

L'élimination des loups n'a pas permis d'empêcher de manière fiable les pertes d'animaux d'élevage

Received: 28 October 2025	Revised: 28 June 2026	Accepted: 16 July 2026
DOI: 10.1111/csp.2.70388		
PERSPECTIVE		Conservation Science and Practice A Journal of the Society for Conservation Biology
WILEY		
Removing wolves did not reliably prevent domestic animal losses		
Adrian Treves ¹  Dror Ben-Ami ²  Ari M. Cornman ³  Martin Dul'a ^{4,5} 		
Igor Khorozyan ^{6,7}  Miha Krofel ⁸  Miroslav Kutal ^{4,5} 		
José V. López-Bao ⁹  Rona Nadler Valency ^{2,10}  Shlomo Preiss-Bloom ^{2,10} 		
Francisco J. Santiago-Ávila ^{11,12}  Jurgis Šuba ¹³  Agrita Žunna ¹³ 		

Résumé

Les humains tentent généralement de tuer les animaux sauvages qu'ils perçoivent comme des menaces. **Cependant**, de nombreuses découvertes scientifiques ont semé le doute quant à l'efficacité de cette pratique pour remédier aux dégâts causés par la faune sauvage aux biens. En raison du caractère limité et de la faible qualité des données disponibles, l'incertitude persiste. Nous avons passé en revue les études récentes portant sur l'abattage des loups gris visant à protéger les animaux domestiques. Nos critères d'inclusion fixaient un seuil minimum garantissant une conception solide des études et un partage transparent des données. Dans cinq études menées dans cinq pays, l'abattage des loups n'a généralement eu aucun effet, a peut-être eu l'effet escompté, mais, le plus souvent, il a eu l'effet indésirable et contre-productif d'augmenter les pertes d'animaux domestiques. Nous avons quantifié les taux relatifs de ces trois résultats et constatons que la balance penche en faveur de l'absence d'effet ou d'effets indésirables. Nous abordons les variables potentiellement source de confusion et la nécessité d'un essai impartial, reproductible, transparent, randomisé et contrôlé portant sur l'élimination des prédateurs. Nous identifions et résumons les similitudes avec d'autres situations, allant de la transmission de maladies aux dégâts causés aux cultures.

MOTS-CLÉS : carnivores, conflit et coexistence, revues de consensus, bétail, BACI non randomisé, contrôle des prédateurs, modèles de récurrence spatio-temporelle et de survie

1. INTRODUCTION

Les humains tentent généralement de tuer les animaux sauvages qu'ils perçoivent comme des menaces. Les interventions létales constituent des pratiques courantes dans les secteurs de l'agriculture ou de la biodiversité, notamment pour gérer des organismes auxquels nous accordons moins de valeur afin de protéger des organismes ou des biens personnels auxquels nous accordons davantage de valeur. **Cependant**, des résultats scientifiques provenant du monde entier ont régulièrement soulevé des doutes quant à l'efficacité des interventions

létales pour résoudre les conflits entre l'homme et la faune sauvage, tels que la transmission de maladies, les dégâts aux cultures ou la prédation (voir la revue dans l'Annexe SI 1).

Les données de haute qualité sur l'efficacité des interventions létales étant rares, l'incertitude persiste. Les incertitudes scientifiques concernant les effets de l'abattage sur les survivants et leurs écosystèmes soulèvent des doutes légitimes quant à la gestion létale, car il s'agit d'une intervention irréversible. En l'absence de consensus scientifique, les décideurs politiques ne parviennent souvent pas à mettre en œuvre des interventions efficaces ou hésitent entre les intérêts de leurs électeurs.

La recolonisation en cours par les loups gris (*Canis lupus*) de plusieurs régions d'Eurasie et des États-Unis a suscité des controverses et donné lieu à des efforts visant à améliorer la coexistence (références ci-dessous) ; elle a conduit de nombreuses juridictions à mettre en œuvre des mesures d'élimination des loups. Nous présentons donc une vision consensuelle de l'efficacité de l'abattage des loups gris pour protéger les animaux domestiques. Nous avons exploité une augmentation modeste des données concernant l'abattage des loups gris pour protéger les animaux domestiques (AD), issues de cinq études menées indépendamment dans cinq pays, dans l'ordre chronologique suivant : Slovénie, l'ensemble du pays (Krofel et al., 2011) ; État du Michigan aux États-Unis (Santiago-Avila et al., 2018a, 2018b) ; Slovaquie, l'ensemble du pays (Kutal et al., 2024) ; Lettonie, l'ensemble du pays (Suba et al., 2023) ; et Israël, le plateau du Golan (Nadler Valency et al., 2026). Nos critères d'inclusion et d'exclusion ont suivi les recommandations statistiques formulées dans (Allison et al., 2016 ; Christie et al., 2020 ; Santiago-Avila et al., 2018a). Bien entendu, l'exclusion d'études est sujette à controverse ; c'est pourquoi les lecteurs intéressés trouveront dans le supplément 1 (SI 1) les références complètes des revues antérieures et des études individuelles notables. **Néanmoins, de nombreuses études exclues vont dans le sens de nos conclusions** (SI 1).

Bien que leur conception varie, les cinq études du **Tableau 1** s'efforçaient toutes de répondre à une question très similaire concernant l'efficacité de l'élimination des loups pour protéger la faune sauvage. **Par conséquent**, nous avons regroupé ces cinq travaux sous la catégorie « répliques techniques avec de nouvelles données » (c'est-à-dire des méthodes très similaires pour aborder le même mécanisme causal), conformément à une typologie des efforts de réplique (Trees, Chinn et Krofel, 2026 ; Treves, Khorozyan et al., 2026). Les méthodes d'abattage observées comprenaient l'abattage des loups par des agents gouvernementaux ou leur capture dans des pièges vivants suivie d'un abattage.

