



Etude de faisabilité et analyse  
multicritères des mesures  
d'effarouchement du loup



Asters  
Conservatoire  
d'espaces naturels  
Haute-Savoie

## PREAMBULE

Le loup a fait son retour en Haute Savoie en 2004, et une première meute s'est constituée en 2007 sur le secteur Bornes-Aravis. A la sortie de l'hiver 2021/2022, 5 zones de présence permanentes (ZPP) sont identifiées et 5 autres sont à confirmer. Au niveau des Réserves Naturelles, les attaques commencent à l'été 2020 avec deux gros foyers d'attaques sur la réserve de Passy et celle de Sixt-Fer-à-Cheval. Suite à cela, l'utilisation de mesures d'effarouchement (sonores, visuelles et olfactives) a été rendue possible dans les réserves sous réserve de demande d'autorisation aux services de l'Etat.

Ce document présente l'ensemble des mesures d'effarouchement existantes en France et à l'international, avec des références d'expérimentations déjà réalisées. L'objectif est d'avoir un aperçu des mesures qu'il est possible ou non de proposer aux éleveurs et de mettre en place en réserve naturelle.

Dans la mise en œuvre du Plan National d'Actions Loup et activités d'élevage, les réserves naturelles sont certainement une force supplémentaire sur les territoires concernés et peuvent avoir un rôle moteur et un effet « booster » dans les actions et les recherches à mener dans ce domaine. Nous voyons la réalisation de ce livrable comme une des illustrations de cet engagement.

REDACTION : ELSA TROTTET  
VERSION DU : AOUT 2022

### Fladries « classiques »



Source : Shivik et al.

Description	Les fladries sont des cordes avec des rubans ou drapeaux de couleur vive (souvent rouge ou orange) attachés à intervalles réguliers. Le stimulus est visuel par les mouvements des rubans mais aussi auditif, les rubans pouvant produire du bruit grâce au vent. Elles peuvent aussi être utilisées pour couper les corridors utilisés par les prédateurs et menant aux pâtures (Fergus, 2020).
Conditions d'utilisation	Cette technique s'utilise sur de petites parcelles et peut être combinée avec la mise en place de clôtures et la présence de chiens de protection des troupeaux pour renforcer son efficacité.

	Leur installation se fait grâce à des piquets, et le fladry doit être à une hauteur où le bout des rubans touche à peine le sol. Les fladries sont généralement utilisées en situation d'urgence et de manière temporaire.
Coût	Modéré, entre 150 et 300€ pour 200m (Frézard et Durand, 2001).
Avantages	Déplaçable par une personne (les rubans et piquets pèsent entre 12 et 14 kg), efficace à court terme. Leur visibilité réduit le risque de blessures pour la faune sauvage.
Inconvénients	Fragile face aux intempéries (décoloration au soleil) et animaux donc nécessite un entretien régulier. Si le fladry est couché ou que les drapeaux sont emmêlés, son efficacité diminue fortement. L'installation de fladries demande un temps conséquent (2 jours pour l'installation de 200m) ce qui peut décourager les éleveurs. De plus, le loup s'habitue assez rapidement à ce système. Une fois qu'il l'a traversé, l'effet néophobique du dispositif disparaît.  Impact sur le paysage qui peut déranger les autres usagers du territoire (blocage de sentiers).
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etats-Unis : sur des bovins en présence de loups, les prédateurs n'ont pas traversé le fladry sauf quand il était endommagé ou couché (Gehring <i>et al</i>, 2006).</li> <li>• Étude aux Etats-Unis (Musiani, 2003) : fladries installées autour de sites avec présence d'appâts et autour de pâtures. Les fladries ont empêché les loups d'accéder aux appâts pendant 2 tests de 60 jours chacun. Pour les pâtures, les loups se sont approchés des fladries mais ne les ont pas franchis pendant 60 jours, mais les ont traversés le 61ème jour.</li> <li>• Étude sur différents designs de fladry pour les rendre plus efficaces et moins sensibles à l'enroulement (Young, 2014) : les designs les plus efficaces pour éviter l'enroulement sont ceux en "rideau de douche" et en "nœud". Le matériau "marine vinyl" est aussi plus lourd et moins sujet à la dégradation que le nylon généralement utilisé car il est plus lourd, mais aussi plus cher.</li> </ul>

### Fladries électrifiées « turbofladries »



Source : <https://www.loup-elevage-plaine.fr/exp%C3%A9rimentations/turbo-fladry/>

