

ANNEXE

**ESPÈCES MIGRATRICES ET SANTÉ :
UN EXAMEN DE LA DYNAMIQUE DE LA MIGRATION ET DES MALADIES DE LA
FAUNE SAUVAGE, ET DE LA SANTÉ DES ESPÈCES MIGRATRICES, DANS LE
CONTEXTE DES APPROCHES DE LA SANTÉ AXÉES SUR LE PRINCIPE « UNE SEULE
SANTÉ » ET DES ÉCOSYSTÈMES**

DOCUMENT DE SYNTHÈSE

Clause de non-responsabilité : Ce document, rédigé à l'origine en anglais, a été traduit automatiquement à l'aide d'un outil en ligne. Se référer au contenu original en anglais comme source principale d'information. Le Secrétariat a utilisé l'outil en ligne gratuit pour traduire certaines annexes qui contiennent du texte pour information et non pour adoption. Cela a permis de réaliser des économies sur le budget de traduction. Nous invitons les Parties à nous faire part de leurs commentaires sur cette approche.

Auteurs coordonnateurs : Marja Kipperman¹, Katie Beckmann¹, Anna Meredith¹, Neil Anderson¹, Ruth Cromie²

¹Université d'Édimbourg

²CMS nommé par la COP Conseiller pour la santé de la faune

Préparé pour : La Convention sur la conservation des animaux migrateurs (CMS)

Le financement de ces travaux a été assuré par les gouvernements de l'Allemagne et du Royaume-Uni.

Il s'agit d'un document sommaire décrivant notre approche et les principaux points à retenir de cet examen, ainsi que nos messages clés et nos recommandations. Un rapport final plus détaillé sera produit avant la quatorzième réunion de la Conférence des Parties (CMS COP14) à Samarkand, Ouzbékistan, du 23 au 28 octobre 2023.

RÉSUMÉ

MESSAGES CLÉS

- Des écosystèmes sains, bien gérés et résilients influencent positivement la santé dans tous les secteurs. Les approches préventives de gestion de la santé sont plus rentables que la résolution des problèmes de santé une fois qu'ils apparaissent.
- La maladie est souvent considérée comme une question de survie ou de mort alors qu'en fait, ses effets sont souvent beaucoup plus subtils, affectant la productivité, le développement, le comportement, la capacité de rivaliser pour les ressources ou d'échapper à la prédation, ou la susceptibilité à d'autres maladies qui peuvent influencer l'état de la population.
- Les maladies peuvent affecter l'état de conservation des espèces migratrices, et les facteurs habituels du déclin de la population sont également les moteurs de l'émergence de maladies qui peuvent ensuite exacerber les menaces préexistantes. Par conséquent, la lutte contre les menaces plus larges pour la conservation contribue à réduire les risques de maladie pour la faune migratrice, le bétail et les personnes.
- Les interfaces, directes ou indirectes, entre le bétail domestique et la faune sauvage risquent considérablement d'avoir des effets négatifs sur la santé des maladies infectieuses dans les deux secteurs.
- La responsabilité de la santé des écosystèmes et des populations fauniques migratrices incombe aux sections environnementales du gouvernement.
- Il existe des lacunes importantes dans la planification d'urgence pour les menaces de maladies de la faune. Une surveillance inadéquate des maladies de la faune contribue à une mauvaise compréhension des deux maladies et des moyens de les gérer. De plus, les règlements sur le transport des échantillons de diagnostic de nombreuses espèces retardent les interventions en cas d'éclosion et entravent notre compréhension de l'épidémiologie des maladies de la faune.
- La dynamique de la maladie associée aux coûts physiologiques de la migration est complexe et les résultats en matière de santé pour les individus et les populations dépendent de la situation.
- La migration elle-même n'augmente pas nécessairement le fardeau de l'infection ou n'introduit pas de nouveaux agents pathogènes, elle peut réduire l'infection au sein d'une population en éliminant en effet ceux qui ne sont pas assez aptes à migrer, et avec eux leurs gènes de susceptibilité aux maladies.
- L'exposition accrue des migrants à des agents infectieux différents et divers peut accroître leur résilience aux maladies infectieuses.
- Par conséquent, la migration peut servir à protéger la santé de la faune sauvage et le risque d'infection chez les animaux domestiques et les humains, en fonction du contexte local.
- La migration peut toutefois apporter de nouveaux agents infectieux dans de nouvelles régions et à des populations naïves, ce qui augmente la probabilité d'infection et de maladie.

- Les agents infectieux peuvent influencer le comportement migratoire et les résultats de la migration.
- Les activités humaines influencent profondément les schémas migratoires. Les changements dans la migration, ainsi que les moteurs de ces changements, peuvent augmenter le fardeau de l'infection dans les populations migratoires.
- Ces charges d'infection accrues peuvent compromettre la santé des animaux sauvages migrateurs et/ou la santé des animaux domestiques et même des personnes.

RECOMMANDATIONS PRÉLIMINAIRES

- Des écosystèmes sains et résilients créent le cadre et déterminent la santé. Les approches préventives sont à la fois rentables et nécessaires pour promouvoir la santé de la faune migratrice, du bétail et des personnes. Le rôle des personnes impliquées dans la conservation de la biodiversité et les moyens de subsistance durables devrait donc être reconnu et activement soutenu dans leur contribution à la santé dans tous les secteurs. Le rôle du PNUE dans la FAO PNUE qui woah Quadripartite est le bienvenu.
- Les efforts visant à lutter contre les facteurs de déclin démographique tels que le changement climatique, la perte et la dégradation de l'habitat, la pollution, les espèces envahissantes et les obstacles à la migration devraient être renforcés, car ce sont également des facteurs d'émergence de maladies dans tous les secteurs.
- Plutôt que de considérer la santé animale comme la seule responsabilité des ministères de l'agriculture, les sections de l'environnement du gouvernement doivent s'engager et diriger la santé de la faune et des écosystèmes.
- Les approches « Une seule santé » apprécient l'interconnectivité de la santé entre la faune, le bétail et les humains, mais peuvent souvent être anthropocentriques – de telles approches devraient être utilisées équitablement dans les décisions relatives à la gestion de la santé, sachant que la promotion de la santé de la faune réduit les risques pour les humains et nos intérêts tout en apportant des avantages en matière de conservation.
- La prévention et la lutte contre les maladies de la faune sauvage nécessitent un bon travail intersectoriel. Les gouvernements, leurs agences et tous ceux qui gèrent les espèces sauvages sont encouragés à élaborer un plan d'urgence en temps de paix impliquant toutes les parties prenantes concernées pour prévenir les problèmes de santé liés à la faune sauvage mais aussi pour réagir de manière appropriée dans les situations d'urgence. Cela réduira au minimum les effets néfastes des foyers épidémiques et des mesures de lutte inappropriées.
- Les interfaces entre l'élevage et la faune sauvage, provoquées, par exemple, par le développement agricole et l'empiètement dans les zones sauvages, sont particulièrement problématiques pour la propagation et la retombée des maladies. Tous les efforts devraient être faits pour gérer le bétail afin de réduire ces risques dans l'intérêt de tous. Cela pourrait inclure une meilleure biosécurité, une meilleure planification ou des changements importants et une réévaluation de la gestion du bétail, en particulier dans les pays à revenu moyen et élevé où des choix peuvent être faits concernant les sources de protéines.
- La santé des populations migratrices sera protégée et favorisée par le renforcement des « systèmes de santé de la faune sauvage » comprenant l'expertise et les ressources nécessaires pour permettre une surveillance, un diagnostic et une gestion efficaces et

rapides des maladies. Le renforcement de cette capacité est relativement peu coûteux par rapport aux coûts potentiels associés à la gestion réactive des flambées épidémiques.

- Une surveillance robuste de la santé de la faune, dont l'objectif est la conservation (plutôt que la protection du bétail), est nécessaire pour appuyer une planification et une évaluation des risques rigoureuses, et la surveillance peut être intégrée au suivi écologique et à la surveillance des populations. Des améliorations dans les diagnostics de la faune, les installations d'essai et les systèmes de notification, ainsi qu'un renforcement approprié des capacités, sont nécessaires dans le monde entier. Les réglementations relatives au transport de spécimens d'espèces menacées à travers les frontières nationales retardent les réponses aux épidémies et doivent également être abordées.

- Il existe d'importantes lacunes dans les connaissances concernant l'épidémiologie et les facteurs de nombreuses maladies des espèces migratrices, ce qui empêche une bonne gestion de la santé. La recherche et les ressources devraient être axées sur les menaces prioritaires pour la santé des espèces migratrices, en particulier celles dont l'état de conservation est médiocre.

1 INTRODUCTION

1.1 Buts et objectifs

L'objectif de ce programme de travail est de procéder à un examen de la santé des espèces migratrices pour la Convention sur les espèces migratrices du Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP CMS) sur la base du mandat énoncé dans le [document UNEP/CMS/ScS-SC5/Doc.6.4.1](#). Cela éclairera les travaux du nouveau Groupe de travail de la CMS sur les espèces migratrices et la santé sous l'égide du Conseil scientifique de la CMS ([UNEP/CMS/SCC-SC5/Résultat 11](#)).

Bien que la CMS dispose d'une résolution existante sur les maladies de la faune sauvage et les espèces migratrices qui a été adoptée à la COP12 en 2017 ([UNEP/CMS/Résolution 12.6 Maladies des espèces sauvages et espèces migratrices](#)), et a joué un rôle important dans la réponse à [l'empoisonnement](#) et à [la grippe aviaire](#) chez les espèces migratrices, il est reconnu qu'il est possible de se concentrer davantage sur ce sujet. Les maladies de la faune sauvage n'étaient pas à l'ordre du jour de la COP13, mais la pandémie de COVID-19 a depuis suscité un regain d'intérêt pour One Health. Cet intérêt a été stimulé et éclairé par des rapports tels que [Preventing the Next Pandemic](#) du PNUE (PNUE, 2020). Suite à la COP13, le Conseil scientifique de la CMS a décidé d'entreprendre des actions concernant la santé des espèces migratrices et a donc proposé la création du groupe de travail susmentionné, parallèlement à cet examen.

1.2 Principaux domaines

Le rapport comprend les principales sections suivantes:

- Une section « Une seule santé et la santé des écosystèmes » **résumant le contexte de la santé en relation avec la conservation; l'interdépendance de la santé entre les secteurs; et la nécessité d'approches « Une seule santé » et écosystémiques de la santé et de sa gestion.**
- Une section « migration et dynamique des maladies », **qui traite des maladies en relation avec la migration et des impacts potentiels de la migration et de sa perturbation sur la santé de la faune, des animaux domestiques et des humains (c'est-à-dire les risques zoonotiques).**
- Une section « **Principaux problèmes de santé pour les espèces migratrices** » examinant les principaux problèmes de santé affectant les espèces migratrices, à un niveau élevé, en mettant l'accent sur les problèmes connus pour les espèces inscrites à la CMS.

