

Efficacité Des Méthodes D'atténuation Des Conflits Homme-Faune En Afrique Subsaharienne : Revue Systématique Des Succès Et Echecs Des Clôtures A Ruches, Des Clôtures Electriques Et Des Dissuasifs A Base De Piment

[Effectiveness Of Human-Wildlife Conflict Mitigation Methods In Sub-Saharan Africa: A Systematic Review Of The Successes And Failures Of Beehive Fences, Electric Fences And Chilli-Based Deterrents]

Geno Bongongo Matio¹

¹Master en sciences de l'environnement,

Chercheuse à l'Institut Géographique du Congo(IGC), Kinshasa, République démocratique du Congo

Auteur correspondant : Geno Bongongo Matio. Email : gbongongo2@gmail.com



Résumé : Les conflits homme-faune compromettent la sécurité alimentaire des ménages riverains des aires protégées d'Afrique subsaharienne. Cette revue analyse l'efficacité de trois méthodes d'atténuation des dégâts d'éléphants aux cultures : les clôtures à ruches, les dissuasifs à base de piment et les clôtures électriques. Une recherche documentaire structurée, limitée à la littérature en accès libre, a permis de retenir 22 études empiriques (1995-2024) et quatre revues. Le Kenya et la Tanzanie concentrent 73 % des études ; une seule provient d'Afrique centrale. Les clôtures à ruches ont repoussé en moyenne 76 % des éléphants sur neuf ans au Kenya, mais leur efficacité dépend de l'occupation des ruches et chute en période de sécheresse. Le piment agit comme un répulsif de court terme, exigeant en main-d'œuvre. Les clôtures électriques réduisent les incursions lorsqu'elles sont entretenues, mais leur coût (2 500 à 9 000 dollars américains par kilomètre) et l'apprentissage des éléphants en limitent la durabilité. Aucune méthode n'est efficace partout : le succès tient à l'entretien, à l'organisation communautaire et au contexte écologique plus qu'à la technique. Des essais contrôlés en Afrique centrale, notamment en République démocratique du Congo, sont nécessaires.

Mots-clés : éléphant, dégâts aux cultures, coexistence, apiculture, aire protégée, Afrique centrale, sécurité alimentaire

Abstract: Human-wildlife conflict undermines the food security of households living next to protected areas in sub-Saharan Africa, and retaliation threatens elephant populations that are already endangered. This review assesses the effectiveness of three non-lethal methods used to reduce crop damage by elephants: beehive fences, chilli-based deterrents and electric fences. A structured literature search, limited to open-access sources in English and French, identified 22 empirical studies published between 1995 and 2024 and four review articles. Because effectiveness indicators were too heterogeneous for a pooled effect size, the results were synthesised narratively. Kenya and Tanzania account for 73% of the studies; only one comes from Central Africa. Beehive fences deterred on average 76% of elephants over nine years in Kenya, but their effectiveness depends on hive occupancy and drops during drought. Chilli acts as a short-term, labour-intensive repellent. Electric fences reduce incursions when maintained, but their cost (USD 2,500 to 9,000 per kilometre) and elephant learning limit their durability. No method works everywhere: success depends on maintenance, community organisation

and ecological context more than on the technique itself. Mitigation programmes should fund maintenance as much as installation and combine methods according to the scale to be protected. Controlled, multi-year trials that report costs are needed in Central Africa, particularly in the Democratic Republic of the Congo, where none of these methods has been the subject of a published evaluation.

Keywords: elephant, crop raiding, coexistence, beekeeping, protected area, Central Africa, food security

1. INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, l'expansion des terres cultivées autour des aires protégées multiplie les contacts entre les populations rurales et la faune sauvage. Ces interactions deviennent des conflits lorsqu'elles entraînent des pertes pour l'une ou l'autre partie : cultures détruites, bétail tué, personnes blessées, animaux abattus en représailles [1, 2].

L'éléphant occupe une place centrale dans ces conflits. Ses incursions dans les champs constituent le principal déclencheur des conflits homme-éléphant et peuvent anéantir en une nuit la récolte d'un ménage [3]. Les représailles qui s'ensuivent pèsent sur des espèces déjà menacées : l'éléphant de savane (*Loxodonta africana* Blumenbach) est classé en danger et l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis* Matschie) en danger critique d'extinction [3]. La sécurité alimentaire des agriculteurs et la conservation de l'espèce sont donc liées.

