

Projet d'étude des comportements spatiaux des chiens de protection à l'aide de colliers GPS en fonction de la position du troupeau



Déplacements nocturnes d'un chien de protection sur l'alpage de Panossière (VS)

Préparé pour: Felix Hahn, Agridea

Préparé par: Jean-Marc Landry IPRA

RÉSUMÉ

Avec le retour du loup dans les Alpes, le chien de protection est devenu en quelques années un outil de protection des troupeaux largement employé. Aujourd'hui, il est généralement admis que ce type de chien doit présenter quatre comportements fondamentaux : rester au troupeau, ne pas perturber les bêtes, les protéger et tolérer l'homme, surtout dans les zones touristiques. Si de nombreuses études ont été effectuées pour améliorer leur introduction et conseiller les éleveurs, aucune ne s'est intéressée à ses comportements spatiaux, ni au concept d'attachement au troupeau ou à ses dépenses énergétiques quotidiennes.

La présence du chien au troupeau étant un paramètre primordiale pour l'efficacité du chien, une meilleure compréhension de son fonctionnement permettrait dans un premier temps de donner une définition écologique des chiens de protection et dans un second temps, d'adapter leur sélection et la méthodologie d'introduction pour qu'ils soient en adéquation avec un milieu fortement touristique comme les Alpes.



Ce projet de recherche vise à combler ces lacunes en étudiant les comportements spatiaux des chiens de protection en estive grâce à un collier GPS. Le présent document présente succinctement le fonctionnement du GPS, ainsi que les différents colliers GPS destinés à la faune sauvage et domestique qui pourraient être utilisés pour ce genre d'étude. Afin de connaître la position relative du chien par rapport au troupeau, certaines brebis devront aussi être équipées de colliers GPS. Les caractéristiques individuelles des chiens seront prises en compte afin de tester la variabilité inter individuelle qui pourrait avoir pour origine des différences d'éducation ou des facteurs génétiques.

Introduction

Le retour du loup dans les Alpes suscite de nombreuses polémiques dont l'utilisation du chien de protection pour la protection des troupeaux. Cette méthode de protection reste pourtant le meilleur outil de protection des troupeaux (Gehring et coll. 2010), notamment parce que le chien est le seul moyen de prévention capable de s'adapter en permanence aux différentes stratégies d'attaques du loup, à ses déplacements autour du troupeau et qui fonctionne à « arme » égale (même capacité de flair, de vision nocturne, de déplacements, etc.). Les autres systèmes d'effarouchement sont statiques et le loup peut s'y habituer assez rapidement (Shivik 2006). L'emploi des chiens pour protéger les troupeaux remonte probablement à plus de 5000 ans. Avec l'extermination des grands prédateurs dans de nombreuses régions d'Europe occidentale, le chien de protection s'est également raréfié, voir a disparu. Au début des années 1970, à la suite de l'interdiction du poison aux États unis pour « limiter » la prédation du coyote sur les ovins, plusieurs scientifiques américains se sont intéressés à l'utilisation du chien de protection (par ex. Green et coll. 1984, Coppinger et coll. 1988). De nombreuses études ont été effectuées pour comprendre le fonctionnement de ce type de chien, améliorer la méthode d'intégration dans les troupeaux et donner des conseils aux éleveurs. Les premières introductions de chien dans les Alpes ont été fortement inspirées par ces études. En quelques années, le chien de protection est devenu l'un des outils de protection des troupeaux le plus utilisés dans les Alpes suisses et françaises. Leur nombre est estimé à environ 1200 individus pour approximativement 200 loups.

Aujourd'hui, il est généralement admis que le chien doit présenter quatre comportements de base : rester au troupeau, ne pas perturber les bêtes, les protéger et accepter l'homme dans son entourage, en tout cas dans les zones touristiques. La présence des chiens au troupeau est la clé du succès de ce type d'outil de prévention (Coppinger et Coppinger 2001) et en leur absence, le troupeau devient vulnérable à la prédation. En outre, un chien qui chasse ou qui rôde loin de son troupeau n'est souvent pas toléré dans une société comme la nôtre. Toutefois, il n'existe aucune étude de l'occupation spatiale des chiens par rapport au troupeau et de leur variabilité intra individuelle et inter individuelle (certains se tiennent plutôt dans les brebis, tandis que d'autres plutôt en périphérie du troupeau). À partir de quelle distance du troupeau peut-on admettre que le chien n'est plus au travail et que le troupeau devient vulnérable à la

prédation ? Il n'existe également aucune recherche sur le budget temps des chiens (présence/absence, en activité/au repos) et sur les dépenses énergétiques des chiens (nombre de kilomètres parcourus en 24 heures et dénivelé). Le concept d'attachement au troupeau a été également étudié très peu pendant l'activité nocturne des chiens de protection.