Description	La ligne de rubans est disposée sur un fil électrifié pouvant être alimenté par des batteries solaires (Primm & Robinson, 2017). Le loup qui touche le fil reçoit une décharge électrique
-------------	---

	inoffensive mais légèrement douloureuse pour décourager le loup de s'approcher des troupeaux.
Conditions d'utilisation	Comme pour les fladries, elles s'utilisent sur de petites parcelles et peuvent être combinées avec des chiens de protection des troupeaux pour plus d'efficacité.
Coût	Assez important, 2 300\$/km pour l'installation et la maintenance (Lance et al, 2010). Calcul par l'ASPA pour un turbofladry à un fil : 0,99€/mètre linéaire.
Avantages	Déplaçable par une personne (les rubans et piquets pèsent entre 12 et 14kg). Moins d'habituation du loup.
Inconvénients	Durée de vie limitée : fragile face aux intempéries (décoloration au soleil) et aux animaux donc nécessite un entretien régulier, ainsi qu'un entretien de l'électricité. L'installation de turbofladries demande un temps conséquent (32 heures/km (Lance et al, 2010)).
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lance et al, 2010 : étude réalisée sur des loups en captivité, comparaison de l'efficacité de turbofladries par rapport aux fladries afin de protéger une ressource alimentaire pendant 2 semaines, puis test sur le terrain dans le Montana. Les turbofladries se sont avérées 2 à 10 fois plus efficaces que les fladries en captivité, et aucune attaque n'a été observée sur les pâtures équipées de turbofladries.</li> </ul>

#### Lampe clignotante (type Foxlight)



Source : Ghallager

Description	Dispositif émettant des flashes de lumière de manière aléatoire avec un changement automatique de couleurs qui se déclenche à la tombée de la nuit grâce à un détecteur de lumière. La lumière est projetée à 360° et est visible à 1 km.
Conditions d'utilisation	<p>Un ou plusieurs boîtiers sont disposés autour des troupeaux où il y a un risque d'attaque.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sur des surfaces clôturées</li> <li>Dans des endroits exposés et visibles</li> <li>En prévention ou à la suite d'une attaque</li> <li>De manière périodique</li> </ul> <p>Elles peuvent être placées tous les 500 m dans un parc, et doivent être changées régulièrement d'emplacement.</p>

Coût	Peu important, à partir de 100€ par boîtier, piles à rajouter tous les ans.
Avantages	Solide et résistant aux intempéries, batterie d'une durée de 4 mois. Moins d'accoutumance du loup.
Inconvénients	A utiliser de manière temporaire, changements fréquents d'emplacement. Peu adapté pour de grandes surfaces à topographie marquée. Peut déranger la faune sauvage.
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Testé en France dans les Hautes Alpes et Alpes de Haute Provence : 3 foxlights installées tous les 10 à 25 m d'un parc de nuit de 1700 brebis. Efficacité provisoire, aucune attaque de nuit (combiné ou non avec des parcs et chiens de protection), une attaque en période de brouillard.</li> <li>● En Lorraine, 4 foxlights sur un terrain de 1 ha. Attaque dès le lendemain de la pose du dispositif.</li> <li>● Dans les Vosges : 4 à 5 foxlights sur 5 ha sur des troupeaux de 300 à 600 têtes. Attaques au bout de 3-4 jours.</li> <li>● Dans le Var : idem Vosges, pas d'attaques pendant les 8 mois suivant la mise en place des foxlights.</li> <li>● Conseillé pour une durée à court terme (1 à 2 mois) par FERUS.</li> </ul>

#### Stimuli sonores

Description	Diffusion de sons biologiques (vocalisations animales, voix humaines) ou non biologiques (klaxon, bruits de circulation, pales d'hélicoptère) enregistrés au préalable. Ce stimulus peut être associé à du conditionnement.
Conditions d'utilisation	Si on choisit des signaux non biologiques, il faut s'assurer que l'animal cible est capable de recevoir les fréquences de ces signaux. On souhaite utiliser des sons effaroucheurs de l'espèce cible mais sans effet sur le comportement des espèces avoisinantes. Cibler certaines périodes uniquement pour éviter l'habituation, et utiliser plusieurs versions de chaque stimulus, randomiser les stimuli, déplacer fréquemment la source sonore.
Coût	
Avantages	L'utilisation de sons biologiques permet de renouveler régulièrement la base de données.
Inconvénients	L'efficacité dure rarement plus de quelques semaines à cause du phénomène d'habituation. Nécessite de pouvoir détecter la présence du loup (possibilité d'utiliser la détection du stress chez les brebis, Landry et al 2016). Possible effarouchement d'autres espèces, et donc dérangement (étude sur l'effarouchement de cerfs en utilisant des sons au Japon : Honda, 2019).
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Signaux de prédateurs testés sur le dingo, induisent un comportement anti prédateur avec éloignement rapide et immédiat de la source sonore (Ramp et al, 2012).</li> <li>● Voix humaines ou de compétiteurs peuvent être intéressantes chez le loup (Clinchy et al, 2013-2016).</li> <li>● Intéressant d'explorer le côté attractif des vocalisations pour attirer les loups ailleurs que près des troupeaux (Quilodran et al, 2014).</li> </ul>