Trois familles de méthodes non létales se sont diffusées depuis les années 1990. Les clôtures électriques séparent physiquement les éléphants des cultures [4, 5]. Les dissuasifs à base de piment (*Capsicum* spp.) exploitent l'odorat de l'animal sous forme de clôtures enduites, de briquettes fumigènes ou de projections [6, 7]. Les clôtures à ruches reposent sur l'aversion des éléphants pour l'abeille africaine [8]. Les deux dernières sont présentées comme peu coûteuses et gérables par les communautés ; la première comme plus sûre, mais lourde en investissement.

Les résultats publiés restent toutefois contrastés. Une revue mondiale de 95 études conclut qu'aucune technique n'est efficace à 100 %, que les indicateurs d'efficacité varient fortement d'une étude à l'autre et que moins de 20 % des travaux renseignent les coûts [3]. Une revue de 54 articles sur les clôtures en Afrique relève autant de cas d'échec que de succès [9]. Ces synthèses sont publiées en anglais, couvrent l'ensemble des interventions ou un seul type de dispositif, et n'abordent guère l'Afrique centrale.

Le présent article comble cette lacune pour le lectorat francophone. Bien que l'expression « conflits homme-faune » soit plus large, les trois méthodes étudiées visent presque exclusivement l'éléphant ; l'analyse porte donc sur les dégâts d'éléphants aux cultures. Elle poursuit quatre objectifs : (i) établir l'efficacité rapportée de chaque méthode et les indicateurs utilisés ; (ii) identifier les facteurs de succès et d'échec ; (iii) comparer les coûts et la durabilité ; (iv) repérer les lacunes géographiques et méthodologiques, en particulier pour l'Afrique centrale.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Recherche documentaire

La recherche a été menée en octobre 2026 dans la littérature en accès libre. Elle a combiné un moteur de recherche généraliste et les plateformes d'éditeurs et de dépôts ouverts : Wiley Online Library, Cambridge Core, PLOS, SAGE, BioOne, MDPI, PubMed Central, African Journals Online et des archives institutionnelles. Les bases Scopus et Web of Science n'ont pas été interrogées, faute d'accès.

Les requêtes associaient, en anglais et en français, les termes suivants : *human-elephant conflict*, *human-wildlife conflict*, *crop raiding*, *mitigation*, *beehive fence*, *chilli fence*, *chilli briquettes*, *electric fence*, *Africa* ; conflit homme-éléphant, conflit homme-faune, clôture électrique, piment, ruches. Les bibliographies de deux revues récentes [3, 9] ont ensuite été dépouillées pour repérer les études manquantes.

2.2. Critères de sélection

Une étude était retenue si elle remplissait quatre conditions : (i) être publiée dans une revue à comité de lecture entre 1995 et 2024, en anglais ou en français ; (ii) porter sur un site d'Afrique subsaharienne ; (iii) tester ou évaluer au moins une des trois méthodes ; (iv) rapporter un résultat d'efficacité, de coût ou d'adoption par les agriculteurs.

Ont été exclus les travaux menés en Asie, les essais sur animaux captifs, les rapports internes, les mémoires et les articles dont le résumé ne permettait pas d'identifier la méthode testée. Les articles de synthèse ont été conservés à part, comme éléments de cadrage.

2.3. Extraction et analyse

Pour chaque étude, sept informations ont été relevées : pays et site, espèce d'éléphant, méthode, plan d'étude et durée, indicateur d'efficacité, résultat principal, coût et facteurs de succès ou d'échec signalés par les auteurs.

Les indicateurs étant trop hétérogènes pour calculer une taille d'effet commune, les résultats font l'objet d'une synthèse narrative par méthode, puis d'une comparaison transversale. Les coûts sont rapportés en dollars américains (USD) tels que publiés, sans actualisation.

