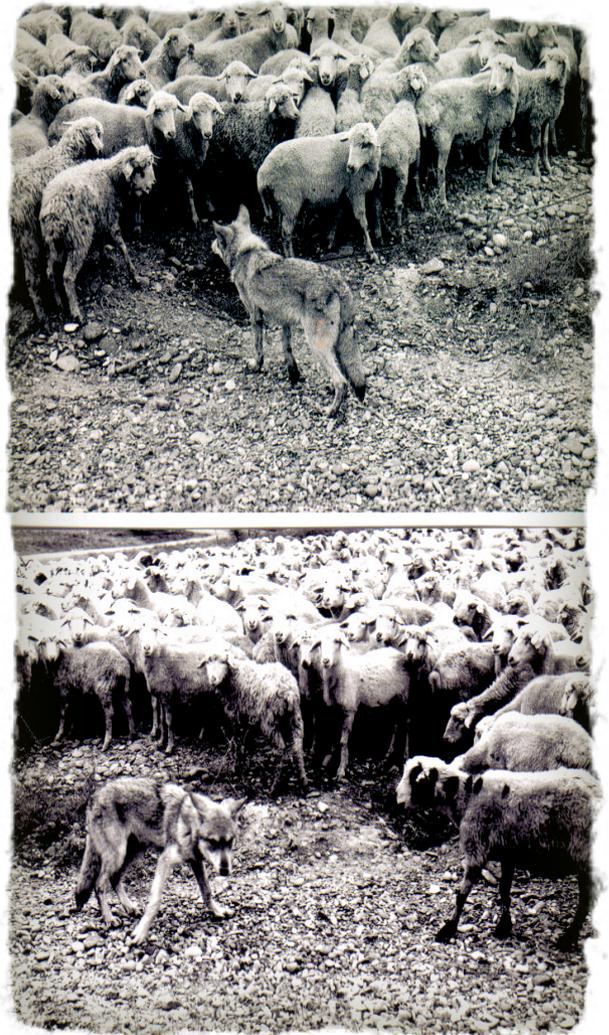


# Projet de création d'un collier « répulsif » agissant à distance pour protéger le bétail de la prédation du loup

*Ou comment apprendre au loup à se  
méfier du bétail*



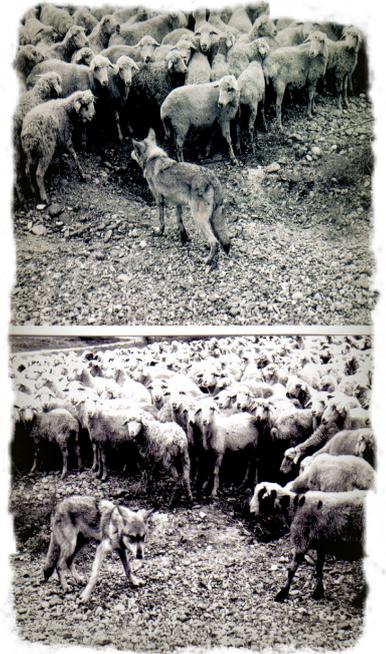
Préparé pour: Felix Hahn, Agridea

Préparé par: Jean-Marc Landry (éthologue) & Fabien Matter (ingénieur)

Version novembre 2010

# RÉSUMÉ

Il s'agit de développer un collier capable de déclencher un stimulus effrayant sur la base de l'augmentation de la fréquence cardiaque moyenne de l'espèce à protéger. L'apprentissage du loup à se méfier du bétail se fera grâce à un conditionnement opérant, notamment en diffusant en permanence un stimulus discriminant pour qu'il fasse directement le lien avec l'émission du stimulus effrayant. L'algorithme permettant de définir le seuil (du rythme cardiaque) de déclenchement du système sera calculé à partir des modifications du rythme cardiaque du bétail à qui l'on aura présenté des stimuli apeurants. D'autres stimuli effrayants pour le loup, qui seront intégrés dans le collier, seront validés sur des loups captifs et sauvages. Ces stimuli seront également testés sur le bétail afin de s'assurer qu'ils ne mettent pas en danger les animaux qui les portent. La validation du système sera complétée sur des troupeaux attaqués par des loups.



