



5^{ème} SESSION DE LA RÉUNION DES PARTIES CONTRACTANTES
14 – 18 mai 2012, La Rochelle, France

« Les oiseaux d'eau migrateurs et les hommes – des zones humides en partage »

**SYNTHESE DES CONFLITS ENTRE OISEAUX MIGRATEURS
ET LIGNES ELECTRIQUES DANS LA REGION AFRIQUE-EURASIE**

Introduction

Lors de la 37^{ème} réunion du Comité permanent de la CMS (Bonn, 23-24 novembre 2010), la société d'énergie allemande RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH et le Secrétariat PNUE/AEWA ont signé un accord de Partenariat. Dans le cadre de cet accord, la RWE RR NSG s'est engagée à financer la préparation d'une étude indépendante sur le conflit entre les oiseaux migrateurs et les réseaux de distribution électrique dans la région d'Afrique-Eurasie ainsi que l'élaboration de directives en vue d'atténuer ou d'éviter ce conflit.

À la fin de l'année 2010, le Secrétariat PNUE/AEWA, également au nom de la Convention sur les espèces migratrices (CMS) et du Mémoire d'accord de la CMS sur les Oiseaux de proie, a chargé un consortium international d'organisations spécialisées de la préparation de l'étude et de celle des directives. Ces deux documents ont été élaborés par une équipe dirigée par Hein Prinsen du Bureau Waardenburg, comprenant également le Boere Conservation Consultancy, STRIX Ambiente e Inovação et Endangered Wildlife Trust (Programme sur la faune et l'énergie).

Cette étude présente un bilan actualisé de l'ampleur et de l'impact des électrocutions et collisions dont sont victimes les oiseaux d'eau migrateurs dans la région d'Afrique-Eurasie, incluant un résumé des aspects concernés et des lacunes de l'état des connaissances. Elle fournit également des recommandations sur les actions à entreprendre en vue de réduire le taux de mortalité des oiseaux et de combler les lacunes au niveau des connaissances.

L'étude s'appuie sur diverses sources d'information et les feed-back fournis par les correspondants locaux des Parties contractantes, les États de l'aire de répartition et autres parties prenantes des pays ciblés. L'avant-projet de rapport a été soumis à l'examen du Comité technique (TC) de l'AEWA lors de sa 10^{ème} réunion en septembre 2011 et à celui du Conseil scientifique (ScC) de la CMS par correspondance. Sa version finale a été approuvée par le TC en novembre 2011 par correspondance et par le ScC lors de sa 17^{ème} réunion en novembre 2011. L'étude a été soumise à la 10^{ème} Conférence des Parties à la CMS en novembre 2011 où elle a servi de document de base pour la Résolution 10.11.

Action requise de la Réunion des Parties

La Réunion des Parties est invitée à prendre note de cette étude et à tenir compte dans son processus décisionnel de ses conclusions et de ses recommandations (avant-projet de Résolution AEWA/MOP5 DR11 *Lignes électriques et oiseaux migrateurs*).

SYNTHESE DES CONFLITS ENTRE OISEAUX MIGRATEURS ET LIGNES ELECTRIQUES DANS LA REGION AFRIQUE-EURASIE



Novembre 2011

Financée par RWE RR NSG, partenaire de l'AEWA ayant mis au point la pose par hélicoptère de dispositifs anti-collision sur les lignes électriques

VORWEG GEHEN

Produite par
Bureau Waardenburg
Boere Conservation Consultancy
STRIX Ambiente e Inovação
Endangered Wildlife Trust – Wildlife & Energy Program

Synthèse produite par : Hein Prinsen¹, Gerard Boere², Nadine Pires³ & Jon Smallie⁴.

1. Bureau Waardenburg bv, Culemborg, Pays-Bas, h.prinsen@buwa.nl, www.buwa.nl
2. Boere Conservation Consultancy, Gorssel, Pays-Bas, gboere@planet.nl
3. STRIX Ambiente e Inovação, Porto Salvo, Portugal, nadine.pires@strix.pt, www.strix.pt
4. Endangered Wildlife Trust (Wildlife & Energy Program), Modderfontein, Afrique du Sud, wep@ewt.org.za, www.ewt.org.za

Étapes de réalisation de la synthèse :

Première version : Septembre 2011, envoyée au Conseil scientifique de la CMS et présenté à la 10^{ème} rencontre du Comité technique de l'AEWA, 12-16 septembre 2011, Naivasha, Kenya.