Ces sections sont résumées dans les pages suivantes.

2 UNE SEULE SANTÉ ET UNE SEULE SANTÉ DE L'ÉCOSYSTÈME

Dans cette section, nous passons en revue le concept « Une seule santé » et la façon dont la santé des écosystèmes et de la faune fait partie intégrante et est liée à cette approche. Nous soulignons également les possibilités pour la gestion de la santé d'être plus holistique dans tous les secteurs.

2.1 Définitions

2.1.1 Dimensions sanitaires

Santé de la faune

Pour cette revue, nous définissons la santé de la faune sauvage « *comme le bien-être physique, physiologique, comportemental et social des animaux sauvages mesuré au niveau individuel, de la population et de l'écosystème au sens large, et leur résilience au changement* » (Meredith et al., 2022).

De ce point de vue, la « santé » chez les individus et les populations en général implique que leurs besoins fondamentaux sont satisfaits et qu'ils sont capables de s'adapter aux changements environnementaux. Cela signifie que les individus et les populations sont résilients aux changements sociaux associés et capables de remplir leurs fonctions habituelles, à la fois pour eux-mêmes et pour ce que nous attendons d'une population « saine » (Stephen, 2014). Il est étroitement lié au concept de santé des écosystèmes discuté ci-dessous.

Santé de l'écosystème

« *Un écosystème sain est défini comme étant « stable et durable »; le maintien de son organisation et de son autonomie dans le temps et sa résilience au stress* » (Rapport et al., 1998).

Le concept reconnaît que la santé des écosystèmes est interconnectée à la santé des autres et que nos actions sur les écosystèmes peuvent affecter de manière significative la santé de leurs habitants et leur capacité à s'adapter au changement.

Une seule santé

« *One Health est une approche intégrée et unificatrice qui vise à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes. Il reconnaît que la santé des humains, des animaux domestiques et sauvages, des plantes et de l'environnement au sens large (y compris les écosystèmes) sont étroitement liés et interdépendants* » (OHHLEP, 2022).

Il s'agit du terme le plus utilisé et le plus accepté pour décrire une approche collaborative et interdisciplinaire de la gestion des problèmes de santé à grande échelle touchant les humains, les animaux (bétail et faune) et l'environnement. Les approches « Une seule santé » visent à atteindre une meilleure équité en santé dans tous ces secteurs, en soulignant que pour les problèmes de santé humaine qui touchent ces secteurs, une gestion optimale nécessite une attention particulière aux facteurs animaux et environnementaux liés aux problèmes de maladie.

Autres dimensions de la santé

Une population d'animaux sauvages en bonne santé est une population génétiquement diversifiée. Les petites tailles de population sont plus à risque de changements préjudiciables au niveau génétique, tels que la consanguinité, les mutations génétiques nocives et une réduction de la variation génétique. Cela peut réduire leur résilience au changement et augmenter leur susceptibilité aux maladies infectieuses, augmentant ainsi le risque d'extinction de certaines populations (Frankham et al., 2012).

Les concepts autochtones de la santé ont toujours été négligés, mais les gens qui ont grandi entourés de la nature et qui en tirent des leçons ont une perspective et une compréhension

uniques du fonctionnement des écosystèmes. Ils peuvent percevoir des changements subtils comme indicateurs précoces de problèmes de santé importants, par exemple, les chasseurs peuvent identifier leur condition de perte de proies, ce qui peut être un indicateur précoce des facteurs de stress et du déclin de la population locale. (Kutz et Tomaselli, 2019). La santé de l'environnement est une caractéristique clé de nombreuses cultures et croyances autochtones, qui sont généralement conformes à la philosophie de One Health. Ils sont également les gardiens de certains des écosystèmes les plus naturels et les plus riches en biodiversité qui subsistent dans le monde (Riley *et coll.*, 2021).

2.1.2 État de santé

Qu'est-ce que la maladie?

La maladie peut être définie comme « *toute déficience qui interfère avec ou modifie l'exécution des fonctions normales [d'un organisme], y compris les réactions à des facteurs environnementaux tels que la nutrition, les substances toxiques et le climat, les agents infectieux, les défauts inhérents ou congénitaux ou une combinaison de ces facteurs* » (Wobeser, 1981).

À partir de cette définition, il est important de comprendre que toutes les maladies ne sont pas causées par des agents infectieux, mais aussi par des causes non infectieuses. La maladie n'entraîne pas toujours la mort des individus: elle peut les rendre malades ou nuire à leurs fonctions physiologiques ou comportementales normales; ou cela peut entraîner des problèmes de santé persistants; Mais les animaux peuvent se remettre d'une maladie et peuvent être plus résistants à la provocation à l'avenir, par exemple en développant une immunité. Voir Table 1, ci-dessous pour la description de certains termes connexes courants, y compris « infection » et « zoonose ».

Table 1. Terminologie commune (adapté de Wobeser., 2006)

Terminologie	Description
Infection	La présence chez un individu d'un agent pouvant causer une maladie. Une personne peut être « infectée » par un agent, mais peut ou non souffrir d'une maladie à la suite de l'infection
Infectieux (agent)	Agent pouvant provoquer une infection chez un individu (voir tableau 2 ci-dessous)
Maladie (clinique)	Altération des fonctions normales due à la présence d'un agent infectieux ou à une autre déficience
Contagieux	Un agent qui peut causer une infection et peut également être transmis d'un individu à l'autre
Infections subcliniques ou « silencieuses »	Une infection par un agent causant peu ou pas de symptômes extérieurs de la maladie chez l'individu. Il peut y avoir peu ou pas d'impact négatif observable sur la personne
Maladie non infectieuse	Troubles de la santé qui ne sont pas infectieux. Cela inclut les maladies génétiques; maladie résultant d'extrêmes physiques (chaleur, froid); traumatismes, maladies dégénératives (p. ex. liées à l'âge); maladies ou carences nutritionnelles; et les maladies dues à des produits chimiques (toxines anthropiques ou naturelles), à des métaux lourds ou à d'autres substances toxiques
Zoonose (ou maladie zoonotique)	Maladies pouvant être transmises entre les animaux et les humains

Quelles sont les causes de la maladie?

Comme nous l'avons vu, toutes les maladies ne sont pas causées par des agents infectieux : dans de nombreux cas, les conditions non infectieuses sont responsables de la perturbation des fonctions normales. Ces conditions chez les animaux peuvent être d'origine naturelle ou provenir d'activités humaines. Table 2 répertorie les agents infectieux et les affections non infectieuses classés aux fins de cette revue.

Table 2. Agent infectieux et affections non infectieuses de la maladie (adapté de Beckmann et coll., 2022).

Agents infectieux	Affections non infectieuses
Virus Bactéries Champignons et levures Protozoaires Endoparasites (vers) Ectoparasites (puces, tiques, acariens, etc.) Autre, p. ex. tumeur transmissible (le cas échéant) Prions	Toxines, pollution, eutrophisation Réponse physiologique au climat (p. ex. hyperthermie) Sous-alimentation (p. ex. famine), maladie ou carence nutritionnelle Stress ou perturbation des personnes (p. ex. pollution sonore ou lumineuse) Traumatisme non intentionnel causé par des humains (p. ex. collision de véhicule, empêchement, prises accessoires); traumatisme causé par une blessure intentionnelle, une prédation ou une compétition ¹ Ingestion de corps étrangers (p. ex. plastique) Dommages environnementaux (p. ex. électrocution, noyade, brûlure) Autres conditions, y compris les problèmes de développement, génétiques ou comportementaux

¹Les traumatismes dus à une blessure intentionnelle, à une prédation ou à une compétition sont inclus ici, mais sont classés séparément, sous la rubrique « autres problèmes » (en particulier « persécution » et « problèmes écologiques ») dans la section 3 de cette revue.

Cependant, il convient de noter que les préoccupations en matière de santé chez les animaux sauvages ne proviennent pas seulement de maladies infectieuses et non infectieuses (Stephen, 2022). Il existe de nombreuses autres menaces affectant la santé de la faune sauvage qui découlent souvent de problèmes sociopolitiques profondément enracinés tels que la recherche croissante de richesse économique, l'expansion agricole, l'urbanisation et les conflits politiques, pour n'en nommer que quelques-uns. (Manfredo *et al.*, 2020).

2.2 Santé de la faune, conservation de la biodiversité et retombées

2.2.1 État de conservation des espèces migratrices

De nombreuses espèces migratrices sont en déclin, en raison d'une multitude de facteurs, dont beaucoup sont généralement dus à l'activité humaine. La plupart de ces « facteurs » (décrits plus loin dans cette section) contribuent au déclin non seulement des espèces migratrices, mais aussi des espèces sauvages dans le monde entier. Ces déclin et leurs facteurs sont examinés plus en détail dans un autre rapport de la CMS du PNUE, actuellement en préparation.

2.2.2 Santé et conservation de la faune

Compte tenu des définitions ci-dessus de la santé et des maladies de la faune, et étant donné qu'il faut s'attendre à un faible niveau de maladie dans toute population d'espèces sauvages, les maladies préoccupantes pour la conservation de la faune sont celles auxquelles la population en question est incapable de réagir ou n'est pas résiliente au fil du temps (Hanisch *et al.*, 2012; UFWs., 2020; Bacon *et coll.*, 2023). Dans cette revue, nous utilisons le terme «

menace » pour désigner des conditions pathologiques aussi importantes, pour lesquelles il peut y avoir des preuves d'un impact négatif au niveau de la population.

Comme ci-dessus, les maladies dans les populations fauniques peuvent être une occurrence naturelle et un mécanisme de régulation naturelle du nombre d'individus d'une espèce particulière dans un écosystème. Cependant, lorsque les populations déclinent en raison d'autres facteurs de stress tels que l'empiètement de l'habitat, la pollution ou la persécution, la maladie dans une population à risque peut entraîner un déclin d'une gravité telle que la population est incapable de rebondir. Cela peut conduire à des événements d'extinction locaux (Aguirre & Tabor., 2008).

Les déclinis induits par les maladies dans les populations d'animaux sauvages peuvent alors avoir un impact négatif supplémentaire sur les écosystèmes. De nombreuses espèces offrent des avantages écosystémiques. Par exemple, les ongulés de pâturage dans de grands troupeaux fournissent des nutriments essentiels aux herbes et aux plantes via leurs excréments. Leurs comportements alimentaires ou de recherche de nourriture peuvent réguler la croissance des plantes, soutenant ainsi la biodiversité globale des espèces végétales et animales dans l'écosystème qu'elles habitent (Kauffman *et al.*, 2020). Ainsi, les épidémies dans la faune sauvage peuvent parfois avoir des impacts plus larges sur l'écosystème.