Parmi ces agents figuraient également des particuliers ou des organisations non gouvernementales titulaires d'un permis d'abattage d'animaux sauvages. Nous utilisons l'acronyme DA pour éviter le biais anthropocentrique associé au terme « bétail » et pour inclure les chiens et les animaux qui pourraient ne pas correspondre parfaitement à ces termes (par exemple, les équidés).

Notre étude et ses conclusions s'inscrivent dans le cadre des débats politiques actuels sur les interactions entre les loups et les humains aux États-Unis et dans l'Union Européenne, notamment en ce qui concerne les interventions visant à réduire les conflits ou à accroître la tolérance des populations envers les loups (Chapron et al., 2014 ; Treves & Bruskotter, 2014 ; USFWS, 2020).

TABLEAU 1. Cinq études sur l’abattage de loups dans cinq pays et son impact sur les pertes d’animaux domestiques (AD).

Site, source	Study design (and comment on handling of temporal autocorrelation TAC, dose D, and treatment bias TB ^a)	Spatial and temporal scale of study and subset for the analysis at right	Increase in DA losses (% and net losses ^{b,c})	No change in DA losses (% and net losses ^{b,c})	Decrease in DA losses (% and net losses ^{b,c})
Slovenia (Krofel et al., 2011, SI 2 for data)	Correlation and nBACI (no control over TAC, D, TB)	Comparing DA losses nationwide in year t to those in year $t + 1$ from 1996 to 2009	20%–27% (net loss +39 DA predation incidents)	0%–20%	57%–73%
USA, Michigan (Santiago-Ávila et al., 2018a, 2018b)	Cox proportional hazards and frailty models, that is, spatiotemporal recurrence (no control over TB, tested D, but controlled TAC)	Comparing recurrence of DA losses after wolf killing events to that of no-kill interventions for periods <1 year at 3 spatial scales of the Upper Peninsula, Michigan from 1998 to 2014 ($n = 199$ buffers with or without wolf killing)	78% increased hazard within 92.2 km ² , (spill-over effects)	Inferred no net effect	27% decrease in hazard (2.56 km ²); 28% decreased hazard within 144 km ²
Slovakia (Kutal et al., 2024, SI 2 for data)	Correlation by negative binomial GLMM and a temporal autocorrelation structure ($n = 293$ district-years) and subset nBACI (no control over D, TB, but the subset controlled TAC)	Comparing DA losses, at district level, in year t to those in year $t + 1$ from 2014 to 2019 (General dataset: 25 pairs of sequential years in treatment sites vs. 44 pairs of sequential years in non-randomized set of controls; Refined dataset: 13 pairs in treatment vs. 29 pairs in control.) (SI 2)	Treatment 0–8%, control 0–2%	Treatment 62%, control 91%	Treatment 31–38%, control 7%–9%
Latvia (Šuba et al., 2023, SI 2 for data)	Correlation by negative binomial regression, $n = 21$ sequential years nationwide (no control over TAC, D, TB)	Comparing DA losses nationwide in year t to those in year $t + 1$ from 2004 to 2022 with variable wolf killings (never zero) nationwide	33%–47% (net loss +20 sheep verified lost, or +195 DA reported killed)	0%–20%	53%–67%
Israel, Golan (Nadler Valency et al., 2026, SI 2 for data)	Cox proportional hazards and frailty models (spatiotemporal recurrence) $n = 468-11$ excluded records = 457 comprising 245 DA losses +212 shootings (no control over D, TB, but controlled TAC)	Comparing time to recurrence of DA losses after wolf killing to that of no-kill intervention for periods of 60 days at 2 spatial scales in the Golan Heights 2013–2021	70% increased hazard (unit and segment scales, spill-over effect)		30% decrease in hazard (unit and segment scales)

^aL’autocorrélation temporelle (TAC) désigne les sites où les pertes enregistrées au cours d’une année sont en corrélation avec celles de l’année suivante, même en l’absence de toute intervention.

La « dose » (D) correspond au nombre de loups abattus ou à l’effort déployé pour les abattre. Le biais de traitement (TB) fait référence au fait d’abattre davantage de loups là où les pertes avaient été les plus importantes.

^b% : estimé comme la proportion de paires de répliquats pour les études non randomisées d’impact avant-après avec groupe témoin (nBACI) ou les études de corrélation, ou comme le pourcentage de variation du risque de récurrence spatio-temporelle. Pour les études nBACI et de corrélation, nous avons estimé la perte nette d’animaux domestiques sur l’ensemble des répliquats, où le signe + signifie une augmentation (effet indésirable et contre-productif).

^cLes trois colonnes les plus à droite constituent une estimation qualitative et classée des effets du traitement pour une mesure comparative inter-études, analogue à ce qu’un observateur pourrait percevoir comme le résultat d’un changement dans l’abattage légal des loups entre le moment t et le moment $t + 1$ à travers les unités spatiales. Il convient de consulter les analyses statistiques originales menées au sein de chaque étude pour obtenir les estimations des effets du traitement dans chacune d’elles. Les fourchettes de valeurs indiquent si l’on inclut ou non les années où aucun loup n’a été abattu, et si l’étude d’origine présentait deux mesures de la perte de DA. Voir l’Annexe SI 2 pour la description des méthodes.

2. MATERIEL et METHODES

Comme, à notre connaissance, aucune étude randomisée fiable n’a jamais été menée sur l’abattage des loups (SI 1), nous avons inclus toutes les études de qualité moindre que nous avons jugées fiables au regard des critères statistiques et de conception de la recherche

exposés ci-après. Nous avons évité les biais écrasants. L'expression « biais écrasant » fait référence à des problèmes de conception et d'analyse identifiés par les statisticiens dans (Allison et al., 2016 ; Christie et al., 2020 ; Santiago-Avila et al., 2018a ; Treves & Khorozyan, 2025) ; à savoir, une analyse erronée du regroupement qui gonfle les effets apparents du traitement ; des valeurs de référence inappropriées ; l'exclusion inexplicite ou arbitraire de données ; ou des méthodes peu claires sans présentation des données permettant une reproduction des résultats. Nous détaillons les critères d'inclusion et d'exclusion dans l'Annexe SI 1. Plusieurs des études exclues rapportaient des résultats mitigés, tout comme celles que nous avons incluses ; les décisions d'exclusion ont donc été prises a priori sur la base des méthodes utilisées (SI 1).