# SYNTHÈSE DU PROJET

## Objectif

L'objectif de ce projet est de développer un nouveau concept de protection qui allie à la fois protection du troupeau (empêcher une prédation) et les lois de l'apprentissage animal. Comme il sera difficile d'apprendre aux loups d'avoir peur du bétail (car il aura probablement déjà eu des contacts non traumatisants), nous prévoyons de contourner ce problème en associant au bétail un stimulus discriminant inconnu du loup. C'est à ce stimulus discriminant que sera associé le stimulus effrayant. Ce dernier devra être suffisamment puissant pour que l'apprentissage se fasse en un seul essai (conditionnement opérant).

## Buts

Le but de ce projet est de créer un nouvel outil de protection abordable financièrement destiné à la protection des petits troupeaux ou des troupeaux bovins, là où la prévention classique (par ex. berger, chien de protection) est impossible ou économiquement non viable ou inefficace.

## Innovation

L'idée novatrice de ce concept est d'allier les compétences d'un ingénieur et d'un éthologue spécialisé dans la protection des troupeaux et la biologie du loup, ainsi que de profiter de leurs réseaux respectifs de personnes compétentes. L'efficacité du collier sera validée scientifiquement sur des loups captifs et sauvages.

## Planification

Le démonstrateur sera présenté fin mars 2011, tandis que le collier répulsif sera terminé à l'automne 2012 et disponible pour les éleveurs au printemps 2013 (avant l'inalpe).

## Résultats attendus

Le collier répulsif devrait permettre de diminuer les pertes, mais comme tous outils de prévention, cela ne sera probablement jamais du 100 %. En revanche, si suffisamment de troupeaux sont équipés, on devrait voir à moyen terme une diminution des attaques due au phénomène d'apprentissage d'évitement « inculqué » par les colliers.

# 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 et qui fonctionne à « arme » égale (même capacité de flair, de vision nocturne, de déplacements, etc.). Pourtant, une étude en cours (Landry 2009) semble suggérer que si la présence des chiens peut interrompre le comportement de prédation du loup, cela n'est pas suffisant pour le dissuader définitivement de s'approcher d'un troupeau. Si une certaine agressivité du chien face au prédateur est souhaitée, elle n'est en revanche pas tolérée face à l'humain, ce qui rend parfois ce type de prévention indésirable dans les zones touristiques. La présence du chien de protection sur l'estive exige également celle d'un berger pour s'en occuper, ce qui engendre un investissement financier trop important pour de nombreux « petits » éleveurs. En outre, l'éducation et l'entretien d'un chien (par ex., aller le nourrir quotidiennement) peuvent être énergivores. Enfin, l'utilisation du chien de protection montre certaines limites sur des troupeaux ovins non gardés et sur les bovins dans les massifs alpins et jurassiens (Gehring et coll. 2010). Le dernier tir d'un loup en Valais a soulevé un tollé d'indignations de la part des Suisses tout en montrant les limites de ce genre d'intervention, puisque les attaques se sont reportées sur un alpage voisin.<sup>1</sup> D'ailleurs, le tir de prélèvement et dans une moindre mesure l'utilisation des chiens de protection ne semblent pas être des outils adéquats pour apprendre aux loups la méfiance de l'homme et de son bétail.

L'objectif de ce projet est de développer un nouveau concept de protection qui allie à la fois protection du troupeau (empêcher une prédation) et les lois de l'apprentissage animal (éviter) pour inculquer au loup la crainte du bétail. Ce nouveau système de prévention s'appuie sur la mesure de la variation du stress de l'animal qui grâce à un dispositif électronique est capable de déclencher un répulsif sonore, gazeux ou lumineux. L'avantage de ce type de dispositif est que le prédateur ne doit plus entrer en contact physique avec le répulsif (par ex. collier avec capsules contenant un répulsif) pour qu'il s'enclenche, car il

---

<sup>1</sup> A dix kilomètres

fonctionne désormais à distance. En outre, vu que ce système est basé sur le stress des animaux, il ne sera plus nécessaire d'équiper tous les individus du troupeau. Les animaux équipés prendront en quelque sorte la « température » du troupeau ou du lot dans lequel ils évoluent. Autre atout de cet outil novateur par rapport aux colliers « conventionnels » est la prévention des morsures de déstabilisation (par ex. morsure sur les pattes arrières ou l'arrière-train).