Une meilleure compréhension du fonctionnement de ce type de chien en fonction de son troupeau permettrait dans un premier temps de donner une définition écologique du chien de protection et dans un second temps d'adapter leur sélection et la méthodologie d'introduction pour qu'ils soient en adéquation avec un milieu fortement touristique.

L'objectif de ce projet de recherche est : a) comprendre comment le chien utilise son espace en fonction du troupeau qu'il doit protéger ; b) étudier son budget temps et son bilan énergétique ; c) étudier quelle est l'influence de différents facteurs comme de la méthodologie d'introduction, son éducation et sa génétique sur la manière dont le chien utilise son espace ; d) donner une définition écologique du chien de protection en regard du concept d'attachement au troupeau.

Le concept de ce projet se base sur la mesure de la position des chiens et du troupeau grâce à des colliers GPS¹ et le but de ce rapport est d'également présenter les GPS susceptibles d'être utilisés pour ce genre d'étude.

Matériel et Méthode

Principe de fonctionnement du GPS²

Le système GPS comprend 31 satellites orbitant à 20'000 à 20'500 km d'altitude. Ces satellites émettent régulièrement plusieurs signaux codés à destination civile ou militaire. Ces signaux sont des ondes électromagnétiques circulant à la vitesse de la lumière. On peut ainsi calculer le temps qu'a mis l'onde pour atteindre le récepteur GPS et la distance qui sépare les deux (en multipliant la vitesse de la lumière par le temps de trajet de l'onde). Une correction est apportée (grâce aux autres satellites) pour compenser l'erreur de synchronisation entre les

¹ Global Positioning System (système de positionnement mondial). Développé par l'armée de l'air et marine américaine

² Informations collectées principalement sur Wikipedia

horloges internes du satellite émetteur (horloge atomique) et du récepteur GPS³. Le calculateur GPS doit résoudre une équation à quatre inconnues dont trois correspondent à la localisation du récepteur (altitude, longitude et latitude) et le décalage entre son horloge interne et celle du satellite. Pour résoudre ce type de calcul, il faut au minimum trois satellites pour obtenir la position (ce qui correspond à une triangulation) et un quatrième satellite pour connaître l'altitude. Plus le récepteur capte de satellites, meilleure est la précision⁴ de la position qui fluctue entre 5 à 15 mètres. Les signaux émis par les satellites étant assez faibles, plusieurs facteurs peuvent perturber la réception du signal et perturber la précision de la localisation du récepteur comme la traversée des couches de l'atmosphère ou la présence de feuilles sur les arbres qui peuvent absorber le signal. Des orages ou une forte humidité peuvent également perturber ou interrompre le signal. Le relief montagneux (vallée) peut masquer un ou plusieurs satellites (effet canyon), ce qui diminue la précision du positionnement ou pire perdre le signal empêchant toute localisation. L'alignement temporaire des satellites (incertitude géométrique temporaire) empêche également une localisation précise. La qualité du récepteur va donc avoir un rôle important dans sa capacité à capter le signal. Le point faible des récepteurs GPS est leur autonomie. Cette dernière dépend entre autres de la qualité de la batterie, ainsi que du nombre de pointages effectué par 24 heures et du temps de recherche de ces signaux. Les GPS utilisés sur les animaux (sauvages et domestiques) sont équipés d'un dispositif de transmission des données qui peut fonctionner en temps réel (par ex. liaison de téléphonie mobile data) ou en différé (les données sont téléchargées à posteriori par un système physique ou par radio à courte portée).

Il faut également veiller à ce que les informations collectées par le récepteur puissent être utilisées aisément sur des cartes géographiques. En effet, le récepteur se réfère au système géodésique WGS 84⁵ qui n'est généralement pas le système de référence des cartes terrestres nationales. La légende de chaque carte signale toujours le système géodésique de référence utilisé et la majorité des récepteurs GPS modernes peuvent être programmés pour exprimer la position calculée dans un système géodésique différent du WGS 84, et éventuellement dans la

³ Une erreur d'un millionième de seconde provoque une erreur de 300 mètres sur la position!