Nous avons inclus les études qui (a) utilisaient soit des analyses d'impact avant-après non randomisées (nBACI, voir l'Annexe SI 1 pour les termes synonymes de ces plans d'étude), soit des analyses analogues du délai jusqu'à l'événement pour la récurrence des attaques de loups entraînant une perte de DA, traitant les sites ou les troupeaux comme des réplicats et mesurant le délai jusqu'au prochain événement de perte de DA (ci-après « récurrence spatio-temporelle ») ; ainsi que (b) des études qui partageaient leurs données et l'ensemble de leurs méthodes, afin que nous puissions évaluer si l'étude ne comportait pas de biais de la part des chercheurs dans la sélection des sujets, des traitements, des mesures ou de la communication des résultats. Lorsque les données brutes n'étaient pas présentées dans l'étude originale, nous les avons incluses dans l'Annexe 2.

Nous avons donné la priorité à une évaluation qualitative des effets du traitement consistant à abattre des loups dans les cinq études plutôt qu'à une méta-analyse formelle, et ce pour deux raisons. Nous ne considérons pas que le domaine soit mûr pour une méta-analyse quantitative, car il manque de mesures standardisées des traitements, sans parler des résultats (Annexes 1 et 2). En l'absence de méthode d'intervention standardisée (les méthodes d'abattage des loups différaient quelque peu d'une étude à l'autre) et de résultats standardisés (les pertes de DA ont été mesurées, vérifiées et rapportées de manière légèrement différente), nous ne pensons pas que le domaine soit encore prêt pour une méta-analyse formelle. Nous avons déduit l'effet souhaité (diminution des pertes de DA), l'absence d'effet ou l'effet indésirable d'une augmentation des pertes de DA, séparément pour chaque étude. Nous disposons ainsi d'une mesure semi-quantitative de l'effet du traitement, analogue à +1, 0 ou -1. Nous avons quantifié les effets des traitements au sein des études dans le Tableau 1.

Nous décrivons ici une méthode de comparaison inter-études des pertes de DA suite à l'élimination des loups. Dans le Tableau 1, nous présentons cette comparaison inter-sites de l'effet du traitement quantifié pour chaque étude à des fins de comparaison. Pour les deux études ayant utilisé des analyses du délai jusqu'à l'événement (Michigan, États-Unis, et Golan, Israël), nous avons déduit un effet net du traitement lié à l'élimination des loups directement à partir des rapports de risque figurant dans les études publiées (Santiago-Avila et al., 2018a, 2018b) et (Nadler Valency et al., 2026), respectivement. Pour les études ayant utilisé la méthode nBACI ou une simple corrélation, nous avons dû estimer des comparaisons similaires et significatives des effets du traitement entre les études (Tableau 1). Pour deux ensembles de données, nous avons regroupé les études menées en Slovaquie (Krofel et al., 2011) et en Lettonie (Suba et al., 2023) au sein d'une analyse nBACI à l'échelle nationale, dans laquelle des paires d'années consécutives sont considérées comme des mesures « avant »

et « après », et où l'intervention varie d'une année à l'autre, avec des fluctuations à la hausse et à la baisse, y compris l'absence totale d'abattage de loups certaines années (SI 2). **Pour la Slovénie et la Lettonie, nous avons mis au point la méthode suivante qui permet d'effectuer des comparaisons entre les études.** Nous avons calculé la variation du nombre de loups abattus (année $t + 1$ – année t) et la variation du nombre de DA perdues (année $t + 1$ – année t) telles qu'elles ont été rapportées dans les études originales. Notre traitement des études sur la Lettonie et la Slovénie diffère de celui de l'ensemble de données sur la Slovaquie (Kutal et al., 2024) dans lequel, au niveau des districts, les auteurs ont sélectionné un ensemble non aléatoire de témoins (districts n'ayant enregistré aucune mise à mort de loups au cours de deux années consécutives) afin de les comparer aux sites d'intervention (districts ayant enregistré plus de zéro mise à mort de loups survenues à la fin de la première année « avant », tandis que la deuxième année était considérée comme « après » ; voir (Kutal et al., 2024) pour plus de détails et le supplément 2 pour les données). Notre défi consistait à mettre au point une méthode permettant des comparaisons inter-études entre les trois sites nBACI du **Tableau 1**, qui puisse être interprétable pour tirer une conclusion qualitative sur les effets du traitement. Dans le cas de la **Slovaquie**, il pourrait être plus approprié de comparer les résultats de ce pays avec ceux des autres études portant sur les sites de traitement (c'est-à-dire ceux où le nombre de loups tués était supérieur à zéro), car tous les sites témoins Slovaques n'enregistraient aucun loup tué. **Cependant**, nous estimons qu'il est également instructif de présenter séparément les résultats des sites témoins (nombre de loups abattus = 0), car cela nous renseigne sur l'hétérogénéité des résultats concernant les pertes de DA en l'absence d'intervention. **Par conséquent**, le **Tableau 1** pour la Slovaquie présente les résultats tant pour les conditions d'intervention que pour les conditions témoins (aucun loup éliminé).

En résumé, nous testons l'hypothèse traditionnelle selon laquelle l'augmentation du nombre déclaré d'abattages de loups réduira les pertes de DA, ou l'hypothèse plus récente selon laquelle l'abattage d'un plus grand nombre de loups augmentera ces pertes, ce qui revient à « jeter de l'eau sur le feu » dans la première prédiction ou à « jeter de l'huile sur le feu » dans la seconde, conformément aux hypothèses formelles proposées dans (Treves et al., 2019). Dans les deux approches (avec ou sans années sans variation du nombre de loups abattus), nous avons ensuite comptabilisé le nombre d'années au cours desquelles l'effet souhaité a été observé (réduction du nombre de DA perdus), l'effet indésirable (augmentation du nombre de DA perdus) ou l'absence d'effet (aucun changement dans le nombre de DA perdus). Pour l'étude **Slovaque**, nous présentons la moyenne et la variabilité des pertes de DA tant dans les réplicats témoins que dans les réplicats de traitement (voir **Tableau 1**).