Deuxième version : Novembre 2011, présenté à la 17^{ème} réunion du Conseil scientifique de la CMS 17-18 novembre 2011 à Bergen, Norvège, à la 10^{ème} Conférence des Parties de la CMS 20-25 novembre 2011 à Bergen, Norvège, la 7^{ème} Réunion du Comité permanent de l'AEWA aussi à Bergen, Norvège, et à la 5^{ème} session de la Réunion des Parties contractantes de l'AEWA 14-18 mai 2012 à La Rochelle, France.

Contributeurs : Les personnes suivantes ont également contribué à la synthèse :

- Bureau Waardenburg : Jonne Hartman, Abel Gyimesi, Angela van Bergeijk, Mark Collier et Jan van der Winden ;
- STRIX : Filipe Canario, Ricardo Tomé ;
- EWT-WEP : Megan Diamond.

Citation : Prinsen, H.A.M., G.C. Boere, N. Pires & J.J. Smallie, 2011. Synthèse des conflits entre oiseaux migrateurs et lignes électriques dans la région Afrique-Eurasie. CMS Série technique N° XX, AEWA Série technique N° XX. Bonn, Allemagne.

Remerciements : Nos remerciements vont au Secrétariat PNUE/AEWA et au Secrétariat PNUE/CMS, Aline Kuehl, Borja Heredia, Sergey Dereliev et Florian Keil pour leurs commentaires très utiles sur cette étude. Nous remercions pour les informations qu'ils ont fournies les Points focaux de la CMS et l'AEWA des pays suivants : Algérie, Bénin, Bulgarie, Canada, Danemark, Éthiopie, Union européenne, Allemagne, Ghana, Hongrie, Israël, Kenya, Liechtenstein, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Monaco, Monténégro, Mozambique, Namibie, Nigeria, Portugal, Roumanie, République de Serbie, Slovaquie, Afrique du Sud, Soudan, Suisse, Togo, Ouganda et Royaume-Uni. Nous aimerions également remercier les personnes suivantes pour avoir fourni des informations ou aidé à compiler cette synthèse et les lignes directrices qui en découlent : Ivaylo Angelov, Miklós Antal, Sherif Baha El Din, Boris Barov, Julieta Costa, Chang-Yong Choi, Nick Davidson, Damijan Denac, Tasos Dimalexis, Margus Ellermaa, George Eshiamwata, Richard Grimmitt, Dieter Haas, Rick Harness, David Horal, Roger Jaensch, Helmut Jaklitsch, Vicky Jones, Frans Koops, Dražen Kotrošan, Aleksii Lehtikainen, João Loureiro, Alexander Matsyna, Guillam McIvor, Taej Mundkur, Markus Nipkow, Derek Pomeroy, Dave Pritchard, Alice Ramsay, Borut Rubinič, Mike & Ann Scott, Ivan Scrase, Svetoslav Spasov, Elchin Sultanov, Lukas Viktora, Roland van der Vliet, Tatyana Yassievich, Leo Zwarts.

Photo de couverture : Grue de paradis (*Anthropoides paradisea*), victime d'une collision avec une ligne électrique en Afrique du Sud © EWT-WEP.

Avertissement : Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'AEWA et de la CMS aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