⁴ Cette précision dépend également de la position des satellites entre eux.

⁵ World Geodetic System 1984 (système géodésique mondial)

projection cartographique souhaitée (par exemple UTM⁶ ou Lambert⁷), plutôt qu'en coordonnées géographiques (latitude, longitude et niveau de la mer). Les récepteurs GPS les plus perfectionnés sont capables de travailler dans différents systèmes de projection, ce que peut faciliter l'insertion des données sur une carte topographique.

Colliers GPS destinés à la faune sauvage

Les colliers GPS conçus pour les animaux sauvages sont utilisés couramment par les scientifiques depuis les années 90. Il existe plusieurs marques fabriquant ces colliers dont Televit⁸ (Suède), Lotek (Canada), ATS (Advanced Telemetry System, Minnesota) et Telemetry Solutions (Californie) pour les plus connues, mais aussi d'autres telles que Biotrack (partenaire de Lotek en Europe) ou Vectronic Aerospace (Allemagne). L'avantage de ce type de collier est qu'il permet un stockage des données directement sur le collier. Les données peuvent être ensuite transférées sur un ordinateur par différents canaux. Le système GPS-radio permet l'envoi des données par radio, les données stockées peuvent être ainsi récupérées à distance proche via un appareil portable, ou lors de la récupération du collier. Le système GPS-GSM permet l'envoi des données sous forme de SMS par réseau téléphonique portable nécessitant donc une couverture réseau efficace. Le système GPS-Argos permet l'envoi des données par satellite permettant l'obtention de positions d'une grande précision, mais dépendant des passages satellitaires (réception informatique en directe par Telnet).

L'achat de ce type de collier se fait directement chez le fabricant et la gestion des batteries peut s'avérer complexe, car pour la majorité des colliers, il faut les renvoyer chez le fabricant pour changer la batterie. Leur durée de vie est également limitée dans le temps et dépend du nombre de localisations par année. Par exemple, le collier GPS d'ATS (modèle G2110B) dure 170 heures avec une localisation toutes les heures. Plus la batterie est performante (donc permet plus de localisations), plus elle est lourde. Par exemple, chez Vectronic Aerospace, une batterie de 480 g permet de collecter en moyenne 10'600 données, tandis qu'une batterie de 650 g permet d'en collecter 23'200.

⁶ Universal transverse Mercator (type de projection plane conforme à la surface de la terre)

⁷ Autre type de projection (mais conique)

⁸ Tellus

Le prix de ce type de collier est assez élevé souvent de plusieurs milliers d'euros (au minimum 840 \$ pour ATS, plus de 2000 \$ pour Loteck et 3465 € pour Tellus).

Colliers GPS destinés aux animaux domestiques

Les colliers réservés aux animaux domestiques concernent surtout les chiens et couvrent le milieu de la chasse et le grand public. Ces colliers servent surtout à retrouver le chien en action de chasse ou perdu (GPS dog tracking). Ces colliers ne sont pas faits pour stocker des informations (comme les colliers destinés à la faune sauvage), mais pour les transmettre directement à un récepteur GPS portable (Handeld GPS unit) muni d'un petit écran ou sur un téléphone portable. Le chasseur peut ainsi suivre en direct la progression de son chien en action de chasse ou le retrouver (par ex. quand il pointe un gibier). La transmission des données depuis le collier GPS et le récepteur se fait généralement à travers le réseau de téléphonie mobile 3G (Followit) ou plus rarement par onde radio (DC 40 de Garmin) (jusqu'à 11km dans de bonnes conditions). Certains colliers sont même munis d'un détecteur d'aboiements pour savoir si le chien a trouvé du gibier ou de positionnement (en chasse, chien assis, debout). Certains récepteurs comme le Combo Astro 220 de Garmin permet de suivre 10 chiens à la fois. Les prix des colliers varient de 130 euros à plus de 200 euros, auquel il faut ajouter 500 à 600 euros pour le récepteur. Le DC 40 de Garmin (Combo Astro 220) avec son récepteur revient à environ de 800 à 900 euros. L'avantage de ce type de collier est la gestion des batteries que l'on peut recharger (donc pas nécessaire de renvoyer le collier au fabricant). L'acquisition de ce type de collier se fait aisément dans des magasins spécialisés (de chasse notamment) et sur internet. Les colliers avec récepteur destiné au grand public (par ex. RoamEO ou Zoomback) sont moins performants que ceux destinés à la chasse (par ex. autonomie moindre), mais sont également moins chers. Les informations sont transmises soit à un récepteur (RoamEO), soit sur le téléphone mobile ou l'ordinateur⁹ (Zoomback).