Dans les Tableaux SI-S6, nous avons pris en compte le problème potentiel lié au fait que les taux d'abattage des loups dans une étude n'étaient pas mesurés de manière équivalente à ceux d'une autre étude. Dans le même ordre d'idées, dans la même section du supplément SI 2, nous examinons le problème des abattages de loups non détectés et non mesurés, résultant de causes illégales ou non déclarées. Ces incertitudes concernant la dose de traitement pourraient fausser une éventuelle évaluation inter-sites des effets du traitement. **Nous discutons de l'effet potentiellement confondant des mises à mort de loups non déclarées dans le supplément SI 1, afin de justifier notre hypothèse selon laquelle l'erreur produite serait aléatoire et ne conduirait pas à une sous-estimation ou à une surestimation systématique des effets de la dose sur les mises à mort de loups.** Pour ces raisons, nous partons du principe

que nos inférences concernant l'effet du traitement ne comparent pas l'absence totale d'abattage de loups à un certain nombre d'abattages, mais comparent un faible nombre d'abattages à un nombre plus élevé au sein des cinq études pour lesquelles nous disposons de données brutes (Supplément 2). Ces comparaisons intra-sites excluent en outre toute quantification méta-analytique de l'ampleur des effets du traitement. Nous nous limitons à des comparaisons qualitatives entre sites et appelons à la réalisation d'essais randomisés de plus grande envergure afin de surmonter ces incertitudes.

2.1. Éthique

Voir les cinq études originales pour les déclarations éthiques. Pour cette revue, nous n'avons pas eu besoin de sujets de recherche ni d'autorisations.

3. RESULTATS

Nous avons constaté que l'effet de l'abattage des loups visant à protéger les animaux domestiques (AD) est extrêmement **imprévisible**, comme l'ont récemment démontré cinq études (Tableau 1). L'abattage des loups n'a généralement eu aucun effet ; il a, plus rarement, eu l'effet escompté ; et, encore plus rarement, il a eu l'effet indésirable et contre-productif d'augmenter les pertes d'AD (ci-après dénommé « **effet indésirable** »).

Les cinq études ont toutes mis en évidence des **effets souhaitables** et des **effets indésirables** (Tableau 1). Le résultat consensuel était l'**absence d'effet**. Nous avons estimé les taux relatifs des trois effets du traitement, à l'aide d'un indicateur inter-études décrit dans le supplément 2. Nous concluons de cette estimation que la balance penche en faveur de l'absence d'effet ou des effets indésirables.

Trois études avaient initialement rapporté des effets statistiquement significatifs à $p < 0,05$ (Kutal et al., 2024 ; Nadler Valency et al., 2026 ; Suba et al., 2023). Trois d'entre elles ont constaté une prépondérance d'effets indésirables entraînant des pertes de DA plus importantes (Kutal et al., 2024 ; Nadler Valency et al., 2026 ; Santiago-Avila et al., 2018a, 2018b). Ces trois études nBACI nous ont permis de quantifier les taux annuels des différents effets du traitement, tant au niveau national qu'au niveau infranational (Tableau 1, SI 2). Les autres modèles de récurrence spatio-temporelle ne permettent pas une description aussi directe des effets souhaitables et indésirables, bien qu'ils s'accordent sur l'existence d'effets de débordement (Nader Valency et al., 2026 ; Santiago-Avila et al., 2018a, 2018b). Dans ce contexte, les retombées désignent les pertes de DA dues à la prédation dans les troupeaux voisins après l'abattage de loups. Les effets de retombées potentiels soulignent la nécessité de disposer de méthodes spatio-temporelles standardisées et de contrôler les variables qui varient d'un troupeau à l'autre, telles que les méthodes de protection des troupeaux (Nadler Valency et al., 2026).

4. DISCUSSION

Les cinq études de terrain, menées selon des méthodes similaires et s'appuyant sur des données communes, font apparaître un consensus : l'abattage des loups visant à prévenir les pertes d'animaux d'élevage (DA), tel qu'il est actuellement pratiqué, s'est révélé **hautement imprévisible**. L'abattage des loups n'a généralement eu aucun effet ; il a parfois produit l'effet escompté, mais le plus souvent, il a eu l'effet contre-productif et indésirable d'accroître

les pertes d'animaux d'élevage. Nous avons quantifié les taux relatifs de ces trois résultats afin de conclure, d'un point de vue qualitatif, que la balance penche davantage vers l'absence d'effet que vers les effets indésirables.

Nos critères d'exclusion n'ont pas faussé notre conclusion principale concernant les effets mixtes du traitement, car plusieurs des études marquantes exclues faisaient également état de ces effets mixtes, bien qu'elles n'aient pas partagé les données nous permettant de reproduire leurs résultats (SI 1). Dans le supplément SI 1, nous résumons plusieurs explications proposées pour ces effets mixtes du traitement.