SOMMAIRE

Résumé	4
1. Introduction	7
2. Électrocution	10
2.1 Introduction.....	10
2.2 Causes et facteurs contributifs	10
2.3 Espèces touchées et ampleur du problème.....	13
2.4 Synthèse régionale sur l'électrocution	14
2.5 Atténuation et prévention des risques d'électrocution	27
3. Collisions	32
3.1 Introduction.....	32
3.2 Causes et facteurs contributifs	32
3.3 Espèces touchées et ampleur du problème.....	38
3.4 Synthèse régionale sur les collisions.....	45
3.5 Atténuation et prévention des risques de collision.....	57
4. Dérangement et perte d'habitats.....	62
5. Effets positifs des lignes électriques pour les oiseaux	64
5.1 Introduction.....	64
5.2 Cigognes	64
5.3 Rapaces	65
5.4 Autres espèces.....	67
6. Vue d'ensemble sur la législation	69
6.1 Introduction.....	69
6.2 Convention sur la diversité biologique (CDB)	70
6.3 Convention sur les zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau (Convention de Ramsar).....	71
6.4 Convention sur les espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS)	72
6.5 Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA).....	73
6.6 Mémoire d'Entente sur la conservation des oiseaux de proie migrateurs en Afrique et Eurasie	74
6.7 Mémoire d'Accord pour la conservation et la gestion des populations d'Europe Centrale de Grande Ourde	75
6.8 Convention de Berne.....	75
6.9 Directives européennes	76
6.10 Législations nationales.....	76
6.11 Déclarations issues de rencontres et conférences internationales, ONG, etc.....	77
6.12 Conclusions générales sur les accords internationaux et nationaux.....	80
7. Conclusions.....	82
8. Recommandations.....	88
Bibliographie	91
Glossaire.....	105
Index des espèces	109
Annexe 1 : Questionnaire et notes envoyés aux Etats de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie.....	112
Annexe 2 : Niveau d'information pour les Etats de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie.....	116
Annexe 3 : Impact des électrocutions et des collisions sur les populations d'oiseaux.....	120
Annexe 4 : Impact sur les espèces de l'AEWA/CMS/CMS-MdE oiseaux de proie	122
Annexe 5 : Informations sur les Etats de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie (recueillies grâce au questionnaire).....	124

Résumé

Les lignes électriques représentent une des principales causes de mortalité non naturelle pour les oiseaux dans une grande partie de la région Afrique-Eurasie, les victimes se chiffrant en millions chaque année. La mort survient essentiellement par électrocution ou par collision, ces deux causes affectant des espèces différentes.

L'électrocution d'un oiseau se produit lorsque l'oiseau touche simultanément deux composants sous tension ou un composant sous tension et un composant du poteau électrique relié à la terre. Ceci provoque un court-circuit, le courant traversant le corps de l'oiseau qui est ainsi électrocuté. L'électrocution touche principalement les espèces de grande taille qui se perchent ou nichent sur les fils ou les poteaux et pylônes. Les lignes à basse ou moyenne tension présentent le plus fort risque car l'espace entre leurs composants est très resserré. En conséquence, les grands rapaces et les cigognes sont les plus concernés par ce problème, en particulier dans les habitats où les perchoirs et les sites de nidification sont rares. Ces incidents se produisent en général pendant la période de reproduction et au cours des mois qui suivent, les jeunes oiseaux étant alors les plus affectés.

Une collision survient lorsqu'un oiseau en vol heurte un câble aérien. Le plus souvent l'oiseau meurt au moment du choc avec le câble ou de l'impact avec le sol, ou encore des suites de ses blessures. Toutes les lignes aériennes peuvent provoquer des collisions, mais les plus fréquemment en cause sont les lignes à haute tension. Ceci provient du grand nombre de câbles agencés en nappes superposées. On estime que les espèces les plus exposées à ce danger sont celles dont le vol est rapide, ayant une faculté de manœuvre réduite et une mauvaise vision frontale. De plus, le risque de collision augmente lorsque la visibilité est limitée, comme au crépuscule ou pendant la nuit.

Outre la mortalité directe par électrocution ou collision, les lignes électriques peuvent affecter l'avifaune en raison du dérangement et de la perte d'habitat qu'elles entraînent. En revanche, les structures associées aux lignes électriques peuvent présenter un intérêt pour les oiseaux en leur fournissant des perchoirs et des sites de nidification, particulièrement dans les milieux ouverts. Ces effets positifs restent cependant mineurs au regard des impacts négatifs que représentent les électrocutions et collisions.