3. RÉSULTATS

3.1. Corpus retenu

Vingt-deux études empiriques publiées entre 1995 et 2024 ont été retenues, ainsi que quatre articles de synthèse [2, 3, 9, 10]. Huit études portent sur les clôtures à ruches, cinq sur le piment et neuf sur les clôtures électriques (Tableau 1). Deux des études sur les ruches testent aussi le piment.

La production s'accélère : trois études avant 2005, six entre 2005 et 2014, treize depuis 2015. Elle reste géographiquement concentrée. Seize études (73 %) viennent d'Afrique de l'Est, dont onze du Kenya. Cinq viennent d'Afrique australe, une seule d'Afrique centrale (Gabon) et aucune d'Afrique de l'Ouest. Une seule étude concerne l'éléphant de forêt.

Tableau 1 : Études empiriques retenues, par méthode et par ordre chronologique

Référence	Pays (site)	Résultat principal
Clôtures à ruches		
King <i>et al.</i> [8]	Kenya (Laikipia)	Essai pilote ; coût d'environ 315 USD pour 100 m
King <i>et al.</i> [11]	Kenya (nord)	17 fermes clôturées et 17 témoins sur 2 ans ; un seul éléphant a franchi les ruches sur 32 incursions réussies
Ngama <i>et al.</i> [12]	Gabon (Gamba)	Éléphant de forêt ; seules les ruches à forte activité dissuadent
King <i>et al.</i> [13]	Kenya (Tsavo)	Éléphants repoussés dans 80 % des cas
Scheijen <i>et al.</i> [14]	Tanzanie (Udzungwa)	Probabilité de dégâts réduite sur 5,5 ans ; effet lié au nombre de ruches occupées
Branco <i>et al.</i> [15]	Mozambique (Gorongosa)	Ruches aux points de passage : probabilité de sortie du parc réduite jusqu'à 95 %
Kiffner <i>et al.</i> [16]	Tanzanie (Ngorongoro)	Pas d'effet significatif ; deux fermes, faible occupation des ruches

Référence	Pays (site)	Résultat principal
King <i>et al.</i> [17]	Kenya (Tsavo)	76 % des éléphants repoussés en moyenne sur 9 ans ; chute après sécheresse
Dissuasifs à base de piment		
Sitati & Walpole [6]	Kenya (Transmara)	Projet de 4 ans ; graisse pimentée à renouveler chaque semaine
Graham & Ochieng [18]	Kenya (Laikipia)	Résultats mitigés ; adoption liée à la main-d'œuvre disponible
Le Bel <i>et al.</i> [19]	Mozambique, Zambie, Zimbabwe	Diffuseur de gaz pimenté ; report possible des éléphants vers les champs voisins
Chang'a <i>et al.</i> [7]	Tanzanie (Mikumi)	Aucune clôture rompue en 9 ans ; diffusion entre agriculteurs
Pozo <i>et al.</i> [20]	Botswana (Okavango)	Briquettes : activité décalée vers le jour, effectifs inchangés
Clôtures électriques		
Thouless & Sakwa [4]	Kenya (Laikipia)	Coût de construction de 2 500 à 4 000 USD par km
O'Connell-Rodwell <i>et al.</i> [21]	Namibie (Caprivi oriental)	Suivi de 5 ans ; clôture de Lianshulu d'environ 5 900 USD
De Boer & Ntumi [22]	Mozambique (Maputo)	Clôture de 38 km ; environ 41 100 USD par an
Kioko <i>et al.</i> [5]	Kenya (Amboseli)	Incursions réduites ; une clôture intacte, l'autre rompue plusieurs fois
Mutinda <i>et al.</i> [23]	Kenya (Lewa)	67 éléphants briseurs de clôtures identifiés
Evans & Adams [24]	Kenya (Laikipia)	Enjeux politiques des clôtures
Van Eden <i>et al.</i> [25]	Kenya (Laikipia)	Gestion et perception variables selon les communautés
Osipova <i>et al.</i> [26]	Kenya et Tanzanie	Conflit résolu localement, déplacé ailleurs
Matata <i>et al.</i> [27]	Tanzanie (Serengeti ouest)	Perception communautaire ; clôture jugée coûteuse

3.2. Clôtures à ruches

Les clôtures à ruches réduisent les incursions dans sept des huit études, avec une efficacité partielle et variable. Dans le nord du Kenya, 13 groupes d'éléphants ont rebroussé chemin devant les ruches et un seul mâle les a franchies en deux ans [11]. À Tsavo, le suivi le plus long disponible porte sur 3 999 éléphants en neuf ans : 76 % ont été repoussés en moyenne annuelle, et de 78,3 à 86,3 % pendant les saisons de pointe [17].