La force de l'inférence n'était pas uniforme d'une étude à l'autre (Tableau 1). La taille des échantillons variait et la robustesse des plans d'étude différait (Christie et al., 2020 ; Treves & Khorozyan, 2025). Nous convenons qu'il est nécessaire de disposer d'un essai contrôlé randomisé (ECR) fiable et reproductible, répondant aux normes les plus élevées, sur l'élimination des loups. Nous reconnaissons que les obstacles à la réalisation d'un tel ECR comprennent la volonté organisationnelle, le financement et une planification rigoureuse. **Pourtant**, il existe des exemples d'ECR fiables portant sur des interventions létales contre des carnivores de plus petite taille, par exemple les blaireaux (*Meles meles*) au Royaume-Uni pour prévenir la transmission de la tuberculose bovine au bétail, ainsi que l'empoisonnement des renards roux (*Vulpes vulpes*) et des dingos (*Canis familiaris dingo*) en Australie pour prévenir les pertes de moutons (Bielby et al., 2016 ; Greentree et al., 2000 ; Campbell et al., 2019 ; Allen et al., 2020 ; voir l'Annexe SI 1 pour un résumé de plusieurs autres études sur les blaireaux et les dingos), suggèrent qu'au moins certains de ces obstacles peuvent être surmontés dans la pratique lorsque des conditions favorables sont réunies. **Cependant**, comme pour les loups, les études sur les blaireaux, les renards et les dingos ont également fait état de **résultats mitigés** et **imprévisibles** des interventions létales, avec des effets souhaités limités et des effets indésirables occasionnels (des résultats similaires concernant les pertes de récoltes et d'autres biens sont résumés dans l'Annexe SI 1).

Nous faisons état d'un consensus sur des **variables de confusion** communes et non mesurées. Nous convenons de la nécessité de réduire l'incertitude entourant l'identification des proies tuées par les loups par opposition à la charogne ou à la prédation par d'autres espèces, y compris les chiens (études résumées dans l'Annexe SI 1). Nous convenons également de l'importance d'identifier les loups tués qui n'étaient pas impliqués, par rapport à ceux qui étaient effectivement impliqués dans la prédation DA. Nous sommes également d'accord sur la qualité modeste des données essentielles recueillies par les agences gouvernementales dans les cinq études que nous avons examinées (Annexe 2). Ces sources d'erreur peuvent être systématiques ou aléatoires et apparaissent en partie ou en totalité dans chacune des cinq études (Tableau 1). À la suite de la discussion ci-dessous sur les **variables potentiellement confondantes**, nous décrivons ce que nous considérons comme le minimum requis en matière de tenue de registres pour combler les lacunes actuelles dans les données scientifiques.

Nous sommes également d'accord sur l'importance – que nous soulignons – de la variabilité des interactions loup-animaux d'élevage-humains, causée notamment, mais pas exclusivement, par le **comportement individuel** des loups ; la densité, la dynamique et la répartition des meutes, y compris leurs structures sociales et leurs comportements avant et

après toute intervention ; la vulnérabilité des animaux d'élevage, y compris le comportement humain tant au niveau de l'élevage que de l'intervention ; et la présence ou l'abondance de prédateurs survivants (de toute espèce) susceptibles de remplacer ceux qui ont été éliminés (résumés dans l'Annexe SI 1). Toutes ces variables, et peut-être en particulier la disponibilité de nourriture sauvage ou sa présence dans le régime alimentaire des loups, ainsi que les méthodes de protection des animaux d'élevage (par exemple, clôtures, bergers), peuvent brouiller l'interprétation des effets du traitement.

Les études sur l'élimination des loups ont parfois tenté, mais ont invariablement échoué, à prendre en compte scientifiquement tout ou partie des variables susmentionnées. Cela ne signifie pas pour autant que chaque variable présente dans un paysage où coexistent loups, animaux d'élevage et humains doit être rigoureusement mesurée. Au contraire, des ECR sans biais ou, mieux encore, des plans croisés de « référence absolue » avec mise en aveugle (Khorozyan, 2021 ; Mukherjee, 2010 ; Treves et al., 2019 ; Treves & Khorozyan, 2025) et des tailles d'échantillon adéquates pourraient être nécessaires **pour surmonter une grande partie de la complexité des effets potentiellement confondants.**

Nous mettons l'accent sur trois variables de confusion courantes (l'autocorrélation temporelle TAC, l'effet de dose D et le biais de traitement TB, présentées dans le **Tableau 1**), qui génèrent souvent des erreurs dans les études non randomisées. Ces erreurs comprennent les faux positifs (conclure à l'existence d'un effet de traitement alors qu'il n'y en a pas) et l'inversion du signe de la relation (conclure à un effet opposé à l'effet réel). Ces trois conditions de **confusion** potentielles (TAC, D et TB) méritent une mention particulière, car elles peuvent fréquemment conduire à de fausses découvertes ou à des inférences diamétralement opposées concernant les effets du traitement, précisément dans les plans d'étude et les systèmes animaux que nous examinons ici (Treves & Khorozyan, 2025).

Autocorrélation *temporelle* : une variable de confusion courante dans les études sur le contrôle de la faune sauvage est l'autocorrélation spatiale ou temporelle (TAC dans le **Tableau 1** entre les pertes subies par des troupeaux d'animaux domestiques ou des sites aux instants t et $t + 1$, ou entre un emplacement x et les emplacements adjacents) (Treves & Khorozyan, 2025). Si un troupeau ou un site subit des pertes répétées au fil du temps, ou si différents troupeaux subissent des pertes aux mêmes endroits (ci-après appelés « points chauds »), il faut tenir compte de l'autocorrélation indépendamment de tout effet du traitement. De telles **autocorrélations** sont courantes dans les interactions entre les loups et les humains et constituent un problème bien connu dans les plans d'étude **non randomisés** (Christie et al., 2020 ; Treves & Khorozyan, 2025). Les « **points chauds** » peuvent poser plusieurs problèmes pour les études sur l'élimination des animaux sauvages. Ils peuvent résulter d'une négligence des biens ou de pratiques d'élevage inadéquates (par exemple, le pâturage à proximité de zones de prédominance des loups sans protection du troupeau) ; d'un mauvais état de santé ou d'une vulnérabilité des animaux d'élevage ; ou de l'utilisation répétée de caractéristiques du paysage (par exemple, une topographie accidentée ou une végétation dense). Dans de telles conditions, les pertes peuvent s'aggraver indépendamment des variables liées aux prédateurs, et la morbidité des animaux cibles peut contribuer à une perception accrue de la prédation et à des taux de charognage élevés. **Cela peut entraîner une autocorrélation temporelle ou spatiale des pertes, indépendamment des prédateurs ou de leur élimination.** Toutes les études que nous résumons ici ont fait état de « **points chauds** »