Le concept de ce système fonctionne donc sur la base de l'apprentissage par association dont l'objectif est d'éduquer les prédateurs à se méfier du bétail. Cependant, l'apprentissage par association « bétail = danger » ne peut fonctionner que si le loup n'a jamais appris à attaquer ce dernier, ce qui sera peu probable pour les brebis (contrairement aux bovins). Pour pallier ce problème, il faut remplacer l'association « brebis = danger » par un stimulus discriminant inconnu des loups et suffisamment saillant pour éviter une association avec le lieu de l'attaque. Ce stimulus discriminant devra être présent en permanence afin de pouvoir l'associer à un stimulus effrayant ou très désagréable. Le but est d'apprendre au loup que chaque fois qu'il aura le stimulus discriminant quelque chose d'effrayant ou de très désagréable va se produire s'il s'approche de trop près du troupeau (dès que les brebis sont stressées par sa présence). Une fois le loup « éduqué », la diffusion seule du stimulus discriminant devrait suffire à maintenir le loup éloigné des troupeaux équipés de cet outil de prévention. Pour que le système fonctionne, il est impératif que le stimulus choisi soit suffisamment effrayant ou dégoûtant pour que le prédateur apprenne en un seul « essai<sup>2</sup> ». Cet apprentissage pourrait être transmis à la descendance comme l'a démontré Jason Badrize<sup>3</sup> (communication personnelle à JM Landry), ce qu'un prédateur mort ne peut plus faire.

---

<sup>2</sup> Nous apprenons rapidement que les insectes qui arborent des couleurs jaunes et noirs (comme les guêpes) peuvent présenter un « danger », car leur piqûre est généralement douloureuse (contrairement aux moustiques qui n'effrayent personne sous nos latitudes).

<sup>3</sup> NACRES et Université de Tbilisi (Géorgie). Il a appris à des loups à voir peur des moutons à l'aide d'un collier électrique.

# Développement du collier répulsif

## *Principe*

Le dispositif sera attaché au cou de l'animal. Il sera composé de quatre parties principales, à savoir :

- 1) Capteur de fréquence cardiaque
- 2) Système répulsif
- 3) Alimentation
- 4) Électronique de traitement du signal

La technologie qui sera employée pour mesurer la fréquence cardiaque est à déterminer selon des critères de fiabilité et de consommation d'énergie. La première méthode dite optique consiste à émettre une lumière dans le corps de l'animal, laquelle est captée par une photodiode dont l'intensité varie selon la fréquence des battements cardiaques. La faiblesse de cette mesure est sa consommation électrique importante. Il serait toutefois possible de réduire les besoins énergétiques en effectuant des mesures pulsées au lieu d'une mesure continue, ce qui signifie qu'on échantillonnerait le signal lumineux à une fréquence six fois plus rapide que la fréquence cardiaque d'un mouton au repos en ne diffusant la lumière que lors de brefs clignotements. La seconde méthode consiste à placer un capteur piézo-électrique sur une artère pour détecter les battements de cette dernière. Toutefois, le capteur peut bouger lors des mouvements de l'animal et fausser les mesures. Une troisième méthode consiste à émettre des ultrasons dans le corps de l'animal et d'en mesurer l'écho comme dans une échographie. L'ultrason réfléchi présente un spectre de fréquences plus large dans le cas où du sang est en circulation dans les veines et artères qu'il atteint. Cette méthode repose sur l'effet doppler<sup>4</sup>. Finalement, une mesure basée sur les impulsions électriques que les nerfs envoient au coeur