L'efficacité dépend de la présence d'abeilles actives. En Tanzanie, le nombre de ruches occupées est le meilleur prédicteur des visites d'éléphants [14]. Au Gabon, les ruches vides ou peu actives ne dissuadent pas l'éléphant de forêt ; l'activité optimale se

située entre 40 et 60 mouvements d'abeilles par minute [12]. Le seul résultat négatif du corpus, à Ngorongoro, coïncide avec une faible occupation et un échantillon de deux fermes [16].

Cette dépendance rend la méthode sensible au climat. À Tsavo, une sécheresse a réduit de 75 % l'occupation des ruches et la production de miel pendant trois ans [17]. Le miel constitue par ailleurs un revenu : 106 kg récoltés en deux ans dans le nord du Kenya [11], une tonne vendue 2 250 USD en neuf ans à Tsavo [17].

L'emplacement compte autant que le dispositif. À Gorongosa, des ruches placées sur les points de passage habituels ont réduit jusqu'à 95 % la probabilité de sortie des éléphants du parc [15]. En Tanzanie, les fermes les plus proches de la clôture restaient les plus exposées tant que celle-ci était courte, et la protection s'est améliorée avec son allongement [14].

3.3. Dissuasifs à base de piment

Le piment est la technique la plus souvent citée comme efficace dans la littérature mondiale : 22 études sur 79, dans huit pays [3]. Les résultats africains sont pourtant inégaux. Autour du parc de Mikumi, aucune clôture à piment n'a été rompue en neuf ans [7]. À Laikipia, le piment associé au bruit a réduit les dégâts sur un site, mais sans effet global sur 40 fermes l'année suivante [18].

L'effet est de courte durée. Au Botswana, plus de 600 briquettes brûlées en deux mois ont décalé l'activité des éléphants de la nuit vers le jour sans réduire leur nombre : le piment repousse tant qu'il fume, il ne dissuade pas durablement [20]. La graisse pimentée doit être renouvelée chaque semaine [6], et son effet varie selon les conditions météorologiques [3].

L'adoption dépend de la main-d'œuvre. À Laikipia, les agriculteurs ont massivement adopté les briquettes, peu exigeantes en travail, et abandonné des dispositifs plus contraignants [18]. Le piment peut enfin déplacer le problème vers les champs voisins non protégés [19].

3.4. Clôtures électriques

Les clôtures électriques réduisent les dégâts aux cultures lorsqu'elles sont entretenues, mais les échecs sont aussi fréquents que les succès dans la littérature africaine [9]. À Amboseli, deux clôtures construites la même année au même coût ont divergé : celle de Namelok est restée intacte, celle de Kimana a été rompue à plusieurs reprises. Les auteurs l'expliquent par la proximité d'un sanctuaire servant de refuge aux éléphants et par l'entretien [5].

Les éléphants apprennent à contourner le dispositif. Ils utilisent leurs défenses, qui ne conduisent pas l'électricité, pour rompre les fils. À Lewa, 10 mâles et 57 femelles ont été identifiés comme briseurs de clôtures, avec jusqu'à quatre ruptures par éléphant en 100 jours ; les gestionnaires ont raccourci les défenses de quatre mâles [23]. Les brèches ouvertes servent ensuite à d'autres espèces [9].

L'entretien conditionne tout. La végétation qui pousse sous les fils interrompt le courant, et les dégâts d'origine humaine s'ajoutent à ceux des éléphants [9]. Au Kenya, le coût annuel d'entretien a dépassé celui des dégâts aux cultures, et une étude n'a trouvé aucune différence significative six mois avant et après la pose d'une clôture à Tsavo [3].

Les effets dépassent la parcelle protégée. À la frontière entre le Kenya et la Tanzanie, les clôtures résolvent le conflit localement mais le déplacent et réduisent la connectivité des habitats [26]. À Laikipia, elles soulèvent des enjeux politiques, et des éleveurs ont perdu l'accès à des pâturages et à des points d'eau [24, 25].