Le principal facteur limitatif de ces types de colliers est le stockage des données. Aucun n'accumule les données directement sur le collier pouvant être téléchargé ultérieurement grâce à un port USB ou une carte mémoire comme pour les colliers destinés à la faune sauvage. Certains modèles peuvent stocker les données sur la carte mémoire d'un téléphone

⁹ Toujours grâce au réseau de téléphonie mobile

portable (comme le GPS Tracker G400 , Zoomback), sur le récepteur (Combo Astro 220) ou sur un ordinateur (Zoomback¹⁰). Comme ce type de collier est dédié au grand public, le récepteur a été conçu pour retrouver un animal plutôt que pour stocker des points et exige la présence permanente d'une personne pour lire les données. Si ces données pouvaient être stockées au niveau du collier, il serait possible de les récupérer en y accédant directement¹¹ pour un prix plus abordable que les colliers destinés à la faune sauvage. Le WBT-202 de Wintec semble pallier ce problème en stockant les données sur le petit boîtier GPS (pouvant être relié à un téléphone mobile par «Bluetooth») et permet d'emmagasiner jusqu'à 260'000 points (enregistre une donnée toutes les 15 s.). Malheureusement, la batterie ne dure que 15 heures (hors connexion «Bluetooth»), ce qui limite la possibilité d'étude des activités diurne et nocturne (24 heures) des chiens.

Tous les colliers mentionnés ci-dessus subissent les mêmes contraintes que ceux utilisés sur animaux sauvages, mais il n'y a pas d'informations concrètes disponibles (études, articles scientifiques) sur leur efficacité. Les seules informations disponibles sont celles des sites vendeurs. Il est stipulé que de tels colliers peuvent avoir une durée de vie de 17 à 36 heures selon les modèles avec des émissions variables beaucoup plus rapprochées que celles des colliers de marques classiques (Lotek, ATS, etc.) (toutes les 30 sec., 10 sec. ou voire même toutes les 5 sec.) et dans n'importe quelles conditions environnementales. Certains de ces colliers pourraient recevoir jusqu'à 1000 points en 24h (DC 40 de Garmin), voir plus pour le modèle de Wintec (dans les conditions optimales, c'est-à-dire si toutes les tentatives d'émissions réussissent).

Performance des colliers

La performance d'un collier GPS est avant tout corrélée au nombre de tentatives d'émissions réussies donc de positions transmises (GPS fix success rates) associées aux intervalles de programmation de tentatives d'envoi des positions (GPS fix interval) (Cain et coll. 2005). Les intervalles d'envoi des positions affectent le taux de succès de réception des positions (Cain et coll. 2005). Plus les intervalles de tentatives d'émission sont courts plus le taux de réussite

¹⁰ En utilisant le réseau de téléphonie mobile

¹¹ A voir si un tel collier existe

d'émissions et donc de positions transmises est élevé. D'après une étude menée par Di Orio et coll. (2003), la performance des colliers s'élevait à 99% pour les Lotek et à 93% pour les colliers ATS, l'erreur de positionnement était d'environ 14 m pour les Lotek et 16 m pour ATS. La majorité des erreurs de positionnement des deux marques de colliers était inférieure à 25 m. Le taux d'émissions de positions réussies était quasiment similaire pour les deux colliers ($P=0.014$ pour ATS) et ($P<0.001$ pour Lotek). La proportion moyenne de positions en trois dimensions (3D fixes) (trois satellites requis pour calculer les coordonnées GPS précises) était plus élevée pour les colliers ATS (90%) que pour les Lotek (64%). Cette proportion différait selon le type d'habitat et la densité de végétation pour les deux colliers (Di Orio et coll. 2003). Mais une autre étude a montré que les colliers ATS ont obtenu le plus fort taux de succès d'émissions de positions (97.4%) et ce en différents types de milieux, suivis par les LOTEK 12 channel (94.5%), puis par les LOTEK 8 channel (85.6%), et enfin par les Televilt (82.3%) (Hebblewhite et coll. 2007). Si le collier Televilt (GPS Simplex) est satisfaisant quant à ses performances, Gau et coll. (2004) soulignent qu'ils ont dépensé beaucoup d'argent et perdu de temps pour résoudre des problèmes de fonctionnement. Les colliers GPS-2200R ou GPS 2200L conçus par LOTEK pour le suivi des moutons dans l'Idaho ont montré 94% d'efficacité (sur 2,288 positions satellites tentées, 94% ont été transmises et enregistrées) (Moulton et Phalen en 2001).