---

<sup>4</sup> Pour comprendre son fonctionnement, on peut imaginer une ambulance statique, une ambulance s'approchant et une dernière s'éloignant d'un observateur. Dans le premier cas, l'observateur entend la sirène normalement. Quand l'ambulance s'approche, il l'entend à une fréquence plus élevée alors que c'est l'inverse dans le cas où le véhicule s'éloigne. Pour faire le rapprochement avec le contexte de la mesure du pouls, on considère que le son de la sirène est en fait la réflexion des ultrasons sur les particules de sang et le mouvement du véhicule s'apparente à celui du sang. Le capteur entend donc soit un son homogène à la fréquence de l'émission lorsque le sang ne circule pas, soit une composition de différentes fréquences, toutes en lien avec la vitesse et la direction du sang.

pour qu'il se contracte peut être envisagée. C'est celle qui est employée dans les ECG<sup>5</sup> et aussi celle qui semble la plus adéquate pour ce projet. Des essais de ces quatre méthodes seront effectués, d'abord sur des humains puis sur des moutons et des vaches pour savoir laquelle est le mieux adapté à nos exigences (fiabilité de la mesure et faible consommation d'énergie).

L'électronique de traitement sera composée d'une partie analogique de filtrage du signal du capteur. Elle permettra l'acquisition et l'amplification de la partie fréquentielle souhaitée de ce dernier. Puis, ce sera au tour du microcontrôleur de calculer la fréquence cardiaque de l'animal. Il devra effectuer une moyenne de la fréquence cardiaque de l'animal en se basant sur les valeurs précédemment acquises qui auront permis de calculer l'algorithme. Dans le cas d'une valeur anormalement élevée, il enclenchera alors le dispositif d'effarouchement.

Le capteur sera placé sur une partie du corps dont la pilosité est moindre comme les pattes ou l'intérieur de l'oreille (le tag d'identification pourrait d'ailleurs servir de support de fixation du capteur). Le capteur communiquera avec la « base » fixée autour du cou de l'animal par onde radio. Celle-ci accueillera également le système répulsif sous une forme gazeuse, lumineuse, sonore ou une combinaison des trois. Le choix du ou des répulsifs est encore à déterminer et à valider scientifiquement.

L'énergie nécessaire au déclenchement du répulsif va déterminer la dimension de la batterie. La propulsion d'un gaz ne requiert que l'ouverture d'une vanne ce qui nécessite qu'une faible consommation d'énergie, tandis que l'émission d'un son ou d'une source lumineuse (flash) exige une alimentation du système électrique plus complexe et donc plus énergivore. Si l'option « gaz » est choisie, il faudra prévoir un réservoir ayant la capacité de contenir un volume gazeux suffisant pour au moins à trois jets, afin d'éviter de devoir le remplir après chaque utilisation. Le volume de gaz du jet reste encore à fixer et déterminera la dimension du réservoir. Une LED<sup>6</sup> lumineuse clignotera lorsqu'il sera vide. Son remplissage se fera grâce à une recharge. L'alimentation du dispositif sera garantie tout au long de l'estivage grâce à un couple batterie-cellules solaires. En journée, les cellules solaires rechargeront la batterie (par ex. Li-Ion) afin que cette dernière soit pleine lorsque la nuit tombera. Elle aura une capacité

---

<sup>5</sup> Electrocardiogramme

<sup>6</sup> Light Emitting Diode

de fonctionnement pour en tout cas deux jours et deux nuits consécutives, notamment pour pallier le ralentissement (mais pas l'arrêt) de la charge des accumulateurs par mauvais temps.

## *Calcul de l'algorithme pour définir les seuils d'enclenchement du dispositif « effaroucheur »*

L'animal sera équipé d'un cardio-fréquence-mètre<sup>7</sup> qui enregistra l'évolution de la fréquence cardiaque<sup>8</sup> du sujet exposé à différents stimuli visuels (un humain, humain avec un chien<sup>9</sup>, un chien loup tchèque<sup>10</sup>). Il est prévu de mesurer les fréquences cardiaques :

- Intra individuel : chaque brebis et chaque vache sera mesurée trois fois pour tenir compte d'une variation possible de la variabilité individuelle au stress;
- Inter individuel : on mesurera les fréquences cardiaques d'une dizaine de brebis et d'une dizaine de vaches par race issue de cinq propriétaires différents pour tenir compte de la variabilité individuelle de chaque individu et tenir compte de l'influence de la position de la brebis au sein du troupeau;
- Inter racial : on mesurera les fréquences cardiaques de trois races de brebis et de vaches les plus représentatives sur les estives suisses pour tenir compte d'une variabilité raciale.