## Barrière biologique (Biofence)



Description	Disposer des crottes et urines de loups autour du troupeau à protéger pour créer une barrière biologique qui dissuaderait les autres loups d'approcher dans une aire spécifique (marquage de territoire).
Conditions d'utilisation	Création de lignes de dépôt d'urine ou d'excréments prélevés sur des loups captifs. <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 lignes écartées de 100 avec dépôts tous les 500 à 750 m sur 65 km</li><li>• 2 lignes écartées de 250 m avec des dépôts tous les 250 à 500 m (CERPAM <i>et al</i>, 2012)</li><li>• Une ligne de dépôts espacés de 50 à 200 m (Jackson <i>et al</i>, 2012)</li></ul>
Coût	Mains d'œuvre pour maintenir la barrière et nécessité de se procurer les fèces et urines d'autres meutes.
Avantages	Ne dérange pas la faune sauvage.
Inconvénients	Difficulté d'approvisionnement en urine et fèces de loup. Effort important pour maintenir la barrière car dégradation rapide des composés odorants. L'organisation de la meute peut influencer sur l'efficacité de la barrière : le statut et le sexe des animaux fait varier la composition de l'urine.
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"><li>• Barrière biologique de 65 km à l'intérieur de laquelle vivent 3 meutes pour protéger un troupeau de 2400 brebis dans l'Idaho (Ausband <i>et al</i>, 2013) : aucune attaque subie sur les 2 mois d'étude, les loups suivis par GPS n'ont pas franchi la barrière la première année, mais l'ont fait durant la seconde sans prédation.</li><li>• Urine de coyotes ou dingos mâles disposés dans l'air ou le long d'une clôture : les dingos ont été attirés par l'odeur (Robley <i>et al</i>, 2015), et les coyotes passaient plus de temps dans les zones où l'urine avait été déposée (Shivik <i>et al</i>, 2011).</li></ul>
Commentaire	Encore trop peu d'expérimentations réalisées pour juger de l'efficacité de ce système, mais les résultats obtenus sur les loups et lycas sont encourageants.

## Collier répulsif olfactif



Source : Matthieu CHASTEL

Description	<p>Plusieurs systèmes existent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Collier porté par la brebis et qui est capable de détecter un stress aigu et qui déclenche un puissant répulsif. Le répulsif devrait provoquer une expérience traumatique chez le loup qui devrait présenter un comportement de peur dès sa perception et s'en éloigner. Un message olfactif déclenchant un comportement réflexe d'alarme pourrait être ajouté au répulsif (projet DAPHNIS).</li> <li>● Collier enduit d'un répulsif pour protéger des morsures (AGRIDEA).</li> <li>● Collier libérant une substance répulsive lorsque le coyote perce la capsule contenant le produit.</li> </ul>
Conditions d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Le collier détecte le stress chez la brebis grâce à sa fréquence cardiaque et aux variations de celle-ci (l'âge, la race et la période de la journée n'ont pas d'incidence). Possible sur de petits troupeaux</li> <li>● Les produits répulsifs pouvant être utilisés sont le chlorure de lithium, la capsaïcine (Burns &amp; Mason, 1996).</li> <li>● A utiliser sur de petits troupeaux non protégés, équiper plusieurs individus du troupeau.</li> </ul>
Coût	Coût financier et temporel élevé pour équiper les moutons.
Avantages	<p>Permet de s'adapter aux spécificités d'attaques du loup comme la chasse à l'affût.</p> <p>Ne nécessite pas la présence humaine sauf pour recharger les colliers.</p> <p>Ne nécessite pas d'équiper tous les moutons.</p>
Inconvénients	<p>Cela dépend de l'effet traumatisant du répulsif, et donc de la tolérance de chaque individu. Ne permet pas de déceler une attaque rapide (propulsion possible de répulsif lorsque le cœur s'arrête de battre).</p> <p>Tous les moutons ne peuvent être équipés donc protégés.</p> <p>Investissement important.</p> <p>Report des attaques sur d'autres parties du corps (Burns &amp; Mason, 1996).</p>
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tissus enduits en Suisse sur le loup et le lynx : aucun résultat.</li> <li>● Inefficace sur les coyotes sur le long terme, 39 jours avant que les coyotes attaquent après avoir percé le collier (Burns, 1984).</li> </ul>