Il n'y pas malheureusement aucune information sur la performance des colliers destinés aux chasseurs et au grand public, les informations disponibles étant celles fournies par la marque en question. La fonction GPS semble être la plus performante chez Garmin pour tout ce qui concerne les GPS de voiture, de randonnée et les GPS de poignet utilisés par les sportifs. Les utilisateurs qui s'expriment sur les forums (Internet) semblent très satisfaits du DC 40 de Garmin (avec son récepteur le Combo Astro 220).

Choix du collier pour une étude GPS des chiens

Le choix d'un collier devra se faire selon les paramètres suivant : 1) nombre de localisations prévues sur 24 heures ; 2) fiabilité ; 3) autonomie de la batterie ; 4) facilité d'utilisation ; 5) service après-vente.

Compte tenu des informations sur les colliers GPS présentés ci-dessus et les contraintes de terrain, il semblerait que les colliers les plus fiables (basées sur des études scientifiques) se-

raient ceux des marques ATS ou Lotek. Avec des colliers ATS il serait possible d'obtenir un peu moins d'une centaine pour 24h, c'est-à-dire une localisation toutes les 15 minutes dans le meilleur des cas malgré des conditions topographiques éventuellement peu favorables (milieux alpins potentiellement accidenté ou encaissé). La durée de vie du collier prévue par les constructeurs est d'environ un an, selon l'utilisation. Il coûte minimum 840 \$ l'unité.

Le collier Lotek est largement utilisé pour équiper les animaux sauvages de toutes tailles, mais aussi du bétail (Idaho, USA) et dans divers milieux. En effet, il a été mis au point des colliers Lotek plus légers avec batterie adaptée pour le suivi des moutons dans l'Idaho. Ces colliers (GPS-2200R ou GPS-2200L(R)) ont une durée de vie de un à deux ans selon le type de programmation et peuvent donner une cinquantaine de points en 24 heures avec une localisation toutes les 30 minutes dans les conditions optimales (c'est-à-dire si toutes les tentatives d'émissions réussissent). Ils coûtent néanmoins plus de 2000 \$. Le premier facteur limitant des colliers destinés à la faune sauvage est le nombre restreint de points sur 24 heures, car tributaire de la longévité de la batterie. Si l'on veut étudier une centaine de chiens, cela signifie qu'il faudra limiter le nombre de localisations par 24 heures et par chien. Il serait possible d'obtenir une batterie plus conséquente pour augmenter les nombres de localisations. Cependant, il ne faut pas que le collier soit trop lourd pour le chien. Nous avons fait des essais avec un collier de Vectronic Aerospace qui pesait 750 g. Il allait bien sur un chien de 75 kg, mais nous paraissait un peu lourd pour un chien de 45 kg. Sinon, il est toujours possible d'acquérir plusieurs colliers, mais leur prix est le second facteur limitant. En revanche, leur avantage est de stocker les données directement sur le collier et peut fonctionner dans des zones sans réseau de téléphonie mobile (contrairement à certains colliers meilleurs, marchés). Les colliers GPS destinés aux chiens de chasse pourraient être une alternative intéressante à condition de trouver un système (ou une marque) pouvant stocker les données directement sur le collier. Le collier GPS DC 40 de Garmin pourrait convenir, car il communique avec son récepteur par onde radio et n'a donc pas besoin d'une couverture d'un réseau de téléphone mobile. Toutefois, il faudrait pouvoir fixer le récepteur directement sur le chien pour éviter qu'une personne doive le contrôler pendant le temps de l'observation (24 heures) ou peut-être qu'il serait possible de le confier au berger. Il serait également possible de collaborer avec une école d'ingénieur pour apporter les modifications nécessaires. Il s'agit également du seul collier sur le marché qui présente une longévité de plus de 24 heures avec une localisation possible toutes les 10 secondes pour une durée de la batterie de 27 heures et même de 36 heures