Exemple de cas

Réduction de la population de chiens de prairie (*Cynomys spp.*) par infection par *Yersinia pestis* (peste sylvatique) entraîne des changements dans les espèces végétales des prairies et une modification de la teneur en azote du sol. Pluviers montagnards (*Charadrius montanus*) nichent sur le sol des terriers de chiens de prairie, de sorte que lorsque le nombre de chiens de prairie diminue de *Y.pestis* infections et populations de pluviers montagnards déclinent souvent simultanément (Eads & Biggins, 2015).

2.2.3 Santé de la faune et « retombées »

Les éclosions de maladies de la faune sauvage peuvent se produire au sein des populations fauniques et/ou entre différentes espèces sauvages. Leurs agents infectieux peuvent aussi potentiellement se propager aux animaux domestiques (y compris le bétail) et aux humains et causer des maladies chez eux (Acevedo-Whitehouse et Duffus., 2009). Les « nouvelles » maladies infectieuses émergentes sont plus susceptibles de provenir d'animaux sauvages par le biais d'événements de contagion en raison de la pression croissante exercée par les activités humaines. Cependant, la transmission directe de maladies zoonotiques de la faune sauvage à l'homme est rare. La grande majorité de la transmission des zoonoses provient d'animaux domestiques (animaux de compagnie et bétail), par exemple de la consommation de produits animaux comme zoonoses d'origine alimentaire (Grace *et al.*, 2012). Lorsque la transmission à l'homme par la faune sauvage se produit, c'est principalement par transmission indirecte, c'est-à-dire par l'intermédiaire d'une espèce intermédiaire (« vecteur ») telle que le moustique (par exemple, le virus du Nil occidental) (Kock et Caceres-Escobar., 2022).

Le bétail est souvent la source de maladies pour les espèces sauvages, et les retombées se produisent également du bétail à la faune. Il s'agit d'une préoccupation importante pour de nombreuses espèces sauvages et peut avoir de graves conséquences. Par exemple, en 2016-2017, des milliers d'antilopes saïgas de Mongolie (*Saiga tatarica mongolica*) est apparue à la suite de l'introduction du virus de la peste des petits ruminants (PPRV) provenant de petits ruminants (ovins et caprins). Des décès sont également survenus chez d'autres espèces sauvages, y compris le bouquetin de Sibérie (*Capra sibirica*) et la gazelle goitered (*Gazella subgutturosa*). On pense que le virus a été introduit par des mouvements de moutons et de chèvres utilisant les mêmes terres que la saïga, et a considérablement réduit la taille de la population de saïgas. (Pruvot *et al.*, 2020).

Exemple de cas

La souche de grippe aviaire hautement pathogène H5N1 (IAHP), qui depuis 2020 affecte considérablement les populations d'oiseaux sauvages à l'échelle mondiale, est originaire d'oies domestiques en Chine en 1996. Le virus s'est maintenu en grande partie chez les volailles en Asie jusqu'à ce qu'un important événement de propagation à la faune se produise au lac Qinghai, en Chine, en 2005. La mortalité élevée précoce des oiseaux sauvages a été suivie par des années d'épidémies épisodiques. Les changements dans le virus et les voies d'accès à de nouveaux hôtes tels que les colonies de reproduction des oiseaux de mer ont suscité de graves préoccupations en matière de conservation et des appels à une meilleure protection de la faune contre les maladies du bétail (Kuiken et Cromie, 2022).

2.3 Les menaces pour la conservation en tant que moteurs de maladies

Il existe un grand chevauchement entre les menaces pour la conservation des espèces en voie de disparition ou vulnérables et les facteurs d'émergence des maladies. Les principaux facteurs contribuant au déclin et à l'extinction des espèces sauvages sont également les moteurs des épidémies (Machalaba et *al.*, 2020). La maladie exacerbe alors les menaces qui pèsent sur l'état de conservation.

Par exemple, la perte d'habitat et l'empiètement des activités humaines, telles que l'agriculture et le développement, exercent une pression sur les populations en réduisant leurs zones habitables disponibles ou en dégradant la qualité de l'habitat. Ces changements peuvent les prédisposer à des épidémies de plusieurs façons, par exemple en menant à un contact plus étroit avec les animaux domestiques (bétail) et les humains, en augmentant la probabilité de transmission de maladies du bétail à la faune, ou vice versa (Kock & Caceres-Escobar., 2022). Table 3 décrit les facteurs de menaces à la conservation de la faune et à l'émergence de maladies. Nous utilisons ces catégories de conducteurs dans notre examen (section 3 ci-dessous).

Ainsi, la présence de maladies infectieuses et non infectieuses chez les animaux sauvages, et leur gravité, peuvent être des indicateurs de la santé de l'écosystème qu'ils habitent, et les animaux sauvages peuvent agir comme sentinelles (systèmes d'alerte) pour l'état de santé des écosystèmes. Les actions visant à améliorer la santé de la faune sauvage et de leurs écosystèmes, en réduisant les pressions grâce à des actions humaines plus durables, peuvent également améliorer la santé des humains et du bétail. Des approches interdisciplinaires sont nécessaires pour élaborer des solutions à ces problèmes difficiles et complexes (Meredith et *coll.*, 2022).

Table 3. Facteurs de menaces pour la conservation, qui agissent également comme des moteurs de l'émergence de maladies (adapté de UICN, 2023).

Chauffeur	Description
Agriculture ou aquaculture	Expansion ou intensification de l'agriculture, y compris une interface accrue entre l'élevage et la faune
Autre perte, dégradation ou perturbation de l'habitat	Établissements humains connexes; l'évolution de l'utilisation des terres; les routes ou autres infrastructures; la détérioration, la destruction ou la perturbation des habitats résultant d'autres activités humaines (y compris la production d'énergie et les industries extractives); les corridors de transport et de service; nuisances sonores; la guerre et les conflits; récréation. Peut entraîner une proximité accrue avec des établissements humains ou des espèces domestiques ou sauvages non élevées (p. ex. chiens/chats).
Surexploitation (récolte ou persécution)	Surexploitation délibérée ou non intentionnelle des ressources sauvages par la chasse, la collecte, la pêche et la récolte des ressources
Espèce envahissante	Espèces exotiques envahissantes, autres espèces ou gènes problématiques ¹
Pollution	Introduction de matières ou d'énergie exotiques et/ou excédentaires ou toxiques dans l'environnement. Comprend la pollution chimique et plastique; agriculture, sylviculture, ruissellement/effluents industriels, eaux usées domestiques, déchets solides
Changement climatique ou phénomènes météorologiques violents	Menaces liées aux changements climatiques à long terme, qui peuvent être liées au réchauffement de la planète et à d'autres phénomènes climatiques et météorologiques graves. Comprend les sécheresses, les températures extrêmes, les tempêtes et les inondations
Autre	Événements géologiques catastrophiques

¹La définition de l'UICN et de la CMS inclut les maladies invasives de ces espèces, mais nous les considérons séparément aux fins de cette revue.

2.4 Approches holistiques de la santé : défis et opportunités

2.4.1 Limites des approches actuelles

Il est important de reconnaître les faiblesses de la façon dont la société considère actuellement la santé de la faune sauvage, en mettant l'accent sur les problèmes de santé / maladies et les réponses d'urgence aux épidémies. Ceux-ci dominent alors le financement et les dépenses de santé. Bien que cette orientation soit sans aucun doute importante, elle fausse l'équation de la santé et n'aborde pas ce qui « détermine » la santé (ou la mauvaise santé). Cet échec peut entraîner des charges de morbidité inutiles pour les humains, les animaux domestiques et sauvages. En outre, la santé animale est souvent considérée comme une responsabilité des ministères de l'agriculture avec trop peu d'engagement dans la santé de la part des sections environnementales du gouvernement.

Pour la santé de la faune, cela est souvent vu à travers le prisme de la façon dont cela affecte immédiatement les humains et nos intérêts. Les interventions en cas d'éclosion de maladies dans lesquelles les espèces sauvages jouent un rôle ont généralement été réactionnaires plutôt que préventives. Cela peut rapidement conduire à des résultats négatifs. Un exemple récent est la pandémie de COVID-19. La faune a rapidement été blâmée comme la source du virus, certains rapports faisant état de chauves-souris ciblées dans le cadre de réponses fondées sur la peur. De même, le déversement de l'IAHP H5N1 dans les oiseaux sauvages a entraîné à la fois la mort d'oiseaux sauvages et la destruction de nids et de certains habitats de zones humides dans les premiers jours de la maladie. Ces réponses ne parviennent pas à

la fois à comprendre les causes profondes et à réaliser l'interdépendance de la santé chez les animaux, l'écosystème et les humains. L'utilisation d'approches rationnelles et préventives – telles que l'amélioration de la planification des activités agricoles ou des pratiques de biosécurité dans les fermes et les marchés, ou l'amélioration des pratiques agricoles pour réduire les facteurs de stress sur la faune – peut permettre aux gens de vivre de manière plus durable aux côtés de la faune et avec moins de résultats négatifs (Machalaba *et coll.*, 2020). La gestion réactive peut non seulement être préjudiciable à long terme, mais elle est également coûteuse sur le plan économique – et bien plus que les approches préventives (Dobson *et al.*, 2020).

L'approche One Health a été critiquée pour être souvent trop anthropocentrique, concentrant principalement son attention sur l'amélioration de la santé humaine et la réduction des risques auxquels sont confrontés les humains, sans se soucier de la santé et du bien-être des animaux non humains (Stephen *et al.*, 2023). Comme ci-dessus, cela peut entraîner des coûts élevés pour les populations animales, par exemple lorsque l'abattage ou le confinement est utilisé comme méthode de lutte contre les maladies. Il met également l'accent sur le fait que les espèces sauvages sont la cause des épidémies et des risques pour les humains, plutôt que de comprendre comment tous ces systèmes sont interconnectés, et que les actions humaines sont un facteur causal sous-jacent fréquent. Pour améliorer cela, de nouveaux cadres sont proposés pour rendre One Health plus holistique et moins axé sur l'humain, comme le cadre récemment proposé par Stephen *et al.* (2022) : Un « *cadre fondé sur l'équité en matière d'une seule santé* ».

