après six à huit jours sans être nourris ?
- Des expérimentations similaires sur le comportement des loups sauvages seraient-elles envisageables ? Avec quelles difficultés ?
- Comment résoudre le problème de l'identification des loups ?
- Comment limiter les frais et le travail liés aux essais dans le terrain ?
- Quels méthodologies et programmes d'analyse sont adéquats pour obtenir des résultats précis et permettant en même temps un traitement efficace des données ?
- Quelles sont les possibilités/les chances et quelles sont les difficultés si on élargit le cadre du projet et que l'on travaille avec davantage de partenaires étrangers ?

6.3 Pistes de recherche

Certaines questions qui n'ont pu être étudiées en détail durant ce projet pilote sont néanmoins essentielles dans la compréhension du comportement des loups, telles que :

- Quel est le rôle joué par l'apprentissage social chez les loups ? Les loups sont-ils capables d'apprendre à passer une clôture en observant un de leurs congénères ? Le passage d'un individu augmente-t-il l'intérêt de certains individus pour la clôture, ce qui pourrait les amener à la franchir ? Après une certaine période d'essai, tous les membres de la meute franchiraient-ils la clôture ou certains individus ne la traverseraient-ils jamais ?
- Une fois que tous les loups auront réussi à passer sous le fil de 35 cm, essaieront-ils de se faufiler sous le fil de 25 cm lors des essais suivants ?
- Comment les loups agissent-ils face aux «failles» telles que des trous, des objets en hauteur juste à côté de la clôture (des rochers, troncs d'arbre) ou une partie de clôture électrifiée juste à côté d'une partie non électrifiée ?

7 Remerciements

Nous exprimons nos sincères remerciements à tous les partenaires et porteurs du projet, qui nous ont soutenus de différentes manières, et particulièrement à :

- Antoine Rezer, qui a participé aux prises de vues.
- Tous les soigneurs du Parc animalier de Sainte-Croix pour leur grand engagement pendant les installations des expérimentations dans les enclos des loups.
- Christian Müller et Christina Steiner de CHWolf ainsi que les stagiaires du FVA, Lukas Ende et Theresa Hegemann, qui nous ont soutenus avec un grand engagement personnel en tant qu'observateurs pendant plusieurs expériences.
- KORA, qui nous a prêté des pièges photos.

8 Partenaires et porteurs du projet

- **AGRIDEA**, Eschikon 28, CH-8315 Lindau.
Daniel Mettler, chef de groupe (développement rural), Coordination nationale de la protection des troupeaux, contact : daniel.mettler@gridea.ch
Riccarda Lüthi, Daniela Hilfiker, collaboratrices scientifiques, Coordination nationale de la protection des troupeaux, Formation des berger-ère-s, contact : riccarda.luethi@agridea.ch.
Site Internet : <http://www.protectiondestroupeaux.ch>.
- **Parc animalier de Sainte-Croix**, FR-57810 Rhodes.
Christophe Parrenin, directeur du «Parc animalier de Sainte-Croix».
Jan Vermeer, directeur animalier du «Parc animalier de Sainte-Croix».
Michael Herdtfelder, «Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg». Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg FVA, Wonnhaldestr 4, Freiburg, DE.
- **Jean-Marc Landry, IPRA**, Institut pour la promotion et la recherche sur les animaux de protection des troupeaux, Plaine Fin 8, CH-2606 Corgémont (siège de la société) – contact : canis.ovis@gmail.com.
site Internet : <http://www.ipra-landry.com/>.

Porteurs du projet (organisations donatrices, institutions publiques) :

- ONG's Suisses : CH-Wolf, GruppeWolfSchweiz, WWF; Canton de Vaud.