pour une localisation toutes les 30 secondes. Cela permet des perspectives d'études plus intéressantes qu'une localisation toutes les 15 minutes, surtout que les poursuites de loups durent en moyenne entre 5 et 40 secondes, voire deux minutes (Landry, rapport non publié). Cela signifie que tous ces types de données seraient exclus si le temps entre deux localisations du chien est trop élevé. Le facteur limitant ici risque d'être la durée de la batterie du récepteur (Combo Astro 220) (environ 25 heures). Autre avantage de ce type de collier est le poids relativement faible puisque le collier pèse 227 grammes auquel il faut ajouter 181 grammes pour le récepteur si on le fixe sur le chien, soit un poids total de 408 g. Le WTB-200 de Wintec serait également un outil intéressant dû à son faible poids (55 g), son faible encombrement (peut se placer sur un collier grâce à une petite poche) et sa capacité de stocker plus de 260'000 données¹² avec une précision d'environ 10 m (selon le constructeur). Cependant, la durée de sa batterie de 15 h limite son utilisation pour une étude basée sur l'activité d'un chien sur 24 heures. En revanche, il pourrait être intéressant pour une étude s'intéressant à l'activité nocturne (ou diurne) des chiens.

Il serait donc intéressant de faire quelques essais au préalable du collier DC 40 pour s'assurer de la fiabilité de ce type de collier en condition d'estive et sur la possibilité de stocker les données. En dernier recours, il serait possible de collaborer avec Garmin ou une école d'ingénieur pour apporter des modifications au système pour permettre la collecte de données sans une présence humaine permanente.

¹² Une donnée comprend la latitude, la longitude, l'altitude, l'heure, la vitesse de déplacement et le changement de direction.

Méthodologie

Questions

L'étude sur les comportements spatiaux des chiens de protection devrait répondre aux questions suivantes :

1. Quelle est la distribution de la fréquence d'utilisation de l'espace en fonction de la distance du troupeau de jour et de nuit (bilan des activités du chien) ?
2. Quels sont les comportements «spatiaux» des chiens en dehors du troupeau et quel est le temps consacré à ces activités? (si le chien s'absente 10 % du temps, que fait-il pendant ces 10 %) ?
3. Quelle énergie le chien dépense-t-il pendant ses activités?
4. Quelles sont les influences des traits individuels (par ex. castré) des chiens et des pratiques pastorales (pacage, présence du berger), de l'environnement et de la fréquence des attaques de loups sur l'utilisation de l'espace des chiens ?
5. Quel est le temps passé du chien en fonction de la distance du troupeau ?
6. Est-ce la fréquence d'utilisation de l'espace par le chien dépend de la présence du troupeau ?
7. Est-ce que la variabilité individuelle de l'attachement au troupeau est-elle liée à la méthode d'introduction, à l'éducation ou à sa génétique?
8. Est-ce qu'il existe des sites d'alimentation ? (Comportement prédateur du chien).

Étude préliminaire

Il faudra effectuer des essais sur le terrain pour déterminer le nombre de données par 24 heures nécessaires pour obtenir le maximum d'information avec le minimum de positions transmises. Dans le même ordre d'idée, il faudra définir la répartition du nombre de pointages entre le jour et la nuit. L'idée serait équiper plusieurs chiens pendant un laps de temps d'au moins une semaine pour déterminer quel est le nombre minimum de temps pour récolter le maximum de données (idéalement 24h). Le nombre de jours nécessaire pour

récolter les données pour chaque chien sera calculé en fonction de la variabilité quotidienne des chiens équipés pendant l'étude préliminaire (mais le temps de capture risque d'être limité par l'autonomie du collier). Cette variabilité intra individuelle permettra de déterminer le nombre total de chiens à équiper. Il faut que la variabilité inter individuelle soit plus élevée que la variabilité intra individuelle.

Comme l'étude des déplacements des chiens se fera en fonction du troupeau, il sera nécessaire d'également équiper plusieurs brebis d'un collier GPS pour définir l'entité du troupeau (surtout pour les grands troupeaux) et ses déplacements. L'idée est d'obtenir un nuage de points qui se déplace et qui représente l'entité du troupeau.

Il serait également judicieux de faire des mesures physiologiques (par ex. glucocorticoïde, catécholamine, etc.) pour voir s'il existe une corrélation avec l'activité spatiale et l'intensité du comportement de prédation.