3.5. Coûts comparés

Les coûts sont rarement publiés et difficilement comparables (Tableau 2). Rapporté au kilomètre, le coût d'une clôture à ruches (environ 2 200 à 4 250 USD) rejoint celui des clôtures électriques les moins chères (2 500 à 4 000 USD), en valeur nominale. La différence tient à l'échelle : les ruches protègent quelques centaines de mètres autour d'une ferme et produisent du miel, alors que les clôtures électriques couvrent des dizaines de kilomètres et exigent un budget d'entretien permanent. Le piment est de loin le moins cher en matériel, mais le plus exigeant en travail.

Tableau 2 : Coûts publiés des trois méthodes (USD nominaux)

Méthode	Coût rapporté	Source
Clôture à ruches	315 USD pour 100 m (ruches traditionnelles)	King <i>et al.</i> [8]
Clôture à ruches	22 USD par ruche ; 170 ruches pour 1 700 m	King <i>et al.</i> [11]
Clôture à ruches	4,25 USD par mètre	Scheijen <i>et al.</i> [14]
Clôture à ruches	773 USD pour 15 ruches	Branco <i>et al.</i> [15]
Clôture à piment	14 à 35 USD de matériel par hectare	Chang'a <i>et al.</i> [7]
Clôture électrique	2 500 à 4 000 USD par km	Thouless & Sakwa [4]
Clôture électrique	9 000 USD par km	Kioko <i>et al.</i> [5]
Clôture électrique	41 100 USD par an pour 38 km	De Boer & Ntumi [22]

4. DISCUSSION

4.1. Le contexte compte plus que la technique

Aucune des trois méthodes n'est efficace partout, ce qui rejoint la conclusion de la revue mondiale de Montgomery *et al.* [3]. La même technique réussit sur un site et échoue sur un autre : les ruches à Tsavo et à Ngorongoro, les clôtures électriques à Namelok et à Kimana, le piment à Mikumi et à Laikipia. Les écarts s'expliquent par trois facteurs récurrents.

Le premier est l'entretien. Une ruche vide, une corde dont le piment a été lavé par la pluie ou un fil court-circuité par la végétation ne protègent plus rien. L'efficacité réelle dépend donc de la capacité des agriculteurs à maintenir le dispositif dans la durée, en coût, en travail et en ressources [10]. C'est la disponibilité en main-d'œuvre, plus que le prix du matériel, qui détermine l'adoption des méthodes à faible coût [18].

Le deuxième est le comportement de l'éléphant. L'animal apprend à rompre les fils avec ses défenses [23], revient dès que la fumée de piment cesse [20] et contourne les clôtures par leurs extrémités [17]. Une méthode qui protège une parcelle peut reporter la pression sur les voisins [19, 26]. L'évaluation doit donc se faire à l'échelle du village ou du paysage.

Le troisième est le milieu. Les sécheresses vident les ruches et réduisent l'efficacité des clôtures pendant plusieurs années [17]. La proximité d'un refuge diurne pour les éléphants fragilise une clôture électrique [5]. À l'inverse, cibler les points de passage multiplie l'effet d'un dispositif modeste [15].

4.2. Des preuves encore fragiles

La comparaison entre méthodes reste limitée par la qualité des données. Les études mesurent tantôt des incursions observées, tantôt des perceptions d'agriculteurs, tantôt des déplacements d'animaux équipés de colliers. Seules trois des 95 études recensées par Montgomery *et al.* [3] testent une intervention dans plus d'un pays. Dans notre corpus, seules trois études s'appuient sur plus de cinq ans d'observations [7, 14, 17], alors que l'accoutumance et l'abandon se manifestent sur le long terme.

Un biais de publication est probable. Les équipes qui ont conçu une méthode en publiant aussi la plupart des évaluations ; quatre des huit études sur les ruches partagent la même première auteure. Les échecs, moins publiés, sont sans doute sous-représentés.