À cela s'ajoutent de multiples difficultés logistiques qui ont une incidence négative sur les interventions en cas de maladies de la faune. Par exemple, de nombreux pays disposent d'installations de surveillance et de diagnostic inadéquates ou de capacités pour des méthodes d'enquête appropriées et de stockage des échantillons. De plus, les pays qui semblent être des points chauds pour les maladies émergentes (zoonotiques et autres) sont souvent ceux qui ont les infrastructures de santé et les systèmes d'investigation les plus faibles (Watsa *et al.*, 2020). À cela s'ajoutent les réglementations relatives au transport d'échantillons d'espèces menacées (inscrites à la CITES), ce qui peut retarder l'analyse des échantillons et, par conséquent, les réponses aux épidémies (Machalaba *et al.*, 2020). Les systèmes de déclaration volontaire des cas de maladie ou de mortalité des espèces sauvages sont souvent inadéquats et inefficaces, et des efforts de collaboration à l'échelle mondiale sont nécessaires pour améliorer cette situation.

2.4.2 Possibilités d'amélioration

La biodiversité joue un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes. En effet, la santé peut être considérée comme une propriété d'un écosystème et un écosystème naturel riche en biodiversité est intrinsèquement sain et résilient. Ainsi, le maintien et l'amélioration de la biodiversité des écosystèmes devraient faire partie d'une approche holistique de la santé qui réduit les risques de maladies pour la faune, les animaux domestiques et/ou les humains. Les changements dans la biodiversité peuvent modifier la dynamique des maladies dans les populations d'animaux sauvages.

La pleine compréhension de ces déterminants de la santé mènera à des approches préventives ou écosystémiques de la santé qui sont susceptibles d'avoir de meilleurs résultats si l'on considère les contextes plus larges de l'agriculture durable, du développement socio-économique, de la protection et de la durabilité de l'environnement, et des modèles complexes de changement mondial (Cromie *et al.*, 2012).

La santé de la faune sauvage peut être protégée et favorisée en renforçant les « systèmes de santé de la faune sauvage », à savoir l'expertise et les ressources fondamentales pour permettre une surveillance, un diagnostic et une gestion efficaces et rapides des maladies.

Les organisations mondiales et nationales ont la capacité d'améliorer les approches de la santé dans tous les secteurs, par exemple en :

- Améliorer la capacité de surveillance, de diagnostic et d'enquête sur les éclosions de maladies de la faune sauvage.
- Établir un système mondial de déclaration pour suivre les épidémies et comprendre les maladies de la faune sauvage (avec des données écologiques contextuelles complètes pour mesurer les impacts des épidémies).
- Établir des directives internationales sur les approches préventives et constructives de gestion des risques de maladie, afin de prévenir les interventions inefficaces et potentiellement dommageables en cas d'éclosion de maladies de la faune sauvage
- Promouvoir une compréhension des véritables déterminants de la santé et du rôle des écosystèmes résilients de la biodiversité dans ce contexte
- Encourager l'équité dans les approches « Une seule santé » et les utiliser dans les décisions relatives à la planification, au développement et, en particulier, aux pratiques agricoles.
- Encourager une planification d'urgence plus efficace pour la santé de la faune – à la fois en termes de plans d'atténuation pour minimiser les risques pour la faune et de planification d'intervention d'urgence dans les situations d'éclosion afin de garantir que les mesures de gestion les plus appropriées et les plus rapides sont prises.
- Une gestion préventive et rapide est essentielle. Les risques de maladie pour les espèces sauvages ainsi que les risques standard pour l'homme et le bétail devraient être inclus et pris en compte dans les évaluations d'impact sur l'environnement. Cela pourrait aider à déterminer quelles mesures de gestion pourraient être utilisées pour réduire ou atténuer les risques de maladie. Cela n'arrêtera pas toutes les épidémies, mais pourrait aider à les contenir plus rapidement, réduisant ainsi l'impact sur les animaux et les humains (Machalaba et al., 2020; Kock & Caceres-Escobar, 2022).

MESSAGES CLÉS : Une seule santé et la santé des écosystèmes

- Des écosystèmes sains, bien gérés et résilients influencent positivement la santé dans tous les secteurs. Les approches préventives de gestion de la santé sont plus rentables que la résolution des problèmes de santé une fois qu'ils apparaissent.
- La maladie est souvent considérée comme une question de survie ou de mort alors qu'en fait, les effets sont souvent importants. plus subtile, affectant plutôt la productivité, le développement, le comportement, la capacité de rivaliser ou échapper à la prédation, ou sensibilité à d'autres maladies facteurs qui peuvent influencer l'état de la population.
- Les maladies peuvent affecter l'état de conservation des espèces, et les facteurs habituels du déclin de la population sont également les moteurs de l'émergence de maladies qui peuvent ensuite exacerber les menaces préexistantes. Par conséquent, la lutte contre les menaces plus larges pour la conservation contribue à réduire les risques de maladies pour la faune, le bétail et les personnes.
- Les interfaces, directes ou indirectes, entre le bétail domestique et la faune sauvage risquent considérablement d'avoir des effets négatifs sur la santé des maladies infectieuses dans les deux secteurs.

- Les responsabilités à l'égard de la santé des écosystèmes et de la faune incombent aux sections environnementales du gouvernement.
- Il existe des lacunes importantes dans la planification d'urgence pour les menaces de maladies de la faune. Une surveillance inadéquate des maladies de la faune contribue à une mauvaise compréhension des deux maladies et des moyens de les gérer. De plus, les règlements sur le transport des échantillons de nombreuses espèces retardent les interventions en cas d'éclosion et entravent notre compréhension de l'épidémiologie des maladies de la faune.
- Des systèmes de santé de la faune plus solides sont nécessaires pour permettre une prévention et un contrôle efficaces des maladies chez les espèces sauvages. Ceux-ci devraient être intégrés aux systèmes de santé humaine et animale domestique dans le cadre d'une initiative « Une seule santé ».

3 MIGRATION ET DYNAMIQUE DE LA MALADIE

Dans cette section, nous examinons la dynamique des maladies infectieuses en relation avec la migration, ainsi que les conséquences potentielles de la migration, et sa perturbation, pour la conservation de la faune ainsi que la santé des animaux domestiques et des personnes.

3.1 Migration

3.1.1 Définitions

La migration est généralement le déplacement récurrent, généralement saisonnier, d'animaux vers différents lieux géographiques à la recherche de ressources et de conditions bénéfiques pour certaines étapes de la vie (Dingle, 2014).

La définition des espèces migratrices de la Convention sur les espèces migratrices (CMS) est la suivante :

« ... la population entière ou toute partie géographiquement séparée de la population d'une espèce quelconque ... d'animaux sauvages, dont une proportion importante de membres franchit de façon cyclique et prévisible une ou plusieurs limites juridictionnelles nationales » (CMS., 2023).

3.1.2 Impact physiologique

La migration, tout en donnant accès à des ressources et/ou à un moyen d'échapper à des conditions défavorables, peut entraîner des coûts physiologiques considérables. La migration peut généralement avoir un impact physiologique énorme sur l'individu, de sorte que pour justifier ce comportement, ses avantages doivent l'emporter sur les coûts. Les coûts physiologiques peuvent différer en fonction des conditions environnementales fluctuantes et des facteurs de stress que les migrants peuvent rencontrer. Les activités anthropiques (facteurs de stress) qui entraînent des coûts plus élevés pour l'individu peuvent modifier l'équilibre et entraîner de moins bons résultats en matière de santé.

Table 4. Quelques coûts et avantages de la migration

Coûts de la migration	Avantages de la migration
Dépenses énergétiques élevées	Utiliser des ressources environnementales accrues
Heure	Habitat plus propice à la reproduction, à l'hivernage et à la mue
Dépense élevée des réserves de graisse corporelle	Peut améliorer la santé et la résilience ³
Mortalité	Peut échapper à des charges parasitaires élevées ⁴
Stress, immunosuppression	Peut exploiter les courants et les vents pour réduire le temps de migration
Exposition accrue possible aux parasites ¹	Réduction de la prédation dans certaines situations
Le temps et l'environnement influent sur la migration ²	Souches parasitaires moins nocives ⁵

¹La rencontre d'autres espèces en cours de route peut augmenter l'exposition aux parasites.

²Par exemple, les tempêtes et les vents défavorables peuvent affecter les schémas de vol des oiseaux et augmenter leur mortalité; les animaux migrateurs terrestres peuvent être affectés par la mauvaise qualité du sol, entravant leurs déplacements, et les conditions météorologiques extrêmes dans les prairies, par exemple, peuvent leur rendre la tâche difficile.

³En utilisant de meilleures ressources sur la destination migratoire, peut améliorer la santé

⁴La migration peut servir l'hôte par ses zones d'évasion avec des charges parasitaires élevées

⁵Il existe certaines preuves que les animaux migrateurs peuvent héberger des souches de parasites moins nocives que leurs homologues résidents (Altizer *et al.*, 2011).

3.2 Migration et maladie

3.2.1 Principes

Les événements de maladies infectieuses reflètent une interaction complexe entre l'agent infectieux, l'animal hôte et leur environnement plus large. Les facteurs à considérer en ce qui concerne les agents infectieux comprennent : le degré de nocivité d'un agent, le nombre d'hôtes et la présence de vecteurs/hôtes intermédiaires. Les facteurs pertinents pour les hôtes comprennent : l'espèce, l'âge, le sexe, l'état nutritionnel, l'état immunitaire et la génétique. Et les facteurs pertinents pour l'environnement comprennent: la qualité de l'habitat, la concurrence, la pollution, le climat et les interférences. L'équilibre entre la santé et la maladie d'une personne ou d'une population dépend de l'interaction complexe entre ces trois éléments (Thrusfield *et coll.*, 2018). De cette façon, nous pouvons voir comment les changements anthropiques, tels que la dégradation ou la perte d'habitat, ou le changement climatique, qui ont un impact sur les populations animales peuvent également influencer considérablement la dynamique des maladies.

3.2.2 Comment la migration peut avoir un impact sur la santé

La migration peut avoir des conséquences sanitaires positives et négatives pour les environnements plus larges visités par les espèces migratrices, et des répercussions sur d'autres espèces et les humains. La migration peut améliorer la santé d'un individu, en favorisant l'accès à de meilleures ressources et en « échappant » potentiellement aux fardeaux parasitaires. Les migrants peuvent introduire des agents infectieux à des hôtes naïfs, ce qui peut jouer un rôle dans l'émergence de la maladie. On suppose souvent que les migrants sont responsables de l'introduction d'agents infectieux dans de nouvelles zones et de la propagation de maladies chez les animaux et les humains. Cette hypothèse peut compromettre les efforts de conservation de ces espèces. Bien que cela puisse être vrai, l'acte de migration peut également servir à réduire le fardeau de l'infection (Table 5) (Altizer *et coll.*, 2011).