Étude

Le choix des sites (estives) pour équiper les chiens se fera selon la fréquence des attaques de loups sur des troupeaux ovins en Suisse et en France (ou présence/absence). Statistiquement, il serait intéressant d'étudier une centaine de chiens et d'éviter d'équiper trop de chiens sur un même site (max. 1 à 2 chiens) pour obtenir une multiplication des sites¹³. Idéalement, il faudrait étudier chaque chien sur au moins 24 h, ce qui exigerait au minimum 200 jours de terrain pour la pose et le retrait des colliers. Si les résultats préliminaires exigent de laisser les colliers plus longtemps sur chaque chien, nous devons diminuer le nombre de chiens dû à des contraintes d'organisation (sinon l'étude durerait trop longtemps). Il est possible de faire appel à des volontaires pour la partie terrain, afin d'être en mesure de collecter un maximum de données en un minimum de temps.

Les résultats obtenus pour chaque chien sera corrélé à différentes variables comme le type de gardiennage (berger présent/absent), l'activité du berger, le nombre de chiens présents sur le site leur sexe et leur âge et la fréquence des attaques.

¹³ Etudier 100 chiens sur 20 sites (5 chiens par site) ne donnera probablement pas le même résultat que 50 sites (2 chiens par sites), car on devra tenir compte de différents paramètres du site, ainsi que de la fréquence des attaques.

Traitements des données

Les données seront enregistrées sous un fichier Excel (ou sur un logiciel de base de données) et traitées grâce à au logiciel GPS Track Viewer (ou équivalent) qui permet de visualiser les déplacements des chiens sur Google Map. Certains appareils comme le Wintec ont déjà un traitement de données intégré dans le GPS et se connectent directement sur Google Map.

Les tests statistiques seront effectués avec le logiciel « Statistica » (ou équivalent). Des tests non paramétriques seront utilisés pour les variables de catégorie (par ex. oui ou non, mâle ou femelle) et des variables discrètes (par ex., marche, trotte, court), ainsi que des tests paramétriques pour des variables continues (par ex., distance). En ce qui concerne les tests paramétriques, la normalité des données et l'homogénéité des variances seront également testées.

Résultats attendus

Ce projet vise à comprendre comment le chien oriente ses déplacements en fonction du troupeau et en fonction de différents paramètres et quelles sont ses dépenses énergétiques.

Les résultats de ce projet devraient nous apporter une définition écologique du chien de protection, c'est-à-dire comprendre comment il exploite son environnement en fonction du troupeau. Cela devrait nous permettre de définir quelles sont les différentes limites de protection autour du troupeau et quelles sont les distances normales d'éloignement pour un chien au travail comparé à celles d'un chien qui erre. Si l'on peut démontrer qu'il existe une corrélation entre la méthode d'introduction du chien et son éducation et différents paramètres liés à la protection du troupeau (temps passé à proximité du troupeau, distance maximale d'éloignement, etc.), il devrait alors être possible d'augmenter l'efficacité des chiens en améliorant la méthode d'introduction ou d'éducation. En outre, si l'on peut trouver un facteur génétique dans le comportement de chasse (aux marmottes) ou de fugue, cela nous permettra d'améliorer la sélection des chiens de protection. L'étude physiologique permettra de voir si les chiens sont stressés par la présence des loups et si leurs déplacements augmentent avec le stress.

Planification succincte

Date	Tâche
Été 2011	Pré-tests sur quelques chiens Essais de mesures physiologiques sur plusieurs chiens (cortisols)
Automne 2011	Analyse des premières données, affinement de la méthodologie
Été 2012	Études GPS sur les chiens en estive
Automne - hiver 2012	Analyses des données et premiers résultats
Été 2013	Études GPS sur les chiens en estive
Automne - hiver 2013	Analyse des données
Printemps 2013	Rapport final

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement Camille Fraissard (université de Linköping, Suède) et Amélie Vaniscotte (université de Besançon) pour leur aide à la réalisation de ce document.

Bibliographie

Cain, J. W., Krausman, P. R., Jansen, B. D., & Morgart, J. R. 2005. Influence of Topography and GPS Fix Interval on GPS Collar Performance. - *Wildlife Society Bulletin*, 33(3) : 926-934.

Coppinger, R., & L. Coppinger. 2001. *Dogs: A Startling New Understanding of Canine Origin, Behavior and Evolution*. Scribner.