Les résultats seront confrontés à ceux de la littérature pour s'assurer que la variabilité de la fréquence cardiaque mesurée par d'autres auteurs ne diverge pas trop de nos mesures.

---

<sup>7</sup> Comme nous prévoyons de construire plusieurs colliers démonstrateurs, ces derniers seront alors utilisés pour nos mesures de fréquences cardiaques.

<sup>8</sup> L'algorithme tiendra compte de différents paramètres de la la fréquence cardiaque comme le seuil de la fréquence, la durée de la fréquence à ce seuil, la rémanence, etc.

<sup>9</sup> Par exemple, chez le mouton, celle-ci augmente de 84% lorsqu'un humain accompagné d'un chien s'approche (Fraser & Broom1990).

<sup>10</sup> Il s'agit d'une race de chien issu de croisement entre berger allemand et loup. Le chien proposé dans cette expérimentation est dressé pour conduire les brebis.

# Validation scientifique

## *Choix du stimulus discriminant*

Le stimulus discriminant devra être inconnu et suffisamment saillant pour être certain que le loup fasse le lien entre stimulus discriminant et stimulus effrayant. Comme le loup est une espèce territoriale, il devrait être possible après un certain temps « d'éducation » de protéger les troupeaux non protégés uniquement en diffusant le stimulus discriminant (grâce aux colliers) qui agirait comme un outil préventif. Cependant, il faut veiller à ce que sa diffusion (qui sera permanente) ne perturbe pas le comportement du bétail. La gamme des ultra-sons pourrait être intéressante, car inaudible pour les ovins et les bovins au-delà de 35'000 Hz.

## *Essais de différents stimuli effrayants sur le comportement de loups captifs*

Nous allons sélectionner des stimuli (sonores, lumineux, gazeux et odorant<sup>11</sup>) susceptibles d'effrayer les loups pour ensuite les tester sur des loups captifs (en Suisse et en France afin d'augmenter la variabilité individuelle et des lieux).

Les loups seront habitués à venir se nourrir à un endroit précis de l'enclos, le système déclencheur des stimuli étant déjà en place. Après deux jours de jeûne (augmentation de la motivation à venir se nourrir), la nourriture sera placée à l'endroit prévu à cet effet. Le stimulus « effrayant » sera déclenché dès qu'un des loups aura atteint une limite fixée à cinq mètres de la nourriture. Nous noterons la distance de fuite parcourue (au télémètre<sup>12</sup>), le temps de fuite, l'allure de fuite (marche, trot, course) et le temps que met chaque loup (variabilité individuelle) pour revenir à la distance des cinq mètres. Nous répéterons l'exercice jusqu'à trois fois (chaque fois que le loup revient à la distance des cinq mètres) par meute pour déceler une habitude possible du stimulus de certains individus du groupe.

---

<sup>11</sup> Dont des phéromones

<sup>12</sup> L'estimation de la distance n'est pas suffisamment précise d'où la nécessité d'utiliser un télémètre

## *Réaction des ovins et des bovins aux différents stimuli effrayants fonctionnant sur des loups captifs*

Le ou les stimuli sélectionnés seront également testés sur des ovins et des bovins pour observer leurs comportements à la diffusion du répulsif. Il faudra veiller notamment à ce qu'il n'y ait pas de mouvement de panique dont les conséquences pourraient être pires que l'attaque du prédateur.

## *Validation des stimuli effrayants fonctionnant sur des loups captifs sur des loups sauvages*

Nous testerons les stimuli effrayants sur des loups sauvages en Espagne selon le même protocole que sur des loups captifs. En effet, des loups sont tirés chaque année sur des charniers créés à cet effet. Il suffit de remplacer le fusil par la diffusion des stimuli effrayants et observer (et filmer) le comportement des loups à partir de l'affût. Nous prévoyons d'installer un système de détection de présence couplé à des caméras à amplificateur de lumière, afin d'éviter de devoir être en permanence à l'affût.