Table 5. Conséquences du comportement migratoire. Clé: ✓ = positif ✗ = négatif

Le comportement migratoire peut :	Conséquences pour la santé de la faune ou de la flore sauvages ou la santé des animaux domestiques ou des humains
Réduire la proportion d'individus infectés dans la population migratoire	✓
Augmenter la proportion de personnes infectées dans la population migratoire	✗
Accroître l'exposition des animaux migrateurs à de nouveaux agents infectieux	✗
Augmenter la diversité des agents infectieux dans la population migratrice	✓ / ✗
Améliorer la santé et la résilience aux infections	✓

Nous discutons plus en détail de chacun des points du tableau 5 ci-dessous :

→ **La migration peut réduire le nombre de personnes infectées dans la population migratoire**

Cela réduit la probabilité de maladies infectieuses chez les animaux migrateurs, ce qui préserve leur santé et leur état de conservation et réduit la probabilité de transmission de maladies à d'autres espèces sauvages, à des animaux domestiques ou à des humains.

Comment?

- Les animaux peuvent s'éloigner des habitats où la charge d'infection est élevée pour « échapper » aux charges d'infection. Ils peuvent également éviter de tels habitats sur leurs routes migratoires ou leurs lieux d'escale.
- Les personnes infectées peuvent succomber pendant la migration, éliminant ainsi les personnes infectées d'une population. Les coûts énergétiques intenses associés à la migration peuvent également réactiver les infections dormantes chez les individus, exacerbant cet effet. Cela peut également « supprimer » les gènes de susceptibilité aux maladies de la population.
- La migration vers des habitats dotés de meilleures ressources peut améliorer la santé des individus et leur résilience à l'infection.

- Par l'acte de migration, les migrants peuvent se séparer des individus vulnérables de la population, tels que les mineurs, réduisant ainsi à la fois leur propre exposition aux agents infectieux et celle des individus immunologiquement naïfs et vulnérables.
- Les animaux infectés peuvent choisir de rester résidents et de ne pas migrer; Ils peuvent également retarder la migration ou prendre plus de temps à migrer.
- Une fois que les animaux partent pour la migration, cela peut permettre à l'environnement de « récupérer », ce qui décontamine l'environnement.

Exemple de cas

Les infections par le paludisme aviaire dans les populations d'oiseaux de rivage varient en fonction des habitats qu'elles utilisent au cours de leurs routes migratoires. Les populations d'oiseaux de rivage utilisant la voie migratoire de l'Atlantique Est qui se déplaçaient vers les milieux nordiques et côtiers présentaient des niveaux d'infection beaucoup plus faibles que les populations du sud utilisant des habitats tropicaux, des environnements intérieurs et d'eau douce. On pense que cela est dû au fait que les oiseaux de rivage dans les habitats marins et d'eau salée « échappent » au risque d'exposition aux moustiques infectés, car ces habitats ne supportent pas les vecteurs aussi bien que les habitats tropicaux et d'eau douce (Mendes et al., 2005).

→ **La migration peut accroître l'exposition à de nouveaux agents infectieux pour les migrants et les autres animaux rencontrés en cours de route.**

Cela augmente la probabilité de maladies infectieuses chez les animaux migrants, ce qui peut compromettre leur santé et leur état de conservation et augmenter la probabilité de transmission de maladies à d'autres espèces sauvages, à des animaux domestiques ou à des humains.

La migration peut donc agir comme un moyen d'accroître la distribution d'une maladie, en l'amenant dans de nouvelles régions.

Comment?

- De nombreux individus peuvent se rassembler dans des sites d'escale, de reproduction ou non reproducteurs, ce qui augmente les risques d'exposition à des agents infectieux.
- Les coûts énergétiques intensifs associés à la migration peuvent provoquer un stress (immunosuppression), qui peut réactiver les infections dormantes chez les individus.
- Les migrants suivent les conditions environnementales les plus favorables; Cependant, ces conditions peuvent également être bénéfiques pour la survie et la transmission des agents infectieux, en particulier pour les agents qui persistent à long terme dans l'environnement.
- Les agents infectieux peuvent avoir des répercussions variables sur différentes espèces, différents groupes d'âge et différents stades de vie. Par exemple, les animaux plus âgés ont souvent plus de résilience / immunité à l'infection par rapport aux juvéniles qui sont plus naïfs sur le plan immunologique. Les animaux gravides peuvent être plus immunodéprimés, donc plus susceptibles de contracter des infections que leurs homologues non gravides. La migration peut donc « introduire » des individus plus sensibles dans les populations non migratoires, ce qui peut avoir des conséquences sur la dynamique des maladies.

Exemple de cas

Les virus de l'influenza aviaire (VAI), qui infectent plus souvent les oiseaux juvéniles, peuvent être transmis par les oiseaux migrateurs entre eux et à d'autres populations d'oiseaux résidents à leur destination ou à leur halte. La perte et la dégradation de l'habitat dues aux activités humaines peuvent entraîner un surpeuplement dans ces sites et/ou un contact plus étroit avec les animaux domestiques et le bétail (et les humains). Par exemple, lorsque les canards domestiques pâturent dans des milieux humides naturels, ce qui augmente le risque de transmission au bétail et, par la suite, aux humains (Hall *et al.*, 2022).

→ **La migration peut accroître la diversité des agents infectieux dans la population migratoire**

Cela peut avoir diverses conséquences : une probabilité plus élevée de maladies infectieuses ou, inversement, une meilleure résilience aux maladies infectieuses dans la population migratoire.

Comment?

- Comme ci-dessus, les rencontres avec différents habitats et espèces sur les sites d'escale peuvent exposer les migrateurs à une plus grande variété d'agents.
- L'exposition à de nouveaux parasites, combinée au stress (immunosuppression) associé à la migration, peut accroître la susceptibilité à la maladie (Poulin et Dutra., 2021).
- L'exposition à des infections antérieures par des parasites (Hoye *et coll.*, 2016) et/ou une diversité parasitaire accrue (Faria *et coll.*, 2008) peuvent améliorer la résilience aux effets négatifs de l'infection (Moller et Erritzoe., 1998).

Exemple de cas

L'exposition antérieure (infection naturelle) à l'influenza aviaire faiblement pathogène (IAFP) chez les cygnes de Bewick (*Cygnus columbianus berwickii*) semblait améliorer la résilience aux effets négatifs de l'infection en cas d'exposition à nouveau à l'IAFP. En revanche, les oiseaux naïfs sans anticorps contre l'IAFP ont démontré des effets plus négatifs de l'infection (Hoye *et al.*, 2016).

3.2.3 Impacts du statut infectieux sur la migration

→ **Les animaux infectés peuvent choisir de ne pas migrer**

Les animaux infectés réduisent souvent leurs déplacements en raison des coûts physiologiques de l'infection, soit comme stratégie immunitaire pour faire face à l'infection, soit en raison des effets négatifs de l'infection sur le corps. Ainsi, l'infection peut amener les individus à choisir de rester résidents plutôt que de risquer la migration et la mortalité potentielle (Narayanan *et al.*, 2020).

→ **Les animaux infectés peuvent s'éloigner des habitats où la charge d'infection est élevée**

La présence de parasites peut même agir comme une force pour encourager la migration, comme les animaux qui migrent pour s'éloigner des zones à forte teneur en parasites, en particulier pendant les stades vulnérables de la vie. Par exemple, le caribou (*Rangifer tarandus*) migre pour se reproduire, ce qui réduit son exposition aux parulines nuisibles (*Hypoderma tarandi*) (Folstad *et al.*, 1991).

3.3 Changement migratoire

Avec les changements écologiques à l'échelle mondiale, certaines populations deviennent plus résidentes et choisissent de ne pas migrer; d'autres ont du mal à s'acclimater au changement climatique et à l'environnement qui les entoure (Bowlin *et al.*, 2010).

3.3.1 Perturbation de la migration

Les changements anthropiques ainsi que les changements climatiques ont une influence sur le comportement migratoire; De nombreuses espèces migratrices sont sensibles aux changements d'utilisation des terres. Des exemples de perturbations migratoires et de leurs conséquences sont donnés dans Table 6.

Table 6. Conséquences de la perturbation des migrations

Perturbation migratoire	Séquelles
Retards dans la migration	Abondance des ressources manquée, concurrence accrue, charge parasitaire continue du « site source » (voir le texte principal), terrain difficile (p. ex. fonte des glaces signifiant que les espèces terrestres doivent nager)
Migration antérieure	Horaires manqués, ressources saisonnières non prêtes
Résident restant / saut de migration	Réduction des ressources, concurrence, augmentation de la charge parasitaire (voir le texte principal)
Perte ou dégradation de l'habitat	Sites d'escale surpeuplés, augmentation des contacts entre les populations, risque accru de débordement (voir texte principal)
Modification de l'aire ou des itinéraires de migration	Exposition à de nouveaux agents infectieux dans des environnements ou différentes espèces; Accroître la distribution des maladies (voir le texte principal)

→ **Obstacles à la migration**

Les obstacles physiques (comme les clôtures, les éoliennes, les routes, les bâtiments et d'autres infrastructures) peuvent perturber la migration de certaines populations, de sorte qu'elles tentent de franchir ces barrières migratoires ou qu'elles restent résidentes et choisissent de ne pas migrer (Altizer *et al.*, 2011).

Exemple de cas

L'installation de clôtures dans une zone migratoire importante peut être catastrophique pour le comportement migratoire de masse. En un an (1983) avec une réduction des précipitations et de la sécheresse, environ 50 000 gnous sont morts dans le Kalahari, en grande partie en raison de leur incapacité à accéder à l'eau en raison de la clôture de cordon vétérinaire (pour la fièvre aphteuse) bloquant leur chemin. Ils ont dû accéder à l'eau du lac Xau, qui avait une présence humaine importante, et ont donc été chassés, empêchés de boire par les agriculteurs avec leur bétail et stressés par le fait d'être pourchassés (Williamson *et al.*, 1988).

→ Changement climatique

On prévoit que les changements climatiques modifieront les habitats, y compris la réduction des sites de reproduction ou de non-reproduction convenables et des sites de halte. Cela peut et provoque déjà des écarts dans la disponibilité des ressources et des proies. Les conséquences potentielles comprennent des changements dans les schémas et les calendriers de migration normaux; les altérations des aires de migration; l'évolution des taux de reproduction et de mortalité; migration retardée; les populations qui restent résidentes; ou une augmentation de la mortalité due à la migration (Lopez-Hoffman *et al.*, 2017). Le changement climatique modifiera également la répartition et l'abondance des vecteurs de maladies, dont beaucoup sont des arthropodes dont la répartition est largement déterminée par le climat. Les impacts potentiels sur les espèces migratrices et les risques de maladies sont donc complexes et difficiles à prévoir.

3.3.2 Impacts potentiels des changements migratoires liés aux maladies

En considérant l'interaction complexe entre la stratégie migratoire et le statut d'infection, il est possible de voir comment les modifications des schémas migratoires peuvent avoir un impact significatif sur la dynamique des maladies chez les espèces migratrices (McKay & Hoyer, 2016).