Il est difficile d'évaluer avec précision le nombre d'oiseaux victimes d'électrocution ou de collision avec des lignes électriques. Cependant, en fonction de la densité du réseau et des espèces présentes, on l'estime à environ 10 000 électrocutions et plusieurs centaines de milliers de collisions par an dans chaque pays de la région Afrique-Eurasie.

Bien qu'un grand nombre d'études et même de synthèses aient été publiées, une meilleure évaluation de l'ampleur du problème reste difficile en raison des incohérences entre les différentes études disponibles, la difficulté d'accès aux rapports et le caractère anecdotique d'une large partie de l'information présentée. La même observation vaut pour les solutions permettant d'éviter les électrocutions et les diverses mesures visant à limiter les collisions.

Pour répondre aux questions actuelles sur l'ampleur du problème de la mortalité des oiseaux induite par les lignes électriques dans la région Afrique-Eurasie, les Secrétariats de la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (PNUE/CMS) et de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (PNUE/AEWA) ont demandé la réalisation d'une synthèse couvrant l'ensemble des aspects du conflit entre oiseaux migrateurs et réseaux électriques, ainsi que des lignes directrices visant à éviter ce problème et à en réduire les impacts.

La présente synthèse vise à décrire la nature, l'amplitude et l'impact du problème des électrocutions et des collisions affectant actuellement les oiseaux dans la région Afrique-Eurasie. Elle comprend une analyse des caractéristiques du problème et une évaluation des lacunes dans les connaissances actuelles sur le sujet. Elle comporte également des recommandations d'actions à mettre en œuvre pour

baisser le niveau de mortalité des oiseaux. Des solutions techniques ou réglementaires, ainsi que des suggestions relatives au suivi et à l'évaluation de l'efficacité des mesures de prévention et d'atténuation sont présentées dans un document distinct, intitulé *Lignes directrices pour éviter ou atténuer l'impact des lignes électriques sur les oiseaux migrateurs dans la région Afrique-Eurasie* (Prinsen *et al.*, 2011).

La présente synthèse contient des informations collectées à travers un questionnaire envoyé à divers Parties contractantes dans la région Afrique-Eurasie ou issues d'une recherche bibliographique portant sur des éléments non-publiés et publiés. La confrontation des informations disponibles avec l'étendue des réseaux de lignes électriques aériennes dans la région fait apparaître de vastes lacunes dans les connaissances de ce problème. En particulier, les données sur l'importance de la mortalité aviaire par électrocution ou collision en Asie et en Afrique, ainsi que son impact sur les populations d'oiseaux, restent en grande partie inexistantes, ou du moins difficiles d'accès. Bien que l'information concernant l'Europe soit plus abondante, elle se base souvent sur des rapports anecdotiques ou des études mal conçues ayant une base spatiale ou temporelle trop étroite et sans prise en compte des biais. De plus, les données disponibles se limitent essentiellement à des espèces remarquables, rares ou de grande taille.

Peu d'instruments internationaux de conservation incluent des recommandations et actions à l'attention de leurs Parties contractantes et portant sur la prise en compte des problèmes d'électrocution et de collision des oiseaux lors de la construction de lignes électriques, ou vis-à-vis des lignes existantes. Les textes actuels ne traitent que d'aspects généraux de la conservation, même si certains Plans d'action, Résolutions et Recommandations, ainsi que divers documents d'information diffusés aux Parties contractantes et autres acteurs prêtent une attention particulière aux problèmes d'électrocution et de collision. Par ailleurs, ces textes se concentrent fréquemment sur des habitats ou espèces particuliers. Dans la majorité des pays, la construction de lignes électriques est soumise à l'Étude d'impact environnemental (EIE) qui doit prendre en considération la législation en vigueur sur la conservation des habitats et de la faune sauvage, incluant les oiseaux. Il est rare d'y trouver une mention explicite des problèmes d'électrocution ou de collision.

À ce jour, les actions visant à réduire la mortalité due aux lignes électriques consistent à enfouir toutes les lignes à basse et moyenne tension, à éviter les zones importantes pour les oiseaux et les principales voies de migration, à supprimer les lignes inutiles et, pour les lignes en activité, à mettre en œuvre des mesures de prévention et d'atténuation des risques.