## *Validation du système sur des troupeaux attaqués*

Pour terminer la validation du collier répulsif, nous prévoyons d'équiper des troupeaux régulièrement attaqués par le loup dans les Alpes suisses et françaises.

L'efficacité d'un outil doit être confrontée à d'autres facteurs<sup>13</sup> qui pourraient également contribuer à la diminution ou la disparition des dommages<sup>14</sup>. L'efficacité de l'outil en question dépend également de plusieurs facteurs environnementaux comme la topographie, la couverture forestière ou les conditions météorologiques. Nous tiendrons donc compte des facteurs confondants comme la présence d'un berger ou d'un regroupement nocturne, ainsi que de toute modification de la conduite du troupeau à la suite des attaques.

Nous testerons d'abord les colliers sur des troupeaux grégaires non protégés évoluant dans

---

<sup>13</sup> Par ex. la modification de la conduite du troupeau à la suite des attaques

<sup>14</sup> Par ex. l'absence momentanée ou définitive de prédateurs peut également expliquer la disparition des dommages.

des milieux ouverts. Ensuite, nous équiperons des troupeaux non grégaires et non protégés qui paissent dans un environnement ouvert, puis fermé (le plus difficile à protéger).

L'efficacité des colliers sera mesurée d'une manière indirecte (évolutions des dommages) et directe (observations). Dans la première évaluation, nous mesurerons les modifications du nombre de pertes sur une estive à la suite de la pose des colliers et nous comparerons cette évolution aux troupeaux voisins non équipés. La seconde évaluation sera basée sur le suivi nocturne d'un troupeau équipé grâce à une caméra à amplificateur de lumière (identique à ceux réalisés dans le Parc national du Mercantour en 2000 et 2004), ainsi que sur les observations directes des bergers (rares, mais pas inexistantes).

Les résultats seraient probablement plus probants s'il y avait la possibilité de capturer des loups pour les équiper d'un collier GPS. En effet, un suivi d'un ou plusieurs individus par GPS permettrait de mieux mesurer l'efficacité du collier effaroucheur, car il serait possible de localiser les loups, de savoir s'ils sont les auteurs d'une tentative ou d'une attaque sur un troupeau équipé et de mesurer leurs comportements face aux colliers, surtout s'il est possible de filmer les interactions (caméra à amplificateur de lumière).

## *Traitements des données*

Les comportements des moutons, des bovins et des loups seront filmés pour être ensuite analysés avec le logiciel « The Observer » de Noldus. Le choix de notre catalogue comportemental « loup » sera essentiellement basé sur l'éthogramme de Wolf Park (Goodmann et coll. 2002) et adapté si nécessaire. Celui des bovins et des moutons sera adapté à partir respectivement de Albright et Arave (1997) et de Hurnik et coll. (1995).

Les tests statistiques seront effectués avec le logiciel « Statistica ». Nous utiliserons des tests non paramétriques 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, nous testerons la normalité des données et l'homogénéité des variances.

# Résultats attendus

Ce projet vise à mettre en place un système d'effarouchement facilement utilisable et à un prix abordable. Il devrait permettre de mesurer le stress global d'un troupeau en équipant un minimum de bêtes appartenant à un troupeau ou un lot, d'où un coût limité (le nombre minimal de colliers par 100 bêtes reste encore à déterminer).

Les colliers pourront être posés en prévention (pas encore d'attaque) ou en urgence si le troupeau est attaqué. L'avantage du collier est son opérationnalité immédiate et sa mise en place simple, contrairement aux chiens de protection qui demandent un temps d'adaptation du troupeau et des chiens (entre 7 et 10 jours pour être au maximum de leur efficacité). Autre avantage de ce collier est qu'il ne requiert pas une présence humaine permanente, même s'il sera probablement nécessaire de vérifier régulièrement l'état de fonctionnement des colliers (par ex. pour remplir les réservoirs contenant le gaz répulsif). Enfin, ce système ne dépendra plus des conditions météorologiques comme cela peut être le cas avec les chiens de protection en cas de brouillard ou de mauvais temps.