4.3. Une combinaison plutôt qu'une solution unique

Les trois méthodes répondent à des échelles différentes et se complètent. Le piment convient à une protection saisonnière de courte durée, à la maturité des cultures. Les ruches conviennent à des fermes fixes, là où l'apiculture est viable et encadrée. Les

clôtures électriques conviennent à des fronts agricoles continus, si un financement d'entretien est garanti. La revue consacrée aux clôtures recommande de les associer à d'autres mesures et de préserver des corridors de passage [9].

4.4. *Quelle transposition en Afrique centrale ?*

L'Afrique centrale est presque absente de la littérature : une étude sur 22 dans notre corpus, 2 % des articles sur les clôtures recensés par Burudi *et al.* [9]. Notre recherche n'a identifié aucune évaluation publiée pour la République démocratique du Congo. Le conflit y est pourtant documenté : dans la région de Malebo, le manioc concentre l'essentiel des dégâts d'éléphants et la perte moyenne est estimée à environ 340 USD par agriculteur et par an [28]. Autour du parc national des Virunga, une clôture électrique était en cours d'installation en 2018 ; la presse rapporte une baisse des plaintes pour dégâts aux cultures, mais des riverains craignent une accoutumance des animaux [29]. Or la région abrite l'éléphant de forêt, l'espèce la plus menacée.

Les résultats d'Afrique de l'Est ne sont pas directement transposables. L'unique essai disponible, au Gabon, montre que l'abeille locale (*Apis mellifera adansonii* Latreille) ne dissuade l'éléphant de forêt que si les colonies sont très actives, ce qui suppose un suivi apicole régulier [12]. L'essai portait sur des arbres fruitiers et non sur des champs. Depuis 2022, le Gabon déploie des clôtures électriques mobiles autour des plantations villageoises ; l'organisation qui les installe annonce une efficacité de 94 %, mais des attaques persistent, y compris sur des sites clôturés [30]. Aucune évaluation indépendante de ce programme n'a été trouvée.

Ce constat appelle des essais contrôlés avant toute généralisation. Le protocole avant-après avec témoins utilisé à Gorongosa [15] offre un modèle applicable aux périphéries des aires protégées congolaises. Trois questions sont prioritaires : l'occupation des ruches en climat équatorial humide, la tenue du piment sous de fortes pluies, et l'entretien de clôtures dans une agriculture itinérante aux champs dispersés.

4.5. *Limites de la revue*

Cette revue repose sur la littérature en accès libre, sans interrogation de Scopus ni de Web of Science. Le nombre de références examinées à chaque étape n'a pas été consigné, et la sélection a été faite par un seul évaluateur, sans grille de qualité formelle. Certains articles n'ont pu être consultés qu'à travers leur résumé. Les coûts sont en valeur nominale, sur trente ans. Ces limites invitent à lire les résultats comme des tendances et non comme des estimations chiffrées d'efficacité.

5. CONCLUSION

Les clôtures à ruches, le piment et les clôtures électriques réduisent tous les dégâts d'éléphants aux cultures dans certaines conditions, et échouent tous dans d'autres. Les ruches offrent la preuve la plus solide à long terme, avec environ trois quarts des éléphants repoussés sur neuf ans, mais restent vulnérables à la sécheresse. Le piment est un répulsif de court terme, bon marché et exigeant en travail. Les clôtures électriques sont efficaces tant qu'elles sont entretenues, à un coût que peu de communautés peuvent assumer seules.

Le succès dépend moins de la technique que de l'entretien, de l'organisation communautaire, de l'emplacement et du comportement des éléphants. Les programmes d'atténuation devraient donc financer l'entretien autant que l'installation, combiner les méthodes selon l'échelle à protéger et suivre les résultats à l'échelle du paysage.

La recherche doit enfin sortir de l'Afrique de l'Est. Des essais contrôlés, suivis sur plusieurs années et renseignant les coûts, sont nécessaires en Afrique centrale et en particulier en République démocratique du Congo, où aucune de ces méthodes n'a fait l'objet d'une évaluation publiée.

DÉCLARATION SUR L'USAGE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

La recherche documentaire et la rédaction d'une première version de ce manuscrit ont été assistées par un outil d'intelligence artificielle générative (Claude, Anthropic). L'auteur a vérifié les sources citées, révisé le texte et assume l'entière responsabilité du contenu.