Commentaire	Projet difficile à mettre en place (Comm. Pers, Jean Luc Borelli).
-------------	--

<b>Drone Berger (Myosotis Air Solutions)</b>	
Description	Drone qui permet de détecter et d'effaroucher les prédateurs.
Conditions d'utilisation	Pilotage automatique du drone déclenché par une alerte, utilisation de répulsifs sonores et chimiques non létaux (gaz poivré). Sert aussi d'aide berger. La caméra infrarouge permet de détecter le prédateur de nuit. La distance de vol prévue est de 2 km de diamètre depuis la station de vol. Effarouchement : tir défensif déclenché lorsque l'identification du prédateur est confirmée.
Coût	Inconnu.
Avantages	Vol sous toutes conditions météo et de nuit. Peut-être paramétré pour répondre aux spécificités du terrain et du troupeau. Adaptable aux petits et grands prédateurs. Mutualisable sur plusieurs alpages pour limiter les coûts.
Inconvénients	Demande d'autorisation de survol des terrains privés auprès de la DGAC. Acclimatation nécessaire du troupeau au bruit du drone. Pas de vol en cas de brouillard intense et tempête. Impact négatif possible sur les oiseaux
Expérimentations réalisées	Pas d'expérimentation réalisée à ce jour.
Commentaire	Pas d'informations sur l'expérimentation normalement réalisée en 2020.

<b>Collier répulsif lumineux et sonore (Natural Solutions)</b>	
	
<p>Source : Natural Solutions</p>	
Description	Collier anti-loup Natural Solution : se fixe au cou de la brebis et émet des lumières et ultrasons, s'inspire du E-shepherd utilisé en Afrique du Sud sur les léopards et chacals (De Villiers <i>et al</i> , 2011).

Conditions d'utilisation	Le collier est en mode veille jusqu'à ce qu'il détecte un stress de l'animal grâce à un accéléromètre et déclenche une alarme irritante et des LEDs. Les ultrasons émis le sont sur une durée de 18 secondes et sont compris entre 23 et 130 KHz et ne sont pas entendus par l'Homme et les brebis. Les LEDs clignotent d'une lumière blanche de manière aléatoire. Il est conseillé d'utiliser 1 collier pour 10 brebis.
Coût	Environ 200€ par collier, coût supplémentaire de l'achat de piles.
Avantages	Pile à durée de vie d'un an – un an et demi. Collier léger (230 g) et peut s'adapter à différents animaux d'élevage. Brebis pas impactées hors des périodes d'attaques. Pas de dérangement de la faune sauvage présente pouvant être sensible aux ultrasons (chauves-souris).
Inconvénients	Pas d'étude poussée sur l'influence du collier sur le comportement et travail des chiens de protection des troupeaux (gêne possible par les ultrasons). Brebis plus agitées après les attaques.
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tests avec 3 éleveurs en Aveyron et 2 éleveurs en Lorraine en 2017 et 2018 : une seule attaque sur le troupeau équipé durant la période d'expérimentation, avec une présence de loups avérée sur le territoire (attaques sur d'autres lots proches non équipés). Tests sur des lots différents (50 brebis – 2 colliers, 3x10 brebis – 3 colliers, 85 brebis – 7 colliers, 80 brebis – 7 colliers, 50 brebis – 7 colliers) généralement sans autres moyens de protection. Expériences réalisées en milieux ouverts.</li> </ul>
Commentaire	Pas possible de conclure sur l'efficacité avec les tests réalisés, doivent être prolongés et améliorés.