de pertes d'animaux d'élevage ; **cependant**, il peut s'avérer très difficile de prendre en compte statistiquement l'autocorrélation spatio-temporelle de ces points chauds avant d'évaluer les effets des traitements (Santiago-Avila et al., 2018). Cette dernière étude ainsi que celle de (Nadler Valency et al., 2026) ont utilisé une variante des modèles de survie appelée « **modèles de fragilité** », qui tenait compte de l'identité de l'exploitation dans le schéma global de récurrence des pertes et traitait également de l'autocorrélation spatiale des pertes (Nadler Valency et al., 2026 ; Santiago-Ávila et al., 2018a) ; l'une de ces études a également exclu les exploitations agricoles présentant des pertes chroniques (voir le supplément dans Santiago-Ávila et al., 2018a). Même dans le cadre d'études randomisées, les chercheurs peuvent être amenés à prendre en compte les effets de débordement et la distribution spatio-temporelle plus large des effets de l'élimination des animaux sauvages. Les études de corrélation et nBACI présentées dans le **Tableau 1** n'ont pas pu corriger l'autocorrélation temporelle, sauf lors de la sélection d'un sous-ensemble de sites témoins et de sites de traitement (Kutal et al., 2024 ; Santiago-Ávila et al., 2018a).

4.1. Dose (D)

Une autre variable potentiellement source de confusion est la « **dose** », c'est-à-dire l'intensité de l'élimination des loups, mesurée soit par le nombre de loups éliminés, soit par l'intensité de l'effort humain nécessaire pour éliminer ce même nombre de loups. Augmenter la dose en réponse à des perceptions subjectives d'un besoin est une réaction humaine courante face aux conflits avec la faune sauvage (Treves & Khorozyan, 2025, et Annexe 1). Après une prédation présumée, les gens ont tendance à tuer davantage de prédateurs à proximité des sites ou des troupeaux subissant des pertes plus importantes. En utilisant une analogie biomédicale, il pourrait sembler raisonnable d'administrer davantage de médicaments à ceux qui souffrent de symptômes plus fréquents ou plus graves. On peut imaginer quand cela est raisonnable (par exemple, davantage de sérum pour le patient ayant perdu plus de sang) et quand cela devient une dose déraisonnable (par exemple, des doses massives d'aspirine pour un mal de tête sévère).

Quelle que soit la manière dont on prend des médicaments ou dont on considère les loups, il n'est pas certain qu'il soit approprié d'augmenter la dose lors de l'élimination des loups sauvages. Les corrélations entre la dose et les pertes antérieures entraînent des taux d'erreur élevés concernant l'effet du traitement que constitue l'élimination des loups si l'on ne peut pas recourir à un plan d'étude randomisé, comme le montrent des simulations (Treves & Khorozyan, 2025).

4.2. Biais de traitement (TB)

Faire varier une dose de manière subjective comme ci-dessus constituerait un biais de traitement (TB). Il existe toutefois d'autres formes de biais de traitement, en particulier dans les études non randomisées. Étant donné que de nombreuses attaques de loups sur les animaux d'élevage (DA) ne se produisent qu'une seule fois sans récurrence (SI 1), l'hypothèse selon laquelle il faudrait abattre davantage de loups là où davantage de DA ont été déclarés perdus ne peut être validée dans la pratique sans groupe témoin ou scénario contrefactuel : que se serait-il passé sans intervention ? L'absence d'une « dose zéro », d'une ligne de base appropriée ou d'une condition témoin introduirait également un TB, lorsque des sites où aucun loup n'a été abattu n'ont pas été étudiés. Toutes les études incluses ont mesuré les résultats après zéro perte. Par exemple, Nader Valency et al. (2026) ont rendu compte de

deux troupeaux dans des exploitations agricoles présentant des pratiques d'élevage très contrastées. Une exploitation pratiquant l'abattage fréquent des loups a subi des pertes persistantes, tandis que l'autre, qui ne pratiquait pas l'abattage des loups, a enregistré le taux de perte le plus faible.

De plus, en ce qui concerne le biais de traitement, les méthodes utilisées pour éliminer les loups sont importantes et rarement standardisées ou décrites scientifiquement. À savoir, la conception des interventions — telles que les emplacements précis et vérifiés des opérations d'élimination de la faune sauvage par rapport aux lieux des pertes ; les intervalles de temps s'écoulant entre une perte et une intervention ; le déploiement et la conception des méthodes d'élimination, et le fait qu'elles soient directes (par exemple, l'abattage) ou indirectes (par exemple, le piégeage) — sont tous essentiels pour tirer des conclusions solides sur l'efficacité de l'élimination de la faune sauvage. L'absence de description des interventions peut accroître le biais de traitement (TB) et d'autres biais (Allison et al., 2016). Des procédures standardisées pour la conception et l'administration des traitements, associées à un « aveuglement » (c'est-à-dire le fait de dissimuler quel sujet a reçu quelle condition), devraient réduire le biais de traitement (Khorozyan, 2021 ; Mukherjee, 2010 ; Treves et al., 2019 ; Treves & Khorozyan, 2025).

4.3. Limites

Nous concluons qu'aucune étude isolée ne peut rendre compte de l'effet ultime de l'élimination des loups sur un site (ni probablement de celle de toute autre espèce, voir SI 1). Cette conclusion semble particulièrement valable en l'absence de groupes témoins randomisés, d'un large échantillon de répliques indépendantes ($n > 100$) et de la prise en compte des deux variables de confusion clés que sont le TAC et le TB, évoquées plus haut. Même les résultats des ECR peuvent dépendre du site dans le cadre d'essais cliniques ou de terrain. Par exemple, le moment choisi pour l'intervention peut avoir une incidence déterminante sur son succès. Cela nous rappelle que les débats controversés entre des équipes de chercheurs aux conclusions opposées exigent davantage de preuves, car les deux équipes peuvent avoir raison ou avoir tort (Christie et al., 2020 ; Treves & Khorozyan, 2025).