→ Les changements migratoires peuvent augmenter le fardeau de l'infection dans les populations migratoires

La modification des routes et des aires de répartition migratoires en réponse aux changements climatiques peut exposer les migrants à de nouveaux parasites et/ou transmettre leurs parasites à des populations naïves, augmentant ainsi la transmission de maladies.

→ Le changement migratoire et les facteurs qui y sont associés peuvent agir ensemble pour accroître le fardeau de l'infection et les contacts avec d'autres espèces

La perte et la dégradation de l'habitat sont un facteur important d'émergence de maladies et pourraient réduire la taille des sites de halte. Avec un nombre accru d'animaux et d'espèces occupant des zones plus petites et surpeuplées, l'exposition à des agents infectieux plus nombreux et nouveaux est très probable. Le changement climatique peut modifier la dynamique des vecteurs, les températures plus chaudes favorisant l'expansion de l'aire de répartition des vecteurs. Cela pourrait réduire la capacité des espèces à les éviter ou à leur échapper par la migration, ce qui entraînerait une transmission accrue du parasite (Hall *et al.*, 2016). Dans le cas d'une espèce préoccupante sur le plan de la conservation, cela pourrait constituer un risque important pour elle. Cela pourrait également entraîner une augmentation de l'aire de migration à mesure que les populations modifient leurs itinéraires pour s'adapter aux changements climatiques et aux différentes ressources.

→ Le déclin des populations d'espèces migratrices peut accroître la probabilité d'événements pathologiques

Les maladies infectieuses émergentes sont plus susceptibles d'apparaître dans les populations qui sont stressées par d'autres facteurs. Comme ci-dessus, les facteurs de stress peuvent inclure la fragmentation de l'habitat, la perte ou la dégradation causée par les activités humaines et l'empiètement croissant des humains, des animaux domestiques et du bétail. Les petites populations isolées d'espèces sauvages courent un plus grand risque d'éclotions de maladies en raison de ces facteurs de stress sur leurs populations et de leurs vulnérabilités génétiques, ce qui pourrait augmenter les chances d'extinction (Aguirre et Tabor., 2008).

MESSAGES CLÉS: Sur la migration et la maladie

- La dynamique des maladies associées à la migration est complexe et les résultats en matière de santé pour les individus et les populations dépendent de la situation.
- La migration elle-même n'augmente pas nécessairement le fardeau de l'infection ou n'introduit pas de nouveaux agents infectieux, elle peut réduire l'infection au sein d'une population en éliminant ceux qui ne sont pas assez aptes à migrer, et avec eux leurs gènes de susceptibilité aux maladies.
- Par conséquent, la migration peut servir à sauvegarder l'état de conservation de la faune sauvage et le risque d'infection chez les animaux domestiques et les humains, en fonction du contexte spécifique.
- Inversement, la migration peut apporter de nouveaux agents infectieux dans de nouvelles zones et à des populations naïves, ce qui augmente la probabilité d'infection et de maladie.
- Dans le même temps, l'exposition accrue des migrants à des agents infectieux différents et divers peut accroître leur résilience aux maladies infectieuses.
- Les agents infectieux peuvent influencer le comportement migratoire et les résultats de la migration.
- Les activités humaines influencent profondément les schémas migratoires. Les changements dans la migration, ainsi que les moteurs de ces changements, ont le potentiel d'augmenter le fardeau de l'infection dans les populations migratoires.

4 PRINCIPAUX ENJEUX SANITAIRES POUR LES ESPÈCES MIGRATRICES

Dans cette section, nous donnerons un aperçu des principaux problèmes de santé que les experts spécifiques aux taxons perçoivent comme affectant les espèces migratrices, en particulier les espèces inscrites à la CMS, et les moteurs de ces problèmes. Le résultat, c'est-à-dire le tableau des maladies, a été conçu comme une plate-forme vivante à partir de laquelle le Groupe de travail sur les espèces migratrices et la santé de la CMS pourra travailler à l'avenir, permettant d'identifier les menaces de maladies prioritaires, les modèles entre les taxons, les facteurs d'émergence des maladies et les lacunes importantes dans les connaissances.

4.1 Introduction

Agents infectieux et affections non infectieuses

Comme nous l'avons brièvement mentionné dans la section Une seule santé et la santé de l'écosystème, la santé des espèces sauvages est menacée à la fois par des agents infectieux

et par des conditions non infectieuses. Ceux-ci peuvent ne pas causer de maladie chez une espèce, mais peuvent avoir des effets graves chez une autre.

Les agents infectieux provoquent une infection chez l'animal hôte, qui peut alors présenter des signes cliniques de maladie; ou peut causer une infection « silencieuse » sans signes extérieurs. Cela signifie que certains animaux peuvent avoir l'air bien, mais potentiellement porteurs d'agents qui pourraient causer une infection chez d'autres individus. Ces agents peuvent être transmis directement entre les individus; ou indirectement par l'intermédiaire d'un vecteur, tel qu'un moustique ou une tique; ou de la contamination de l'environnement via leurs fluides corporels.

Les agents non infectieux peuvent également être responsables de problèmes de santé ou de décès chez les animaux. Il s'agit notamment des maladies génétiques, des agents physiques (comme la chaleur ou le froid), des traumatismes (y compris les traumatismes non intentionnels causés par des humains comme les collisions de véhicules ou les prises accessoires), des problèmes nutritionnels, du stress ou des perturbations causées par des personnes comme le bruit ou la pollution lumineuse, des ingestions de corps étrangers (comme le plastique) et d'autres formes de blessures causées par l'environnement (p. ex. noyade, brûlures).

Pilotes

Pour récapituler la section 2, certains facteurs de déclin de la biodiversité provoquent également l'émergence de maladies qui peuvent aggraver les menaces pour les populations. Il y a beaucoup de chevauchement entre ces éléments, et la plupart des menaces qui ont une incidence sur la santé des écosystèmes jouent également un rôle dans les épidémies. Voir Table 3, ci-dessus, pour notre catégorisation des conducteurs.

4.2 Méthode

Afin de déterminer les principaux problèmes de santé des espèces migratrices inscrites à la CMS et leurs facteurs probables, un tableau des maladies a été établi afin de solliciter l'opinion d'experts sur les menaces pesant sur la santé des espèces migratrices (voir la fin de la section).

Tableau des maladies

Il existe actuellement 657 espèces inscrites à la CMS dans différents groupes taxonomiques. Nous avons regroupé différentes espèces afin de rationaliser l'exécution de cette tâche dans le temps qui nous est imparti. Nous avons généralement regroupé les espèces par ordre. Cependant, étant donné le nombre d'ordres que nous devons prendre en compte et la quantité variable de connaissances concernant les conditions de santé dans ces taxons, nous avons utilisé un regroupement taxonomique plus élevé pour certaines espèces de poissons (classe Chondrichthyes); pour les ordres Carnivora et Artiodactyla, nous avons regroupé les espèces par famille; et nous avons regroupé certains ordres aviaires (par exemple, quatre ordres ont été regroupés sous « oiseaux de proie »). À partir de notre propre examen de la littérature et de nos connaissances spécialisées, nous avons identifié des problèmes infectieux, non infectieux et autres qui peuvent affecter la santé des espèces sauvages. Ceux-ci ont été énumérés dans ce tableau des maladies avec des lignes supplémentaires pour les contributeurs experts afin d'ajouter tous les agents / conditions que nous aurions pu manquer, et de fournir des commentaires sur ces menaces le cas échéant.

Il y avait deux autres sections dans le tableau. Il s'agit de :

- Classement : impacts avérés/soupçonnés (classés 5-1, 5 = priorité la plus élevée).
L'intention de cette section était de hiérarchiser les menaces identifiées pour la santé en mettant l'accent sur leur impact plus large au niveau de la conservation, sur la santé des animaux domestiques (moyens de subsistance humains et économie) ou la santé humaine, et d'identifier également les menaces potentielles futures ou émergentes.
- Pilotes
L'objectif de cette section était d'identifier les facteurs soupçonnés ou confirmés des menaces identifiées. Les facteurs présentés dans le tableau ont été décrits dans la section « Une seule santé » et la santé de l'écosystème (Table 3).

Consultation d'experts

L'équipe de recherche principale a identifié les experts les plus appropriés ayant une connaissance de la santé de chaque groupe taxonomique, à partir de leurs réseaux de contacts. Le « recrutement boule de neige » a été utilisé pour recruter des experts supplémentaires pour certains taxons. Des experts (visant un minimum de deux experts par groupe taxonomique) ont été contactés et invités à compléter le tableau des maladies : pour ajouter toute menace supplémentaire pour la santé que nous aurions pu manquer dans notre propre examen; de les classer en fonction de leur niveau de menace perçu dans chacune des catégories ci-dessus (voir Figure 1-Figure 3 ci-dessous); et d'identifier les facteurs possibles de ces menaces.

Cet exercice de consultation est actuellement en cours et les informations recueillies seront rassemblées et analysées avant la présentation du rapport final.

4.3 Étude de cas

Nous utiliserons les informations recueillies auprès des experts consultés pour cet examen pour présenter des études de cas dans le rapport final, illustrant comment les activités humaines ont un impact négatif sur la santé des espèces sauvages inscrites à la CMS, et comment cela entraîne des problèmes de maladies.