## Utilisation d'animaux gardiens/effaroucheurs



Description	Placer des animaux (chiens, ânes, lamas, vaches Hérens) à proximité des troupeaux pour mettre en fuite et effrayer les prédateurs.
Conditions d'utilisation	<p>Pour les chiens, utilisations d'animaux nés ou habitués au troupeau, qui présentent des caractéristiques comme l'attachement au troupeau, le type molossoïde, un caractère équilibré (calme, assurance, vigilance), l'aptitude à la protection, la tolérance à l'Homme et le caractère non chasseur. Les races communément utilisées sont les Montagnes des Pyrénées, les bergers d'Anatolie (Kangal), les Matins espagnols...</p> <p>Les ânes et lamas sont placés avec les troupeaux (éviter les étalons et les animaux trop jeunes). Utilisation possible de mâles castrés ou de femelles avec leurs petits, et pas plus de 2 (ils vont alors rester entre eux).</p> <p>Les vaches Hérens sont réputées pour leur fort caractère et leur aptitude à défendre leur territoire.</p>
Coût	Achat et entretien des chiens de protection pris en charge dans les zones de prédation.
Avantages	<p>Animaux toujours avec le troupeau et ayant des sens leur permettant de détecter les prédateurs.</p> <p>Ânes plus simples à utiliser que les chiens et grande capacité d'adaptation. Leur présence semble rassurer les troupeaux. Très vigilant et le brame peut effrayer les prédateurs. Aversion forte des ânes pour les canidés. Les touristes et usagers ont moins peur d'un âne que d'un gros chien. Demande moins d'entretien quotidien qu'un chien, et peut consommer la même ressource que les troupeaux à protéger.</p> <p>Vaches familières avec l'homme.</p>
Inconvénients	<p>Problèmes possibles avec les autres usagers des espaces (morsures, nuisances sonores...).</p> <p>Problèmes possibles avec les animaux d'élevage (dérangement).</p> <p>Les chiens étant proches génétiquement des loups, des interactions sociales peuvent être observées. Les chiens peuvent aussi s'absenter pour chasser la faune sauvage (Landry, 2021), créant ainsi du dérangement et délaissant la surveillance. Il faut aussi s'occuper des chiens hors de la saison d'estive et assumer leur entretien (nourriture, frais vétérinaires) tout au long de l'année. La race Montagne des Pyrénées semble moins adaptée face au loup</p>

	<p>que face à d'autres prédateurs : de nombreux chiens sont tués et ils seraient moins agressifs que d'autres races face au loup.</p> <p>Possibilité d'attaque des ânes et lamas par les loups, et problème si présence de chiens de protection (antagonisme). Les ânes ne sont pas capables d'évoluer dans les milieux les plus escarpés et demandent un entretien quotidien (du poil et des sabots).</p>
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chiens de protection des troupeaux largement utilisés en France sur des troupeaux ovins de tailles différentes. Rapport CANOVIS qui observe le comportement nocturne des chiens de protection des troupeaux.</li> <li>• Synthèse par J.M. Landry sur l'efficacité des chiens de protection : 80% des éleveurs notent une diminution des dégâts avec la présence de chiens de protection, et la diminution des pertes varie entre 33 et 100%.</li> <li>• Expérience menée par des éleveurs dans le Valais en 1995, ânes avec les troupeaux : les ânes sont très efficaces pour éloigner les chiens errants des troupeaux. Observation que les ânes sont efficaces pour protéger des troupeaux inférieurs à 50 individus dans un parc. Mais pas de connaissances sur l'efficacité pour protéger du loup.</li> <li>• A venir : vaches Hérens avec les troupeaux bovins dans le Parc National du Vercors pour protéger les troupeaux impactés par la prédation. Test réalisé sous l'impulsion de Socopa en Aveyron : « pas d'attaques depuis ».</li> </ul>
Commentaire	Pas de résultats pour l'instant des études sur les lamas.

<b>Répulsifs chimiques</b>	
Description	Utilisation de substances aversives pour éloigner les prédateurs des troupeaux.
Conditions d'utilisation	<p>Les substances peuvent être placées directement sur les animaux à protéger ou à proximité de l'animal à repousser ou en contact direct avec le prédateur.</p> <p>Les substances ayant déjà été testées sont le romel (Miller, 2014), la capsaïcine (Jenkins &amp; Haynes, 1962), tampon de mazout utilisé autour des troupeaux en Tchécoslovaquie (Guissard, 1997), poudre de fusil au Kirghizistan (Lescureux, 2007), urines d'humains (Hunt, 1984), kérosène (Jonker, 1998). Peuvent être utilisés sur des lots de moutons bien ciblés.</p>
Coût	
Avantages	Spray à la capsaïcine léger et peu coûteux, se conserve bien.
Inconvénients	<p>Effets secondaires importants (Cluff et Muray, 1995).</p> <p>Fort pouvoir irritant et lacrymogène donc ne peut pas être utilisé à proximité des troupeaux.</p> <p>Effets répulsifs sur d'autres espèces (Lehner, 1987).</p> <p>Habituation constatée chez le glouton.</p> <p>Portée limitée, le produit doit entrer en contact avec les yeux du prédateur pour être efficace. Les conditions météorologiques vont donc influencer l'efficacité (vent et pluie).</p>

Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La plupart ont eu lieu en captivité.</li> <li>• Odeur de poudre de fusil semble efficace, association de l'odeur au danger de l'arme.</li> <li>• Spray à la capsaïcine a semblé efficace.</li> </ul>
Commentaire	Pas d'expérimentation de la capsaïcine sur le loup.