5. CONCLUSIONS

En conclusion, l'élimination des loups visant à protéger les animaux domestiques (AD), telle qu'elle a été récemment mise en œuvre dans les cinq études que nous avons examinées (par exemple, des agents gouvernementaux arrivant sur les lieux bien après la perte d'animaux domestiques, éliminant souvent les loups loin des sites d'origine), semble mal conçue pour produire les effets escomptés. **De plus**, le risque d'effets indésirables et de répercussions sur les troupeaux voisins ou les années suivantes soulève des doutes quant à l'élimination des loups. Le simple respect du principe de précaution inciterait à s'abstenir d'une telle intervention, comme l'affirment de récentes décisions de la Cour de justice de l'Union Européenne concernant les loups (Trouwborst, 2026). Compte tenu de ces derniers arrêts, selon lesquels les États membres de l'UE devront recourir aux meilleures connaissances scientifiques et prendre toutes les précautions nécessaires pour maintenir les loups dans un « état de conservation favorable », nous suggérons que la collecte de données par les pouvoirs publics concernant l'abattage des loups soit améliorée.

Nous **recommandons** de faire preuve de plus de rigueur dans la collecte des données afin d'éviter le gaspillage de ressources publiques limitées dans des interventions inefficaces et des recherches peu pertinentes. Nous **recommandons** aux agences gouvernementales de former et de déployer des équipes d'intervention rapide chargées de suivre les plaintes ou de répondre aux risques imminents, comme suit : (a) en se rendant dans toutes les exploitations situées dans l'aire de répartition des loups au moins une fois par an ; (b) en suivant un protocole systématique de collecte de données ; (c) en incluant les valeurs nulles (aucune perte, aucun loup abattu) dans ce protocole ; (d) en mettant à jour chaque année les registres relatifs à la présence et à l'état (fonctionnel ou négligé) des dispositifs de protection du bétail ; et (e) en recueillant les perceptions des éleveurs concernant la présence de loups et de proies sauvages (absente, rare, fréquente). Lorsque ces équipes interviennent face à un risque imminent, nous recommandons qu'elles renforcent les mesures de protection et en assurent ensuite un suivi rigoureux. Lorsqu'elles interviennent suite à des pertes, elles devraient être formées et équipées pour vérifier s'il y a eu prédation et, le cas échéant, quel prédateur était en cause. Des essais en aveugle portant sur la précision des vérifications effectuées par le personnel de ces équipes contribueraient grandement à améliorer la rigueur scientifique des données sur les interactions entre les loups et les DA. Il faut espérer que ces méthodes simples de collecte de données permettront de pallier les lacunes du domaine en matière de mesure de certaines des variables de confusion que nous avons décrites ci-dessus. Inévitablement, certains bailleurs de fonds pourraient hésiter à financer des équipes de terrain chargées de se rendre sur toutes les propriétés des éleveurs dans une vaste aire de répartition des loups. Peut-être cet article et des explications claires sur l'impossibilité de tirer des conclusions concernant les interventions sans ces données s'avèreraient-ils convaincants.

Étant donné que des loups, des animaux d'élevage et des biens humains risquent d'être perdus et que des valeurs socio-économiques et de conservation sont en jeu dans cette question, il ne s'agit pas ici d'opposer l'élimination de la faune sauvage au bien-être animal, aux droits, aux valeurs ou aux préoccupations morales. Il s'agit plutôt d'un débat scientifique sur la rationalité et l'efficacité du recours à des interventions létales par opposition à des interventions non létales.

Indépendamment des preuves scientifiques, les préférences humaines ou les jugements de valeur pourraient prévaloir dans certaines juridictions. Si ce scénario et d'autres conséquences indésirables dont nous avons discuté plus haut devaient se concrétiser dans les politiques publiques, nous exhortons alors les décideurs concernés à séparer de manière transparente les valeurs des preuves. Cela pourrait se faire très simplement en ce que le décideur final déclare : « Malgré les preuves indiquant que l'élimination des loups ne protège généralement pas les DA, nous éliminerons quand même les loups parce que nous accordons de l'importance à X. » (Ici, X est un argument normatif et moral, et non une affirmation concernant les preuves d'efficacité.) Par exemple, X pourrait être « la sécurité publique passe avant tout », « les chasseurs ont besoin d'un meilleur accès », « nous ne faisons pas confiance à la science » (Treves et al., 2024). **En résumé**, lorsque les décideurs font passer les valeurs avant les données factuelles, ils devraient divulguer cette priorité de manière transparente plutôt que de prétendre que la valeur est fondée sur des données factuelles. Une telle transparence de la part des décideurs pourrait aider le public à comprendre pourquoi ces décisions ont été prises.