Taxonomic details as per CMS listing		Proximate threat to health	Ranking - proven/suspected impacts (1-5, 5=highest priority)					Drivers*										
Class, Order	No. of species represented (see Species List for details)	Potential threat	Category	Negative impact on biodiversity conservation*	Risk of epidemic in people*	Negative impact on human livelihoods or economics*	Top 5 Threats*	One to watch: a possible future threat*	Agriculture or aquaculture	Other habitat loss, degradation or disturbance	Harvesting or persecution (overexploitation)	Invasive species	Pollution	Climate change or severe weather	Other*	Undetermined / unknown		
4. Order Charadriiformes (waders/shorebirds, gulls)	98	Infectious	Category*															
		Avian influenza viruses - particularly highly pathogenic strains	Virus	5	5	5	5	Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Avian paramyxoviruses (APMVs) including Newcastle Disease virus (APMV-1)	Virus			3		Unlikely	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Infectious bursal disease virus	Virus					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian poxvirus	Virus					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Puffinosis (viral disease; unknown cause)						Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Salmonella sp	Bacterium			4		Unlikely	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Erysipelothrix spp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Campylobacter spp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Chlamydia sp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Yersinia sp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycoplasma sp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycobacterium avium complex	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Klebsiella pneumoniae	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aspergillus (A.fumigatus)	Fungus or Yeast					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eimeria spp (reneh-coccidiosis)	Protozoa					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Cestodes, trematodes & acanthocephalans - various spp	Helminth					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Nematodes - various including Capillaria spp	Helminth					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Trematodes (Cyclocoelum spp)	Helminth					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Ectoparasites including lice, mites & others	Arthropod ectoparasite					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Coronavirus	Virus			4		Low	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Circovirus, reovirus & various other viruses	Virus					Medium	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pasteurella multocida (avian cholera)	Bacterium						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian malaria (Haemoproteus sp, Plasmodium sp)	Protozoa					Low	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Non-infectious	Category*															
		Chemical pollutants: pesticides, heavy metals, industrial chemicals, petroleum products (oil spills)	Toxin, pollution or eutrophication					Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eutrophication and changes in water quality	Toxin, pollution or eutrophication	3				Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Road traffic or fence collisions, entanglements	Incidental anthropogenic trauma						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FB ingestion	Foreign body ingestion						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Bycatch (incidental offtake)	Incidental anthropogenic trauma						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Algal blooms - reducing quality of feeding areas and potential for direct toxicity	Toxin, pollution or eutrophication	5				6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Avian botulism	Toxin, pollution or eutrophication	3				3	Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Nest disturbance	Anthropogenic stress or disturbance	1				1	Low	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Microplastic or nanosilver pollution	Toxin, pollution or eutrophication						Medium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Other problems*	Category*																	
Habitat loss due to agricultural intensification and development - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions																	
Habitat degradation due to agricultural practices, wetland drainage and other developments - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions																	

Figure 1: Capture d'écran du tableau qui a été fourni aux contributeurs experts pour qu'ils le remplissent. Cette image montre le système de classement et les conducteurs complétés pour l'ordre Charadriiformes (échassiers, oiseaux de rivage et goélands).

Taxonomic details as per CMS listing		Proximate threat to health		Ranking - proven/suspected impacts (1-5, 5=highest priority)				
Class, Order	No. of species represented (see Species List for details)	Potential threat	Category	Negative impact on biodiversity conservation*	Risk of epidemic in people*	Negative impact on human livelihoods or economics*	Top 5 Threats*	One to watch: a possible future threat*
4. Order Charadriiformes (waders/shorebirds, gulls)	98	Infectious	Category*					
		Avian influenza viruses - particularly highly pathogenic strains	Virus	5	5	5	5	Medium
		Avian paramyxoviruses (APMVs) including Newcastle Disease virus (APMV-1)	Virus			3		Unlikely
		Infectious bursal disease virus	Virus					Unlikely
		Avian poxvirus	Virus					Unlikely
		Puffinosis (viral disease, unknown cause)						Unlikely
		Salmonella sp	Bacterium			4		Unlikely
		Erysipelothrix spp	Bacterium					Unlikely
		Campylobacter spp	Bacterium					Unlikely
		Chlamydia sp	Bacterium					Unlikely
		Yersinia sp	Bacterium					Unlikely
		Mycoplasma sp	Bacterium					Unlikely
		Mycobacterium avium complex	Bacterium					Unlikely
		Klebsiella pneumoniae	Bacterium					Unlikely
		Aspergillus (A.fumigatus)	Fungus or Yeast					Unlikely
		Eimeria spp (renal-coccidiosis)	Protozoa					Unlikely
		Cestodes, trematodes & acanthocephalans - various spp	Helminth					Unlikely
		Nematodes - various including Capillaria spp	Helminth					Unlikely
		Trematodes (Cyclocoelum spp)	Helminth					Unlikely
		Ectoparasites including lice, mites & others	Arthropod ectoparasite					Unlikely
		Coronavirus	Virus			4		Low
		Circovirus, reovirus & various other viruses	Virus					Medium
		Pasteurella multocida (avian cholera)	Bacterium					
		Avian malaria (Haemoproteus sp, Plasmodium sp)	Protozoa					Low
		Non-infectious	Category*					
		Chemical pollutants: pesticides, heavy metals, industrial chemicals, petroleum products (oil spills)	Toxin, pollution or eutrophication					Medium
		Eutrophication and changes in water quality	Toxin, pollution or eutrophication	3			3	Medium
		Road traffic or fence collisions, entanglements	Incidental anthropogenic trauma					
		FB ingestion	Foreign body ingestion					
Bycatch (incidental offtake)	Incidental anthropogenic trauma	5			5			
Algal blooms - reducing quality of feeding areas and potential for direct toxicity	Toxin, pollution or eutrophication	3			3	Medium		
Avian botulism	Toxin, pollution or eutrophication	1			1	Low		
Nest disturbance	Anthropogenic stress or disturbance							
Microplastic or nanosilver pollution	Toxin, pollution or eutrophication					Medium		
Other problems*	Category*							
Habitat loss due to agricultural intensification and development - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions							
Habitat degradation due to agricultural practices, wetland drainage and other developments - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions							

Figure 2: Une capture d'écran plus rapprochée du tableau montrant les menaces identifiées et leur classement.

Taxonomic details as per CMS listing		Proximate threat to health	Drivers*								
Class, Order	No. of species represented (see Species List for details)	Potential threat	Agriculture or aquaculture	Other habitat loss, degradation or disturbance	Harvesting or persecution (overexploitation)	Invasive species	Pollution	Climate change or severe weather	Other*	Undetermined / unknown	
4. Order Charadriiformes (waders/shorebirds, gulls)	98	Infectious									
		Avian influenza viruses - particularly highly pathogenic strains	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian paramyxoviruses (APMVs) including Newcastle Disease virus (APMV-1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Infectious bursal disease virus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian poxvirus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Puffinosis (viral disease, unknown cause)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Salmonella sp	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Erysipelothrix spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Campylobacter spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Chlamydia sp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Yersinia sp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycoplasma sp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycobacterium avium complex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Klebsiella pneumoniae	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aspergillus (A.fumigatus)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eimeria spp (renal coccidiosis)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Cestodes, trematodes & acanthocephalans - various spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Nematodes - various including Capillaria spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Trematodes (Cyclocoelum spp)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Ectoparasites including lice, mites & others	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Coronavirus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Circovirus, reovirus & various other viruses	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pasteurella multocida (avian cholera)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian malaria (Haemoproteus sp, Plasmodium sp)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Non-infectious									
		Chemical pollutants: pesticides, heavy metals, industrial chemicals, petroleum products (oil spills)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eutrophication and changes in water quality	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Road traffic or fence collisions, entanglements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		FB ingestion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Bycatch (incidental offtake)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Algal blooms - reducing quality of feeding areas and potential for direct toxicity	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian botulism	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nest disturbance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Microplastic or nanosilver pollution	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Other problems*											
Habitat loss due to agricultural intensification and development - at wintering, breeding & stopover sites											
Habitat degradation due to agricultural practices, wetland drainage and other developments - at wintering, breeding & stopover sites											
Predation (particularly of nests & pre-fledged young)											
Flooding of breeding sites											
Persecution or offtake											

Figure 3: Une capture d'écran plus rapprochée du tableau montrant les menaces identifiées et leurs moteurs potentiels.

5 MESSAGES CLÉS ET RECOMMANDATIONS

En conclusion, la santé des espèces migratrices dépend d'écosystèmes sains, qui constituent une plate-forme importante pour les approches One Health. Les relations entre la migration et la dynamique des maladies sont très complexes et de nombreux facteurs influencent l'émergence de la maladie. Il existe de plus en plus de preuves mondiales démontrant les graves impacts de l'activité humaine sur les populations et les écosystèmes, bon nombre des mêmes facteurs de déclin de la conservation et de dégradation des écosystèmes étant des moteurs de l'émergence de maladies.

Notre compréhension des nombreuses maladies affectant les espèces migratrices et de la façon dont la migration influence la dynamique de l'infection est limitée. Il existe des documents de modélisation, mais il y a eu peu d'études de cas réels. D'autres recherches sont nécessaires pour améliorer notre compréhension de la façon dont la migration et le changement migratoire peuvent modifier l'état des infections et des maladies dans les populations migratoires.

RECOMMANDATIONS PRÉLIMINAIRES

- Des écosystèmes sains et résilients créent le cadre et déterminent la santé. Les approches préventives sont à la fois rentables et nécessaires pour promouvoir la santé de la faune migratrice, du bétail et des personnes. Le rôle des personnes impliquées dans la conservation de la biodiversité et les moyens de subsistance durables devrait donc être reconnu et activement soutenu dans leur contribution à la santé dans tous les secteurs. Le rôle du PNUE dans la FAO PNUE qui woah Quadripartite est le bienvenu.
- Les efforts visant à lutter contre les facteurs de déclin démographique tels que le changement climatique, la perte et la dégradation de l'habitat, la pollution, les espèces envahissantes et les obstacles à la migration devraient être renforcés, car ils sont également des facteurs d'émergence de maladies dans tous les secteurs.
- Les approches « Une seule santé » apprécient l'interconnectivité de la santé entre la faune, le bétail et les humains, mais peuvent souvent être anthropocentriques – de telles approches devraient être utilisées équitablement dans les décisions relatives à la gestion de la santé, sachant que la promotion de la santé de la faune réduit les risques pour les humains et nos intérêts, tout en apportant des avantages en matière de conservation.
- Plutôt que de considérer la santé animale comme la seule responsabilité des ministères de l'agriculture, les sections de l'environnement du gouvernement doivent s'engager et diriger la santé de la faune et des écosystèmes.
- La prévention et la lutte contre les maladies de la faune sauvage nécessitent un bon travail intersectoriel. Les gouvernements, leurs agences et tous ceux qui gèrent la faune sauvage sont encouragés à élaborer un plan d'urgence en temps de paix impliquant toutes les parties prenantes concernées afin de prévenir les problèmes de santé liés à la faune sauvage, mais aussi de réagir de manière appropriée dans les situations d'urgence. Cela réduira au minimum les effets néfastes des foyers épidémiques et des mesures de lutte inappropriées.
- Les interfaces entre l'élevage et la faune sauvage, provoquées, par exemple, par le développement agricole et l'empiètement dans les zones sauvages, sont particulièrement problématiques pour la propagation et la retombée des maladies. Tous les efforts doivent être faits pour gérer le bétail afin de réduire ces risques dans l'intérêt

de tous. Cela pourrait inclure une meilleure biosécurité, une meilleure planification ou des changements importants et une réévaluation de la gestion du bétail, en particulier dans les pays à revenu moyen et élevé où des choix peuvent être faits concernant les sources de protéines.