Le collier répulsif sera très intéressant pour les petits troupeaux ovins non protégés ou pour les troupeaux bovins, dont les outils de prévention classique sont impossibles à mettre en place (regroupement nocturne, présence permanente d'un berger ou d'un chien de protection). Il devrait permettre de diminuer les pertes, mais comme tout outil de prévention, cela ne sera probablement jamais du 100 %. En revanche, si suffisamment de troupeaux sont équipés, on devrait observer à moyen terme une diminution des attaques due au phénomène d'apprentissage « inculqué » par le collier (évitement des troupeaux).

# Planification

Date	Tâche
Janvier-mars 2011	Développement du démonstrateur Étude bibliographique (recherche des stimuli) Essais préliminaires des différents stimuli sur des loups captifs
Fin mars 2011	Présentation du démonstrateur
Avril – juin 2011	Calcul de l'algorithme sur la base de la variation de la fréquence cardiaque (ovin et bovin) à la suite de la présentation de différents stimuli effrayants
Juin – septembre 2011	Essais de différents stimuli effrayants sur des loups captifs
Octobre – novembre 2011	Étude de la réaction des ovins et des bovins aux différents stimuli effrayants fonctionnant sur des loups captifs
Décembre 2011	Conception et création du collier définitif
Janvier – février 2012	Essais du ou des stimuli effrayants fonctionnant sur des loups captifs sur des loups sauvages
Printemps 2012	Finalisation du collier
Été 2012	Essais sur des troupeaux attaqués par des loups Adaptation du collier aux exigences spécifiques
Automne 2012	Fabrication des colliers
Printemps 2013	Commercialisation des colliers

# Budget

## Calcul du budget

Les différentes rubriques prennent en compte les déplacements kilométriques (50 cts/km), les péages sur les autoroutes françaises et l'hébergement.

Description	Coût
Développement du démonstrateur	sFr. 10'000.00
Création de 20 colliers « tests » pour l'étude (ovin et bovin)	sFr. 5'000.00
Conception et création du collier définitif	sFr. 10'000.00
Finalisation du collier	sFr. 2'000.00
Recherche bibliographique	sFr. 2'000.00
Matériel	sFr. 10'500.00
Logiciels (traitement des données et statistiques)	sFr. 5'900.00
Essais préliminaires des différents stimuli sur des loups captifs	sFr. 6'000.00
Présentation du démonstrateur	sFr. 1'000.00
Détermination des différentes plages de fréquences cardiaques	sFr. 15'500.00
Tests de différents stimuli effrayants sur des loups captifs	sFr. 12'000.00
Tests des différents stimuli effrayants sur ovins et bovins	sFr. 9'000.00
Tests des différents stimuli effrayants sur des loups sauvages	sFr. 15'000.00
Tests des colliers sur des troupeaux attaqués par des loups	sFr. 15'000.00
Divers et imprévus (10 %)	sFr. 12'000.00
	sFr. 130'900.00
<b>Total</b>	<b>sFr. 130'900.00</b>

# Bibliographie

Albright J.L. & Arave C.W. 1997. The behavior of Cattle. Cab International, New York, USA.

Fay, RR. 1988. Hearing in Vertebrates: a Psychophysics Databook. Hill-Fay Associates, Winnetka IL

Fraser A.F. & D.M. Broom. 1990. Farm Animal Behaviour and Welfare, 3rd edition. Bailliere Tindall, London, England

Gehring T.M., VerCauteren K. C. & J.M. Landry. 2010. Livestock Protection Dogs in the 21st Century: Is an Ancient Tool Relevant to Modern Conservation Challenges? Bioscience 60: 299-308.

Goodmann P.A., Klinghammer E. & J. Willard. 2002. Wolf Ethogram. Ethology Series N° 3. Wolf Park. Echhard H. Hess Institute of Ethology, Battle Ground, IN, USA.

Hurnik J.F., Webster A.B. & P.B Siegel. 1995. Dictionary of Farm Animal Behavior. Iowa State University Press, Iowa, USA.

Landry J.M. 2009. Analyses comportementales entre chiens de protection et loups dans le parc national du Mercantour. Rapport pour le ministère de l'Agriculture, Paris. France. Non publié.