Coppinger R., L. Coppinger, G. Langeloh, L. Gettler & J. Lorenz. 1988. A decade of use of livestock guarding dogs. Pages 209–214 in Crabb AC, Marsh RE, eds. *Proceedings of the Thirteenth Vertebrate Pest Conference*. University of Nebraska.

D'eon, R.G., Serrouya, R., Smith, G. & Kochanny, C.O. 2002. GPS radiotelemetry error and bias in mountainous terrain. - *Wildlife Society Bulletin* 30 : 430-439.

Di Orio, A. P., Callas, R. & Schaefer, R. J. 2003. Performance of Two GPS Telemetry Collars under Different Habitat Conditions. - *Wildlife Society Bulletin*, 31(2) : 372-379.

Frair, J.L., Nielsen, S.E., Merrill, E.H., Lele, S.R., Boyce, M.S., Munro, R.H.M., Stenhouse, G.B. & Beyer, H.L. 2004. Removing GPS collar bias in habitat selection studies. - *Journal of Applied Ecology* 41: 201-212.

Gau, R.J., Mulders, R., Ciarniello, L.M., Heard, D.C., Chetkiewicz, C.-L., Boyce, B.M., Munro, R., Stenhouse, G., Chruszcz, B., Gibeau, M.L., Milakovic, B. & Parker, K.L. 2004. Uncontrolled field performance of Televilt GPS-Simplex™ collars on grizzly bears in western and northern Canada. *Wildlife Society Bulletin* 2004, 32 (3) : 693–701

Gehring, T. M., C. K. C. VerCauteren & Landry, J.M. 2009. Livestock Protection Dogs in the 21st Century: Is an Ancient Tool Relevant to Modern Conservation Challenges? *BioScience* 60 (4) : 299-308.

Green, J.S., R. A. Woodruff & T.T. Tueller. 1984. Livestock-guarding dogs for predator control: Costs, benefits, and practicality. *Wildlife Society Bulletin* 12 : 44–50.

Hebblewhite, M., Percy, M. & Merrill, E. H. 2007. Are All Global Positioning System Collars Created Equal? Correcting Habitat-Induced Bias Using Three Brands in the Central Canadian Rockies. - *The Journal of Wildlife Management* 71(6) : 2026-2033.

Johnson, B. K., Ager, A. A., Findholt, S. L., Wisdom, M. J., Marx, D. B., Kern, J. W. & Bryant, L. D. 1998. Mitigating spatial differences in observation rate of automated telemetry systems. - *Journal of Wildlife Management* 62 : 958-967.

Moulton, M. & Phalen, S. 2001. Tracking Movements of Domestic Sheep with the Global Positioning System – an Application for Public Land Managers. <http://www.fs.fed.us/t-d/programs/im/fy00/livestock/features.html>

North, M. P., & Reynolds, J. H. 1996. Microhabitat analysis using radiotelemetry locations and polytomous logistic regression. - *Journal of Wildlife Management* 60 : 639-653.

Rempel, R. S., Rodgers, A. R. & Abraham, K. F. 1995. Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. - *Journal of Wildlife Management* 59 : 543-551.

Shivik, JA. 2006. Tools for the edge: What's new for conserving carnivores. *BioScience* 56 : 253–259.

Sites Internet

Colliers GPS destinés à la faune sauvage

Site web de ATS : <http://www.atstrack.com/index.asp?pageID=13&productTypeID=3>

Site web de Lotek : <http://www.lotek.com/satellite.htm>

Site web de Vectronic Aerospace : <http://www.vectronic-aerospace.com/wildlife.php>

Site web de Biotrack : <http://www.biotrack.co.uk/gps.php>

Site web de Telemetry solutions : <http://www.telemetrysolutions.com/>

Site web de Televilt (Tellus) : <http://www.zohaecoworks.com/page.asp?id=497>

Colliers GPS destinés aux chiens

Site web pour Garmin : <http://www.gundogsupply.com/garmin-astro-220-gps.html>

Site web de Followilt (collier chien de chasse) : <http://www.followit.se>

Site web de trackerhunter : <https://www.trackerhunter.com>

Site web de zoomback : <http://www.zoombak.com>

Site web pour le RoamEO : <http://www.gpsdogcollartracking.com/>

Site web pour tout ce qui concerne les GPS pour chiens : <http://www.thegpsdogcollar.com/>

Autres

Site web du WBT-202 de Wintec : http://www.wintec.com.tw/en/Products/gps/wbt_201.html

Site web sur le fonctionnement des GPS : http://fr.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System