RÉFÉRENCES

- [1] Hoare R. (2000). African elephants and humans in conflict: the outlook for co-existence. *Oryx*, 34(1), 34-38.
- [2] Shaffer L.J., Khadka K.K., Van Den Hoek J. & Naithani K.J. (2019). Human-elephant conflict: a review of current management strategies and future directions. *Front. Ecol. Evol.*, 6, 235.
- [3] Montgomery R.A., Raupp J., Mukhwana M., Greenleaf A., Mudumba T. & Muruthi P. (2022). The efficacy of interventions to protect crops from raiding elephants. *Ambio*, 51, 716-727. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01587-x>
- [4] Thouless C.R. & Sakwa J. (1995). Shocking elephants: fences and crop raiders in Laikipia District, Kenya. *Biol. Conserv.*, 72, 99-107. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)00071-W](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)00071-W)
- [5] Kioko J., Muruthi P., Omondi P. & Chiyo P.I. (2008). The performance of electric fences as elephant barriers in Amboseli, Kenya. *S. Afr. J. Wildl. Res.*, 38(1), 52-58. <https://doi.org/10.3957/0379-4369-38.1.52>
- [6] Sitati N.W. & Walpole M.J. (2006). Assessing farm-based measures for mitigating human-elephant conflict in Transmara District, Kenya. *Oryx*, 40(3), 279-286.
- [7] Chang'a A., de Souza N., Muya J., Keyyu J., Mwakatobe A., Malugu L., Ndossi H.P., Konuche J., Omondi R., Mpinge A., Hahn N., Palminteri S. & Olson D. (2016). Scaling-up the use of chili fences for reducing human-elephant conflict across landscapes in Tanzania. *Trop. Conserv. Sci.*, 9(2), 921-930. <https://doi.org/10.1177/194008291600900220>
- [8] King L.E., Lawrence A., Douglas-Hamilton I. & Vollrath F. (2009). Beehive fence deters crop-raiding elephants. *Afr. J. Ecol.*, 47, 131-137. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2009.01114.x>
- [9] Burudi J.W., Tormáné Kovács E. & Katona K. (2025). Wildlife fences to mitigate human-wildlife conflicts in Africa: a literature analysis. *Diversity*, 17(2), 87. <https://doi.org/10.3390/d17020087>
- [10] Denninger Snyder K. & Rentsch D. (2020). Rethinking assessment of success of mitigation strategies for elephant-induced crop damage. *Conserv. Biol.*, 34(4), 829-842.
- [11] King L.E., Douglas-Hamilton I. & Vollrath F. (2011). Beehive fences as effective deterrents for crop-raiding elephants: field trials in northern Kenya. *Afr. J. Ecol.*, 49, 431-439. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2011.01275.x>
- [12] Ngama S., Korte L., Bindelle J., Vermeulen C. & Poulsen J.R. (2016). How bees deter elephants: beehive trials with forest elephants (*Loxodonta africana cyclotis*) in Gabon. *PLoS ONE*, 11(5), e0155690. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155690>
- [13] King L.E., Lala F., Nzumu H., Mwambingu E. & Douglas-Hamilton I. (2017). Beehive fences as a multidimensional conflict-mitigation tool for farmers coexisting with elephants. *Conserv. Biol.*, 31(4), 743-752. <https://doi.org/10.1111/cobi.12898>
- [14] Scheijen C.P.J., Richards S.A., Smit J., Jones T. & Nowak K. (2019). Efficacy of beehive fences as barriers to African elephants: a case study in Tanzania. *Oryx*, 53(1), 92-99. <https://doi.org/10.1017/S0030605317001727>
- [15] Branco P.S., Merkle J.A., Pringle R.M., King L., Tindall T., Stalmans M. & Long R.A. (2020). An experimental test of community-based strategies for mitigating human-wildlife conflict around protected areas. *Conserv. Lett.*, 13(1), e12679. <https://doi.org/10.1111/conl.12679>
- [16] Kiffner C., Schaal I., Cass L., Peirce K., Sussman O., Grueser A., Wachtel E., Adams H., Clark K., König H.J. & Kioko J. (2021). Perceptions and realities of elephant crop raiding and mitigation methods. *Conserv. Sci. Pract.*, 3(3), e372. <https://doi.org/10.1111/csp2.372>
- [17] King L.E., Tiller L., Mwambingu E., Serem E., Nzumu H., Mugo G., Raja N., Brennan E., Wanjala D.K., Ndombi V., Leneuyia K., Williams H., Lala F., Pope F. & Douglas-Hamilton I. (2024). Impact of drought and development on the

effectiveness of beehive fences as elephant deterrents over 9 years in Kenya. *Conserv. Sci. Pract.*, 6(11), e13242.
<https://doi.org/10.1111/csp2.13242>