L'efficacité des mesures de prévention et d'atténuation pour réduire la mortalité due tant à l'électrocution qu'aux collisions a été prouvée. L'isolation des câbles à proximité des pylônes, le remplacement des structures dangereuses par des éléments conçus pour préserver les oiseaux et la mise en place de perchoirs sans danger à distance de sécurité des composants sous tension, sont des mesures pouvant éviter les électrocutions. De même, le recours à des configurations de ligne regroupant les câbles en un nombre de nappes réduit et sans câble de garde, ainsi que l'ajout de balises contrastées, réfléchissantes ou mobiles, ont également démontré leur efficacité pour réduire les risques de collision.

En raison de l'étendue des réseaux de lignes électriques de la région, il est impossible d'avoir une action d'atténuation de leurs impacts sur la totalité des réseaux, ou même à l'échelle d'un pays. En conséquence, il est recommandé de suivre une approche stratégique qui accorde des priorités aux tronçons de lignes électriques susceptibles de poser problème, en se basant sur des listes prioritaires de zones et d'espèces dont l'état de conservation est préoccupant. Pour assurer la cohérence entre cette approche et son application, il est nécessaire de mettre en place des protocoles de recherche et de suivi normalisés.

Les lignes électriques en place doivent donner lieu à un examen des risques d'électrocution et de collision pour les oiseaux, se basant sur des protocoles normalisés, et, chaque fois que cela est possible, des mesures appropriées d'atténuation doivent être prises.

Dans un premier temps, des accords volontaires devraient être établis entre agences gouvernementales, ONG et compagnies d'électricité, afin de réduire l'impact des lignes électriques sur les populations d'oiseaux. Dans un deuxième temps, ceci pourrait aboutir à la signature de mémorandums d'entente (MdE), puis à des politiques et actions visant à réduire la mortalité due à l'électrocution et aux collisions. Des groupes de travail nationaux devraient être mis en place pour examiner la situation à l'échelle de chaque pays et définir les actions d'atténuation prioritaires.

Enfin, pour que les Parties puissent disposer des informations les plus récentes sur les meilleures techniques et mesures d'atténuation des risques, il est recommandé de produire, dans un avenir proche, une mise à jour de la présente synthèse et de ses lignes directrices.

1. Introduction

Contexte

En raison de leur taille et de leur importance, les infrastructures électriques aériennes présentent des risques importants pour les oiseaux si certaines mesures de précaution ne sont pas prises. La plupart des lignes électriques aériennes (lignes de distribution à moyenne tension et lignes de transport à moyenne à haute tension) présentent des dangers potentiellement mortels pour les oiseaux : risques de collision avec les câbles aériens et risques d'électrocution. La collision a lieu lorsqu'un oiseau en vol heurte un câble aérien. Le plus souvent l'oiseau meurt lors du choc avec le câble ou au moment de l'impact avec le sol, ou encore des suites de ses blessures. L'électrocution d'un oiseau se produit lorsque l'oiseau touche simultanément deux composants sous tension ou un composant sous tension et un composant du poteau électrique relié à la terre. Ceci provoque un court-circuit, le courant traversant le corps de l'oiseau ainsi électrocuté et s'accompagne souvent d'une coupure de courant.

Les lignes électriques représentent une des causes majeures de mort non naturelle pour les oiseaux sur une large partie des voies de migration d'Afrique-Eurasie avec, par exemple pour l'Allemagne, une estimation de plusieurs millions de victimes de collision chaque année (Hoerschelman *et al.*, 1988). Dans plusieurs pays européens, une proportion relativement importante de ces collisions concerne des espèces menacées figurant à l'annexe I de la Directive Oiseaux, par exemple la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*) et la Barge à queue noire (*Limosa limosa*) aux Pays-Bas ainsi que plusieurs espèces d'outardes et d'aigles en Espagne et au Portugal. Le problème est probablement de grande ampleur en Afrique également. En Afrique du Sud par exemple, la survie de plusieurs espèces de la Liste Rouge de l'UICN, telles que la Grue de paradis (*Anthropoides paradisea*) et l'Outarde de Ludwig (*Neotis ludwigii*), semble sévèrement menacée par les collisions avec les lignes électriques. Malheureusement, les données font défaut pour la plus grande partie du continent.