REFERENCES

- Allen, L. R., Barnes, T. S., Fordyce, G., McCosker, K. D., & McGowan, M. R. (2020). Reproductive performance of northern Australia beef herds. 8. Impact of rainfall and wild dog control on percentage fetal and calf loss. *Animal Production Science*, 63(4), 388–394. <https://doi.org/10.1071/an19430>
- Allison, D. B., Brown, A. W., George, B. J., & Kaiser, K. A. (2016). Reproducibility: A tragedy of errors. *Nature*, 530, 27–29. <https://doi.org/10.1038/530027a>
- Bielby, J., Vial, F., Woodroffe, R., & Donnelly, C. A. (2016). Localised badger culling increases risk of herd breakdown on nearby, not focal, land. *PLoS One*, 11(10), e0164618. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164618>
- Campbell, G., Coffey, A., Miller, H., Read, J. L., Brook, A., Fleming, P. J. S., Bird, P., Eldridge, S., & Allen, B. L. (2019). Dingo baiting did not reduce fetal/calf loss in beef cattle in northern South Australia. *Animal Production Science*, 59(2), 319–330. <https://doi.org/10.1071/an17008>
- Chapron, G., Kaczensky, P., Linnell, J. D. C., von Arx, M., Huber, D., Andrén, H., López-Bao, J. V., Adamec, M., Álvares, F., Anders, O., Balčiauskas, L., Balys, V., Bedő, P., Begó, F., Blanco, J. C., Breitenmoser, U., Brøseth, H., Bufka, L. k., Bunikyte, R., ... Boitani, L. (2014). Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, 346(6216), 1517. <https://doi.org/10.1126/science.1257553>
- Christie, A. P., Abecasis, D., Adjeroud, M., Alonso, J. C., Anton, A., Baldigo, B. P., Barrientos, R., Bicknell, J. E., Cebrian, J., Ceia, R. S., Cibils-Martina, L., Clarke, S., Claudet, J., Craig, M. D., Davoult, D., De Backer, A., Donovan, M. K., Eddy, T. D., França, F. M., ... Buhl, D. A. (2020). Quantifying and addressing the prevalence and bias of study designs in the environmental and social sciences. *Nature Communications*, 11, 6377. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20142-y>
- Greentree, C., Saunders, G., McLeod, L., & Hone, J. (2000). Lamb predation and fox control in south-eastern Australia. *Journal of Applied Ecology*, 37, 935–943. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00530.x>
- Khorozyan, I. (2021). Dealing with false positive risk as an indicator of misperceived effectiveness of conservation interventions. *PLoS One*, 16(5), e0255784. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255784>
- Krofel, M., Černe, R., & Jerina, K. (2011). Učinkovitost odstrela volkov (*Canis lupus*) kot ukrepa za zmanjševanje škode na domačih živalih. Effectiveness of wolf (*Canis lupus*) culling as a measure to reduce livestock depredations. *Acta Silvæ et Ligni*, 95, 11–22. (Slovenian) https://www.researchgate.net/publication/233792224_Effectiveness_of_wolf_Canis_lupus_culling_to_reduce_livestock_depredations
- Kutal, M., Duľa, M., Selivanova, A. R., & López-Bao, J. V. (2024). Testing a conservation compromise: No evidence that public wolf hunting in Slovakia reduced livestock losses. *Conservation Letters*, 17(1), e12994. <https://doi.org/10.1111/conl.12994>
- Mukherjee, S. (2010). *The emperor of all maladies: A biography of cancer*. Scribner.
- Nadler Valency, R., Shavit, G., Preiss-Bloom, S., Margalit, S., Ben-Ami, D., & Dayan, T. (2026). Effects of lethal and non-lethal wolf (*Canis lupus*) management. *Ecological Solutions and Evidence*, 6(4), e70157. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.70157>
- Santiago-Ávila, F. J., Cornman, A. M., & Treves, A. (2018a). Killing wolves to prevent predation on livestock may protect one farm but harm neighbors. *PLoS One*, 13(1), e0189729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189729>
- Santiago-Ávila, F., Cornman, A., & Treves, A. (2018b). Correction: Killing wolves to prevent predation on livestock may protect one farm but harm neighbors. *PLoS One*, 13(2), e0209716. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209716>

- Šuba, J., Žunna, A., Bagrade, G., Done, G., Ornicāns, A., Pilāte, D., Stepanova, A., & Ozoliņš, J. (2023). Does Wolf Management in Latvia decrease livestock depredation? An analysis of available data. *Sustainability*, 15(11), 8509. <https://doi.org/10.3390/su15118509>
- Treves, A., & Bruskotter, J. T. (2014). Tolerance for predatory wildlife. *Science*, 344(6183), 476–477. <https://doi.org/10.1126/science.1252690>
- Treves, A., Bruskotter, J. T., & Elbroch, L. M. (2024). Evaluating fact claims accompanying policies to liberalize the killing of wolves. In G. Proulx (Ed.), *Wildlife Conservation & Management in the 21st century-issues, solutions, and new concepts* Chap. 6 (pp. 159–180). Alpha Wildlife Publications. https://faculty.nelson.wisc.edu/treves/pubs/Evaluate%20fact%20claims%20about%20killing%20wolves_2024.pdf accessed 2 August 2026
- Treves, A., Chinn, S., & Krofel, M. (2026). Irreproducible research and a typology of replication efforts. *Research Integrity and Peer Review*, 1, 19. <https://doi.org/10.1186/s41073-026-00203-4>
- Treves, A., & Khorozyan, I. (2025). Robust inference and errors in studies of wildlife control. *Scientific Reports*, 15, 33131. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-18497-7>
- Treves, A., Khorozyan, I., Krofel, M., López-Bao, J. V., & Proulx, G. (2026). Comment on Merz et al., 2025 corrected in 2026: Wolf-hunting in the USA does not seem to reduce domestic animal losses. *Science Advances* eLetter in review. <https://faculty.nelson.wisc.edu/treves/>
- Treves, A., Krofel, M., Ohrens, O., & Van Eeden, L. M. (2019). Predator control needs a standard of unbiased randomized experiments with cross-over design. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 402–413. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00462>
- Trouwborst, A. (2026). Favourable conservation status: EU court clarifies crucial yardstick for wildlife preservation and restoration in wave of wolf cases. *RECIEL*, 19, 1–19. <https://doi.org/10.1111/reel.70036>
- USFWS. (2020). Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Removing the Gray Wolf (*Canis lupus*) From the List of Endangered and Threatened Wildlife (Final rule). Federal Register, 85(213), 69778–69895. https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2020-11-03/pdf/2020-24171.pdf?utm_campaign=subscription+mailing+list&utm_source=federalregister.gov&utm_medium=email accessed 2 August 2026.

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

How to cite this article: Treves, A., Ben-Ami, D., Cornman, A. M., Dul'a, M., Khorozyan, I., Krofel, M., Kutal, M., López-Bao, J. V., Nadler Valency, R., Preiss-Bloom, S., Santiago-Ávila, F. J., Šuba, J., & Žunna, A. (2026). Removing wolves did not reliably prevent domestic animal losses. *Conservation Science and Practice*, e70388. <https://doi.org/10.1111/csp2.70388>