<b>Aversion conditionnée par le goût</b>	
Description	Loup qui ingère et voit à plusieurs reprises des appâts traités avec des produits olfactifs et gustatifs le rendant malade va développer une aversion pour ce type d'aliments et arrêter de les consommer.
Conditions d'utilisation	
Coût	Variable en fonction du produit utilisé mais globalement faible.
Avantages	Peu coûteux.
Inconvénients	<p>L'efficacité dépend de la disponibilité en proies sauvages, si le loup a faim il consomme quand même les appâts traités (MacDonald 2004).</p> <p>Aversion réversible.</p> <p>Les animaux n'associent pas forcément le mal-être avec le comportement de prédation et peuvent donc continuer à attaquer.</p> <p>Technique non sélective qui peut impacter d'autres espèces.</p> <p>Dosages difficiles à contrôler.</p> <p>Difficulté d'impacter un grand nombre de loups.</p>
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appâts enduits de chlorure de lithium sur des carcasses d'agneaux pour le coyote et le loup aux Etats-Unis en captivité et milieu naturel (Gustavson) : bon résultats mais méthode critiquée car injection plutôt qu'ingestion.</li> <li>• Thiabendazole mélangé à la nourriture de loups captifs (Ziegler <i>et al</i>, 1983) : pas de certitude sur l'effet aversif.</li> <li>• Coyotes aux Etats-Unis : carcasses de poulets et moutons traitées au chlorure de lithium (Burns &amp; Connolly, 1980) : après 3 à 4 semaines d'exposition, les coyotes continuent de consommer les parties non traitées ou des proies vivantes.</li> <li>• Thiabendazole (provoque la nausée) sur des carcasses d'ovins proposées à des loups en captivité. Après avoir mangé les appâts, les loups ont refusé d'en consommer une seconde fois (Moriarty &amp; Nicolaus, 2009).</li> </ul>
Commentaire	

<b>Aversion alimentaire instantanée</b>	
Description	Substances chimiques utilisées pour rendre les appâts immangeables pour les coyotes, test de plusieurs huiles sur les gloutons...

Conditions d'utilisation	Introduction de la substance sur des carcasses de proies.
Coût	
Avantages	Appât directement associé à l'expérience négative.
Inconvénients	Aucune substance n'est efficace à long terme. Risque de report de la prédation sur d'autres animaux non traités. Méthode non sélective.
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode non testée sur le loup pour des proies vivantes.</li> <li>• Test de la renardine chez le coyote (Zemlicka &amp; Mason, 2000) : aucun effet.</li> </ul>

### Tirs d'effarouchement

Description	Tirs émettant un bruit très fort ou touchant l'animal sans le blesser.
Conditions d'utilisation	Cartouches pétards, balles de sacs de pois, balles de peinture, balles en caoutchouc, balles en grenaille métallique, balles au poivre. Les tirs sont effectués par les éleveurs, les chasseurs ou des lieutenants de louveterie. Il faut posséder un permis de chasse pour le port d'armes et respecter les consignes de sécurité. Associer la présence de l'Homme au danger pour le prédateur.
Coût	Prix des armes et munitions.
Avantages	Peu coûteux. Balles de sacs de pois biodégradables et moins dangereuses. Technique ciblant directement l'individu posant problème. Sentiment d'indépendance et de capacité de protection des éleveurs.
Inconvénients	Dépend de la capacité de détection de l'Homme, demande de voir le loup et d'être assez près pour tirer. Les tirs peuvent provoquer des blessures. Certaines munitions sont difficiles à trouver (sacs de pois). Les tirs conditionnent à éviter le tireur, pas nécessairement le troupeau. Demande de l'entraînement pour les tireurs.
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En France, utilisation de munitions en caoutchouc ou en grenaille métallique d'un diamètre inférieur à 2,25mm.</li> <li>• Expérimentations sur l'ours polaire et le loup (Bangs <i>et al</i>, 2006) pour tester l'efficacité de différentes munitions : comportement fuyant vis-à-vis de l'Homme mais pas de mesures sur la prédation réalisée.</li> <li>• Pas d'études sur l'efficacité en termes de prédation.</li> </ul>