Bien que l'électrocution ne soit plus aujourd'hui un véritable problème dans le nord-ouest de l'Europe, où la plupart des lignes de faibles voltages sont maintenant souterraines, il reste de nombreux pays, en Europe et ailleurs le long de la voie de migration Afrique-Eurasie, où les lignes à basse et moyenne tension n'ont pas été dotées de véritables équipements d'atténuation des risques. Dans ces pays, l'électrocution représente une menace sérieuse pour nombre de populations, en particulier pour les cigognes et les rapaces qui construisent leurs nids sur les poteaux électriques ou les utilisent comme perchoirs. Il semble ainsi avéré que pour certaines espèces d'oiseaux, en particulier celles de grande taille, l'électrocution pourrait être la première cause de mortalité, avant même la circulation routière (Haas *et al.*, 2005). L'électrocution des oiseaux n'est pas seulement à considérer comme une question de conservation, puisqu'elle a également de sérieuses conséquences économiques et financières du fait des perturbations de l'alimentation électrique qu'elle provoque. De ce fait, elle constitue une véritable préoccupation pour les compagnies de distribution d'électricité.

Malheureusement, de nombreuses sociétés d'électricité n'ont pas connaissance ou sont réticentes à mettre en œuvre les acquis technologiques en matière de sécurité des oiseaux. Des changements judicieux dans les tracés des lignes électriques et dans les structures (balisage des câbles aériens et modifications techniques pour éviter l'électrocution) peuvent efficacement réduire (d'au moins 50%) le risque encouru par les oiseaux.

Un grand nombre d'études, y compris des synthèses antérieures, ont été publiées sur ces questions. Toutefois, les informations sont dispersées, pas toujours facilement accessibles (lorsqu'elles sont publiées dans des rapports internes et de la « littérature grise ») et revêtent souvent un caractère anecdotique. Aucune synthèse sur l'ampleur du conflit entre oiseaux et lignes électriques n'a été réalisée à ce jour à l'échelle de la région Afrique-Eurasie. Cette observation vaut également pour les solutions techniques permettant d'éviter les électrocutions et les diverses mesures visant à limiter les collisions. De ce fait, les Secrétariats de la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (PNUE/CMS) et de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (PNUE/AEWA) ont demandé la réalisation d'une synthèse couvrant

l'ensemble des aspects du conflit entre les oiseaux migrateurs et les réseaux électriques dans la région Afrique-Eurasie, ainsi que l'élaboration de lignes directrices visant à éviter ce conflit et à en réduire les impacts.

En raison du grand nombre d'informations compilées, la présente synthèse a été publiée séparément des lignes directrices, disponibles dans la Série technique AEWA/CMS N°. XX et intitulées *Lignes directrices pour éviter ou atténuer l'impact des lignes électriques sur les oiseaux migrateurs dans la région Afrique-Eurasie* (Prinsen *et al.*, 2011). La présente synthèse vise à décrire la nature, l'échelle et l'impact des problèmes d'électrocution et de collision affectant actuellement les oiseaux dans la région d'Afrique et d'Eurasie. Elle comprend une analyse de la problématique et une évaluation des lacunes dans les connaissances actuelles sur le sujet. Elle comporte également des recommandations pour des actions appropriées. Les lignes directrices présentées dans un document séparé résument, quant à elles, l'état de l'art des mesures et solutions d'atténuation et d'évitement des risques, d'un point de vue technique et législatif, ainsi que des suggestions d'évaluation et de suivi.

Sources d'information

Cette étude est basée sur trois principales sources d'information.