- La santé des populations migratrices sera protégée et favorisée par le renforcement des « systèmes de santé de la faune sauvage » comprenant l'expertise et les ressources nécessaires pour permettre une surveillance, un diagnostic et une gestion efficaces et rapides des maladies. Le renforcement de cette capacité est relativement peu coûteux par rapport aux coûts potentiels associés à la gestion réactive des flambées épidémiques.
- Une surveillance robuste de la santé de la faune, dont l'objectif est la conservation (plutôt que la protection du bétail), est nécessaire pour appuyer une planification et une évaluation des risques rigoureuses, et la surveillance peut être intégrée au suivi écologique et à la surveillance des populations. Des améliorations dans les diagnostics de la faune, les installations d'essai et les systèmes de notification, ainsi qu'un renforcement approprié des capacités, sont nécessaires dans le monde entier. Les réglementations relatives au transport de spécimens d'espèces menacées à travers les frontières nationales retardent les réponses aux épidémies et doivent également être abordées.
- Il existe d'importantes lacunes dans les connaissances sur l'épidémiologie et les facteurs de nombreuses maladies des espèces migratrices, ce qui empêche une bonne gestion de la santé. La recherche et les ressources devraient être axées sur les menaces prioritaires pour la santé des espèces migratrices, en particulier celles dont l'état de conservation est médiocre.

6 Références

- Acevedo-Whitehouse, K. and Duffus, A.L.J. (2009) 'Effects of environmental change on wildlife health', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1534), pp. 3429–3438. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0128>.
- Aguirre, A.A. and Tabor, G.M. (2008) 'Global Factors Driving Emerging Infectious Diseases', *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1149(1), pp. 1–3. Available at: <https://doi.org/10.1196/annals.1428.052>.
- Altizer, S., Bartel, R. and Han, B.A. (2011) 'Animal Migration and Infectious Disease Risk', *Science*, 331(6015), pp. 296–302. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1194694>.
- Bacon, A. *et al.* (2023) *Scottish Wildcat Action (SWA) Specialist Report - Disease Surveillance*. Inverness: NatureScot. Available at: <https://www.nature.scot/doc/scottish-wildcat-action-swa-specialist-report-disease-surveillance> (Accessed: 17 May 2023).
- Beckmann, K.M. *et al.* (2022) 'Wildlife health outcomes and opportunities in conservation translocations', *Ecological Solutions and Evidence*, 3(3), p. e12164. Available at: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12164>.
- Bowlin, M.S. *et al.* (2010) 'Grand Challenges in Migration Biology', *Integrative and Comparative Biology*, 50(3), pp. 261–279. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icq013>.
- Cromie, R.L. *et al.* (2012) *Ramsar Wetland Disease Manual. Guidelines for Assessment, Monitoring and Management of Animal Disease in Wetlands*. Ramsar Technical Report No. 7. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

- Dingle, H. (2014) 'Migration: definition and scope', in H. Dingle (ed.) *Migration: The Biology of Life on the Move*. Oxford University Press, p. 0. Available at: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199640386.003.0002>.
- Dobson, A.P. *et al.* (2020) 'Ecology and economics for pandemic prevention', *Science*, 369(6502), pp. 379–381. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.abc3189>.
- Eads, D.A. and Biggins, D.E. (2015) 'Plague bacterium as a transformer species in prairie dogs and the grasslands of western North America', *Conservation Biology*, 29(4), pp. 1086–1093. Available at: <https://doi.org/10.1111/cobi.12498>.
- Faust, C.L. *et al.* (2017) 'Null expectations for disease dynamics in shrinking habitat: dilution or amplification?', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1722), p. 20160173. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0173>.
- Folstad, I. *et al.* (1991) 'Parasite avoidance: the cause of post-calving migrations in Rangifer?', *Canadian Journal of Zoology*, 69(9), pp. 2423–2429. Available at: <https://doi.org/10.1139/z91-340>.
- Frankham, R., Ballou, J.D. and Briscoe, D.A. (2012) *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge: Cambridge University Press. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808999>.
- Grace, D. *et al.* (2012) *Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots*. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI). Available at: <https://www.ilri.org/research/projects/mapping-poverty-and-likely-zoonoses-hotspots> (Accessed: 21 May 2023).
- Hall, R.J. *et al.* (2022) 'Animal migration and infection dynamics: Recent advances and future frontiers', in V. Ezenwa, S.M. Altizer, and R. Hall (eds) *Animal Behavior and Parasitism*. Oxford University Press, p. 0. Available at: <https://doi.org/10.1093/oso/9780192895561.003.0007>.
- Hall, R.J., Brown, L.M. and Altizer, S. (2016) 'Modeling vector-borne disease risk in migratory animals under climate change', *Integrative and Comparative Biology*, 56(2), pp. 353–364. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icw049>.
- Hanisch, S.L., Riley, S.J. and Nelson, M.P. (2012) 'Promoting wildlife health or fighting wildlife disease: Insights from History, Philosophy, and Science', *Wildlife Society Bulletin*, 36(3), pp. 477–482. Available at: <https://doi.org/10.1002/wsb.163>.
- Hoye, B.J. *et al.* (2016) 'Hampered performance of migratory swans: intra- and inter-seasonal effects of avian influenza virus', *Integrative and Comparative Biology*, 56(2), pp. 317–329. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icw038>.
- Kauffman, M.J. *et al.* (2021) 'Causes, Consequences, and Conservation of Ungulate Migration', *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52(1), pp. 453–478. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-012021-011516>.
- Keesing, F., Holt, R.D. and Ostfeld, R.S. (2006) 'Effects of species diversity on disease risk', *Ecology Letters*, 9(4), pp. 485–498. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x>.
- Kock, R. and Caceres-Escobar, H. (2022) *Situation analysis on the roles and risks of wildlife in the emergence of human infectious diseases*. IUCN. Available at: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2022.01.en>.
- Kuiken, T. and Cromie, R. (2022) 'Protect wildlife from livestock diseases', *Science*, 378(6615), pp. 5–5. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.adf0956>.
- Kutz, S. and Tomaselli, M. (2019) "'Two-eyed seeing" supports wildlife health', *Science*, 364(6446), pp. 1135–1137. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.aau6170>.

- López-Hoffman, L. *et al.* (2017) 'Ecosystem Services from Transborder Migratory Species: Implications for Conservation Governance', *Annual Review of Environment and Resources*, 42(1), pp. 509–539. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-090119>.
- Machalaba, C. *et al.* (2020) *Urgent Needs for Global Wildlife Health*. Zenodo. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4105126>.
- Manfredo, M.J. *et al.* (2020) 'The changing sociocultural context of wildlife conservation', *Conservation Biology*, 34(6), pp. 1549–1559. Available at: <https://doi.org/10.1111/cobi.13493>.
- McKay, A.F. and Hoyer, B.J. (2016) 'Are Migratory Animals Superspreaders of Infection?', *Integrative and Comparative Biology*, 56(2), pp. 260–267. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icw054>.
- Mendes, L. *et al.* (2005) 'Disease-limited distributions? Contrasts in the prevalence of avian malaria in shorebird species using marine and freshwater habitats', *Oikos*, 109(2), pp. 396–404. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13509.x>.
- Meredith, A. *et al.* (2022) 'Capacity building for wildlife health professionals: the Wildlife Health Bridge', *One Health & Implementation Research*, 2(2), pp. 68–78. Available at: <https://doi.org/10.20517/ohir.2022.03>.
- Møller, A.P. and Erritzøe, J. (1998) 'Host immune defence and migration in birds', *Evolutionary Ecology*, 12(8), pp. 945–953. Available at: <https://doi.org/10.1023/A:1006516222343>.
- Narayanan, N., Binning, S.A. and Shaw, A.K. (2020) 'Infection state can affect host migratory decisions', *Oikos*, 129(10), pp. 1493–1503. Available at: <https://doi.org/10.1111/oik.07188>.
- One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP), Adisasmito W.B *et al.*, (2022) 'One Health: A new definition for a sustainable and healthy future', *PLOS Pathogens*, 18(6), p. e1010537. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>.
- Poulin, R. and de Angeli Dutra, D. (2021) 'Animal migrations and parasitism: reciprocal effects within a unified framework.', *Biological Reviews of The Cambridge Philosophical Society*, 96(4), pp. 1331–1348. Available at: <https://doi.org/10.1111/brv.12704>.
- Privot, M. *et al.* (2020) 'Outbreak of Peste des Petits Ruminants among Critically Endangered Mongolian Saiga and Other Wild Ungulates, Mongolia, 2016–2017', *Emerging Infectious Diseases*, 26(1), pp. 51–62. Available at: <https://doi.org/10.3201/eid2601.181998>.
- Rapport, D.J., Costanza, R. and McMichael, A.J. (1998) 'Assessing ecosystem health', *Trends in Ecology & Evolution*, 13(10), pp. 397–402. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01449-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01449-9).
- Riley, T. *et al.* (2021) 'One Health in Indigenous Communities: A Critical Review of the Evidence', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), p. 11303. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph182111303>.
- Rohr, J.R. *et al.* (2020) 'Towards common ground in the biodiversity–disease debate', *Nature Ecology & Evolution*, 4(1), pp. 24–33. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1060-6>.
- Stephen, C. (2014) 'Toward a modernized definition of One Health', *Journal of Wildlife Diseases*, 50(3), pp. 427–430. Available at: <https://doi.org/10.7589/2013-11-305>.
- Stephen, C. (2022) 'What Is Wildlife Health?', in C. Stephen (ed.) *Wildlife Population Health*. Cham: Springer International Publishing, pp. 3–12. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90510-1_1.
- Stephen, C. *et al.* (2023) 'A reimagined One Health framework for wildlife conservation', *Research Directions: One Health*, 1, p. e12. Available at: <https://doi.org/10.1017/one.2023.2>.

Teitelbaum, C.S. *et al.* (2018) 'Migratory behaviour predicts greater parasite diversity in ungulates', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1875), p. 20180089. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0089>.

Thrusfield, M. *et al.* (2018) *Veterinary Epidemiology*. 4th ed. John Wiley & Sons, Ltd.

Translocation of Mojave Desert Tortoises from Project Sites: Plan Development Guidance (2020). Las Vegas, Nevada: U.S Fish and Wildlife Service (UFWS), p. 35. Available at: <https://www.fws.gov/sites/default/files/documents/Revised%20USFWS%20DT%20Translocation%20Guidance.20200603final.pdf>.

UNEP (2020) *Preventing the Next Pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme & International Livestock Research Institute.

Watsa, M. and Wildlife Disease Surveillance Focus Group (2020) 'Rigorous wildlife disease surveillance', *Science*, 369(6500), pp. 145–147. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.abc0017>.

Williamson, D., Williamson, J. and Ngwamotsoko, K.T. (1988) 'Wildebeest migration in the Kalahari', *African Journal of Ecology*, 26(4), pp. 269–280. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1988.tb00979.x>.

Wobeser, G.A. (1981) *Diseases of Wild Waterfowl*. New York: Plenum Press. New York: Plenum press.

Wobeser, G.A. (2005) *Essentials of Disease in Wild Animals*. 1st edition. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.