### Collier à décharge électrique



Description	Collier utilisé au départ pour le dressage des chiens puis utilisé sur le loup, le coyote et l'ours. La décharge électrique dure de 1 à 13 secondes et peut aller jusqu'à 7000 V.
Conditions d'utilisation	<p>Capter des loups, les équiper d'un collier et les relâcher.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Activation manuelle du collier lorsque le loup entre dans la zone où le troupeau est présent. Nécessite la présence d'un système de détection.</li> <li>● Collier qui s'active automatiquement lorsque le loup entre dans la zone protégée (Rossler <i>et al</i>, 2012).</li> <li>● Collier électrique (système à piles) pour le loup et la proie (Shivik <i>et al</i>, 2002), également collier qui s'active avec le bruit de la cloche des animaux (Shivik &amp; Martin, 2000).</li> </ul>
Coût	725\$ pour l'équipement de Rossler <i>et al</i> .
Avantages	<p>Diminution de la probabilité d'une nouvelle attaque.</p> <p>Peu de maintenance.</p> <p>Phénomène d'apprentissage des autres individus de la meute.</p>
Inconvénients	<p>Onéreux.</p> <p>Nécessité de capturer les loups pour leur poser les colliers.</p> <p>Problème d'un point de vue éthique (douleur infligée).</p> <p>Collier irritant pour le loup (Shivik <i>et al</i>, 2000, 2003).</p> <p>Besoin de présence humaine pour déclencher les colliers dans certains cas.</p> <p>Variabilité de réaction entre les individus.</p> <p>Pas d'étude sur les effets sur le long terme.</p> <p>Batterie avec durée de vie limitée.</p>
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Test sur des troupeaux bovins dans le Wisconsin : pas d'attaques (CERPAM <i>et al</i>, 1998)</li> <li>● Forte réduction de la fréquentation de la zone protégée par les loups porteurs d'un collier mais aussi par les autres membres de la meute non équipés (Rossler <i>et al</i>, 2012).</li> <li>● Etude pour empêcher les loups d'accéder à une zone d'appâts (Gehring <i>et al</i>, 2006) : les loups équipés de colliers ont réduit de 50% leur fréquentation de la zone, et les loups non équipés ont augmenté de 18% leur fréquentation de la zone d'appât.</li> </ul>

### Système sonore et lumineux électronique (CERBERE)

Description	<p>CERBERE : dispositif émettant des sons (paroles humaines) par un poste radio et des flash lumineux clignotants (LED).</p> <p>Electronic Guard : sirène qui s'active pendant 7 à 10 secondes toutes les 6-7 minutes avec une lumière stroboscopique clignotante. Se déclenche automatiquement à la tombée de la nuit.</p>
Conditions d'utilisation	<p>Poser un ou plusieurs boîtiers sur des clôtures permanentes entourant le troupeau ou à l'intérieur du parc. Adapter le nombre de boîtiers à la surface à protéger : 2 EG pour surveiller des terrains de 8 à 12 ha (Prini, 2002) ; 4 appareils sur des sites de couchade de 200 m de diamètre (500 à 1500 brebis) ; 1 à 2 CERBERE selon les lieux de couchade (Duchamp <i>et al</i>, 2014).</p> <p>Orienter les signaux vers la zone supposée d'arrivée du prédateur, ne pas régler le volume sonore à un niveau trop élevé. Arrêter le système de temps en temps et le déplacer régulièrement.</p>
Coût	225-300\$ (EG, CERBERE), 600€ (alarm guard Novita)
Avantages	<p>Dispositif léger, de petite taille et portatif, bonne autonomie.</p> <p>Rapide et simple d'utilisation.</p> <p>Pas de dérangement des brebis (Duchamps <i>et al</i>, 2014).</p>
Inconvénients	<p>Déplacer, éteindre et rallumer le dispositif régulièrement.</p> <p>Risque d'effarouchement d'autres animaux sensibles au bruit.</p> <p>Peut attirer les prédateurs (observé sur le coyote).</p> <p>Peut apprendre au loup à ignorer le stimulus.</p>
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Testé sur un ensemble d'unités pastorales contiguës dans les Alpes de Haute Provence sur des lieux de couchade libre ou en parc (Duchamp <i>et al</i>, 2014), dans les Hautes Alpes (Comm. Pers. P. Mery, 2017), la Haute Savoie et le parc de la Vanoise (Comm. Pers. G.N. Grosset, 2017) : report observé de la prédation nocturne vers la prédation diurne. En Haute Savoie la prédation a cessé dans les jours suivants.</li> </ul>
Commentaire	La DDT 74 en possède un à disposition des éleveurs.