Dans un premier temps, l'information sur le conflit oiseaux/lignes électriques a été collectée directement dans les pays de la région Afrique-Eurasie grâce à une enquête. Pour cela, les Secrétariats PNUE/AEWA et PNUE/CMS ont fourni une liste de 175 Points focaux et/ou Points de contact du *Mémorandum d'Entente sur la conservation des rapaces*. Un questionnaire et une lettre d'introduction fournies par les deux Secrétariats, ont été envoyés à chacun de ces contacts, par courrier électronique en février 2011. Le questionnaire contenait des questions sur la politique nationale, les solutions mises en œuvre, les standards techniques actuellement utilisés, les réussites et difficultés rencontrées ainsi que les travaux et recherches scientifiques sur les interactions entre les oiseaux et le réseau d'acheminement de l'électricité dans le pays (voir annexe 1). Au printemps 2011, jusqu'à quatre rappels par courrier électronique et téléphone ont été réalisés auprès des contacts à qui le questionnaire avait été envoyé. Toutefois, seul un petit nombre de réponses a finalement été reçu (moins de 25% des pays contactés), essentiellement en provenance d'Europe et dans une moindre mesure d'Asie et d'Afrique (voir annexe 2). Pour ces deux régions, cela peut refléter le peu d'information disponible sur le sujet et/ou le fait que ce problème ne soit pas une priorité pour les agences gouvernementales. Une liste complète des personnes, instituts et organisations contactées ainsi que leurs réponses sont disponibles auprès du Secrétariat PNUE/AEWA.

Dans un deuxième temps, en été 2011, le même questionnaire a été envoyé à des organisations non gouvernementales (ONG) et à des chercheurs, en particulier en Asie et en Afrique, régions pour lesquelles peu d'information avait alors été reçue. Cela incluait, parmi d'autres, les bureaux de BirdLife International, les partenaires BirdLife nationaux, les bureaux de Wetlands International et les partenaires pour la voie de migration Asie de l'Est-Australasie, ainsi que des chercheurs du Maroc, du Soudan, de l'Azerbaïdjan, de la Fédération Russe et de Mongolie. A travers ces contacts, des informations complémentaires non publiées ont été reçues et prises en compte dans l'étude.

Enfin, des informations ont été extraites de publications scientifiques ou autres, y compris des articles de synthèse, des rapports régionaux, ainsi que des informations non publiées issus de la « littérature grise ». Pour cela les études scientifiques sur les interactions oiseaux/lignes électriques ont été recherchées dans les bases de données internet ISI Web of Knowledge, Zoological Record et JSTOR et les publications et rapports complémentaires via le moteur de recherche GoogleTM. Les auteurs ont également demandé des rapports non-publiés à des entreprises de service public, des bureaux d'étude et des personnes privées. Cette première liste de références a été analysée afin d'extraire les publications et rapports pertinents et cette procédure a été répétée jusqu'à ce qu'aucune nouvelle étude utile ne soit rencontrée. Il faut noter qu'il existe littéralement des centaines de publications et de rapports non-publiés sur le sujet des interactions oiseaux/lignes électriques. Afin de rester centrée sur le sujet, la synthèse a été limitée aux publications et rapports d'études ayant spécifiquement cherché à

établir le nombre de victimes, les causes des accidents et/ou les solutions, ainsi que des études du comportement des oiseaux à proximité des lignes électriques. De nombreuses publications rapportant de manière anecdotique des incidents d'électrocution ou de collision n'ont pas été prises en compte.

L'annexe 2 présente une vue d'ensemble de la quantité d'information disponible sur les électrocutions et les collisions des oiseaux dans les différents pays de l'aire géographique de l'Accord. Malheureusement, presque aucune information n'a été trouvée pour de vastes parties de l'Asie (incluant la Fédération de Russie et les États de l'ancienne Union soviétique) ou du Moyen-Orient, et la quantité d'information existant dans ces pays n'est pas connue. Les seuls retours de questionnaires pour ces régions provenaient d'Azerbaïdjan et d'Israël, et les données complémentaires ainsi fournies ont été utilisées. Aucune autre information n'a été reçue des points focaux, ONG et chercheurs contactés dans les autres pays d'Asie et du Moyen-Orient de la zone considérée. Les références qui n'étaient pas publiées en anglais, allemand ou français (ou qui ne présentaient pas de résumé dans une de ces langues) ont probablement été négligées dans les recherches sur les bases de données internet. La recherche de publications, par exemple en russe ou en cyrillique, dépassait les possibilités du projet. Cela s'applique également, dans une moindre mesure, aux pays d'Afrique. Toutefois, en fonction des informations reçues à travers l'enquête (voir annexe 2) et par le réseau de contacts sur ce continent, il semble que le peu de données présentées dans le rapport pour cette région reflète véritablement ce qui est actuellement disponible.