- [18] Graham M.D. & Ochieng T. (2008). Uptake and performance of farm-based measures for reducing crop raiding by elephants *Loxodonta africana* among smallholder farms in Laikipia District, Kenya. *Oryx*, 42(1), 76-82.
- [19] Le Bel S., La Grange M. & Drouet N. (2015). Repelling elephants with a chilli pepper gas dispenser: field tests and practical use in Mozambique, Zambia and Zimbabwe from 2009 to 2013. *Pachyderm*, 56, 87-96.
- [20] Pozo R.A., Coulson T., McCulloch G., Stronza A. & Songhurst A. (2019). Chilli-briquettes modify the temporal behaviour of elephants, but not their numbers. *Oryx*, 53(1), 100-108. <https://doi.org/10.1017/S0030605317001235>
- [21] O'Connell-Rodwell C.E., Rodwell T., Rice M. & Hart L.A. (2000). Living with the modern conservation paradigm: can agricultural communities co-exist with elephants? A five-year case study in East Caprivi, Namibia. *Biol. Conserv.*, 93, 381-391.
- [22] De Boer W.F. & Ntumi C.P. (2001). Elephant crop damage and electric fence construction in the Maputo Elephant Reserve, Mozambique. *Pachyderm*, 30, 57-64.
- [23] Mutinda M., Chenge G., Gakuya F., Otiende M., Omondi P., Kasiki S., Soriguer R.C. & Alasaad S. (2014). Detusking fence-breaker elephants as an approach in human-elephant conflict mitigation. *PLoS ONE*, 9(3), e91749.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091749>
- [24] Evans L.A. & Adams W.M. (2016). Fencing elephants: the hidden politics of wildlife fencing in Laikipia, Kenya. *Land Use Policy*, 51, 215-228. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.11.008>
- [25] Van Eden M., Ellis E. & Bruyere B.L. (2016). The influence of human-elephant conflict on electric fence management and perception among different rural communities in Laikipia County, Kenya. *Hum. Dimens. Wildl.*, 21, 283-296.
<https://doi.org/10.1080/10871209.2016.1149746>
- [26] Osipova L., Okello M.M., Njumbi S.J., Ngene S., Western D., Hayward M.W. & Balkenhol N. (2018). Fencing solves human-wildlife conflict locally but shifts problems elsewhere: a case study using functional connectivity modelling of the African elephant. *J. Appl. Ecol.*, 55, 2673-2684. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13246>
- [27] Matata M.T., Kegamba J.J., Mremi R. & Eustace A. (2022). Electrified fencing as a mitigation strategy for human-elephant conflict in Western Serengeti: community perspectives. *J. Nat. Conserv.*, 70, 126271.
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126271>
- [28] Inogwabini B.I., Mbende L., Bakanza A. & Bokika J.C. (2013). Crop damage done by elephants in the Malebo Region, Democratic Republic of Congo. *Pachyderm*, 54, 59-65.
- [29] Akana D. (2018). *Clôture électrique, vers un début de la résolution des conflits autour de Virunga*. InfoCongo.
<https://infocongo.org/fr/cloture-electrique-autour-du-parc-vers-un-debut-de-la-resolution-des-conflits-autour-de-virunga/>
(consulté le 02/10/2026).
- [30] Mongabay (2026). *Les clôtures électriques contre les attaques des éléphants redonnent espoir aux agriculteurs gabonais*.
<https://fr.mongabay.com/2026/02/les-clotures-electriques-contre-les-attaques-des-elephants-redonnent-espoir-aux-agriculteurs-gabonais/>
(consulté le 02/10/2026).