### Système d'alarme radio activé



Source : Washington department of fish and wildlife & Western wildlife outreach

Description	Boîtier constitué d'un récepteur, d'une lumière stroboscopique et de deux hauts parleurs reliés à un ordinateur qui collecte et stocke les informations transmises par les colliers équipés sur les loups. Batteries solaires ou batteries de 12V rechargeables. Flash et sons non familiers (voitures, tirs, chants, voix humaines...) quand un loup équipé d'un collier s'approche à une certaine distance (300m) du troupeau.
Conditions d'utilisation	Poser le boîtier sur une clôture permanente ou temporaire entourant le troupeau à protéger. Utiliser sur de petites surfaces pâturées (25 à 60 ha).
Coût	2000 à 3000 € par collier (CERPAM <i>et al</i> , 2012).
Avantages	Ne nécessite pas la présence humaine. Ne perturbe pas le troupeau. La diversité des sons limite le phénomène d'habituation.
Inconvénients	Nécessite la capture des loups pour leur poser le collier. Habituation rapide au stimulus si le son est toujours le même. Non conçu pour le pâturage libre. Onéreux.
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élevages ovins dans l'Idaho (Shivik <i>et al</i>, 2003) : diminution de la consommation dans la zone protégée. Mais les loups peuvent s'habituer au système même si les sons varient (Koehler <i>et al</i>, 1990).</li> <li>• Étude américaine (Breck <i>et al</i>, 2002), RAG installés autour des pâtures pour protéger des bovins. Il a été observé que lorsque les loups équipés des colliers émetteurs se sont approchés de la zone, ils ont déclenché l'alarme et ont fui (traces dans la neige observées suite à l'activation du RAG). Il n'y a pas eu d'attaque dans les 30 jours suivants. Lorsque le système RAG a été enlevé et le troupeau changé de place, les attaques ont repris.</li> </ul>

### Pistolet effaroucheur



Source : ASTERS

Description	Pistolet permettant de lancer des fusées de détresse, crépitantes ou détonnantes.
Conditions d'utilisation	Une fois le pistolet chargé, lever le bras à 45° et tirer en l'air.
Coût	
Avantages	Facile et rapide d'utilisation,
Inconvénients	Le loup peut s'y habituer si utilisé trop souvent, nécessite d'habituer les chiens et le troupeau au bruit de la détonation.
Expérimentations réalisées	Utilisé par un des bergers des réserves

### Combinaison d'outils

Description	Combiner différents systèmes d'effarouchement et donc différents stimuli pour éviter ou retarder le phénomène d'habituation.
Conditions d'utilisation	
Coût	
Avantages	Retarde le phénomène d'habituation par rapport à un outil utilisé seul.
Inconvénients	Matériel pouvant effrayer les troupeaux. Possible dérangement de la faune sauvage. Peu d'utilisation pour l'instant par les éleveurs car peu de connaissances et recul. Organisation importante pour mettre en place les méthodes combinées.
Expérimentations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barrière biologique et boîtier simulant les vocalises d'une meute de loups dans le Wisconsin (Anhalt <i>et al</i>, 2014) : pas de résultat probant mais le dispositif aurait changé la manière dont les loups utilisent le territoire.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>● Canon de propane et forte lumière combinés à différents sons (Bangs <i>et al</i>, 2006).</li><li>● Combinaison de différentes méthodes d'effarouchement : turbofladries, RAG, lumière, klaxon, présence humaine renforcée pour protéger des troupeaux de 2000 bêtes sur 7 ans dans l'Idaho : prédation 3,5 fois inférieure (en nombre de bêtes tuées) à celle dans les zones non protégées (Stone <i>et al</i>, 2017).</li><li>● Répulsifs chimiques combinés à des sons chez l'ours : les ours sont revenus 40 jours après avoir été effarouchés (Beckmann <i>et al</i>, 2009).</li></ul>
--	--

**Autres méthodes d'effarouchement citées (mais non testées ou seulement en captivité) :**

Dispositif anti taupes émettant des sons à intervalles réguliers (a repoussé les loups pendant 7 jours). Vaches de race Hérens sur les troupeaux de brebis (test Socopa dans l'Aveyron) « pas d'attaques depuis », « effets concrets dans les Alpes sur un troupeau de 1500 brebis touché par la prédation ».