Aperçu

Les chapitres suivants présentent une analyse de la nature, l'échelle et l'impact des électrocutions (**chapitre 2**) et des collisions (**chapitre 3**) affectant les oiseaux. Chacun de ces chapitres contient une introduction générale traitant des causes et des facteurs contributifs, suivie d'une analyse des espèces touchées ainsi que de l'ampleur du phénomène, et conclut avec une synthèse régionale des problèmes d'électrocution ou de collision. Le **chapitre 4** décrit les effets du dérangement et de la perte d'habitats résultant de la présence de lignes électriques, alors que le **chapitre 5** présente un certain nombre d'effets secondaires de ces infrastructures qui s'avèrent positifs pour les oiseaux. Le **chapitre 6** synthétise quelques obligations légales ou semi-légales issues de conventions, traités et mémorandums d'entente internationaux ainsi que les législations nationales. Le **chapitre 7** présente les conclusions de cette étude et les principales lacunes des connaissances actuelles sur le sujet. Enfin, le **chapitre 8** propose des recommandations pour des actions appropriées visant à résoudre les conflits entre oiseaux et lignes électriques.

2. Électrocution

2.1 Introduction

Électrocution des oiseaux

Des millions de kilomètres de lignes électriques ont été construits dans le monde avec une prise en compte minimale de leur impact environnemental. L'électrocution sur les lignes électriques cause chaque année la mort de dizaines de milliers d'oiseaux à l'échelle mondiale (Bevanger, 1994 ; Bayle, 1999). Dans certaines régions, cela constitue probablement la raison majeure du déclin d'espèces menacées (Ferrer *et al.*, 1991 ; Real & Mañosa, 1997 ; Bevanger & Overskaug, 1998). L'électrocution est généralement fatale pour l'oiseau et peut être à l'origine de coupures de courant affectant potentiellement de nombreux consommateurs. Elle peut survenir lorsqu'un oiseau touche simultanément deux composants sous tension ou bien un composant sous tension et l'autre relié à la terre. Cela se produit lorsque les oiseaux se posent ou s'envolent et que leurs ailes touchent des câbles sous tension de différents voltages, causant ainsi un court-circuit. Par ailleurs, un oiseau perché sur une console peut même être tué en touchant un seul composant (Janss, 2001). Un autre type d'électrocution (souvent appelé « flashover ») a lieu lorsqu'un oiseau ou les matériaux d'un nid mettent en relation les câbles et la mise à la terre, causant un défaut de masse (Haas & Nipkow, 2006). Pendant la période de reproduction des oiseaux, les sociétés d'électricité enregistrent généralement plus de « flashovers », mettant en cause des matériaux de construction ou des proies tombant des nids et touchant les conducteurs (Bevanger, 1994).

Intérêt scientifique

Le problème de l'électrocution des oiseaux s'est posé dès les années 70, quand des milliers de rapaces ont été retrouvés morts pour ces raisons en Amérique du Nord (APLIC, 2006). Depuis, de nombreuses recherches ont été menées sur ce problème en particulier en Amérique du Nord, en Europe de l'Ouest et en Afrique du Sud (Lehman *et al.*, 2007 ; Manville, 2005). L'annexe 2 donne des indications sur la quantité d'information disponible pour chaque pays de la région Afrique-Eurasie.

De nombreuses recherches sur le sujet sont liées à la conservation de l'avifaune, mais sont aussi fréquemment motivées par les pertes financières causées aux fournisseurs d'électricité suite aux coupures de courant et aux réparations imputables aux électrocutions d'oiseaux. Par exemple, Antal (2010) estime qu'au moins 7 millions US\$ sont dépensés chaque année en Hongrie pour équiper les poteaux électriques existants afin de diminuer les risques d'électrocution. Les électrocutions constitueraient la principale cause de mortalité de certaines espèces d'oiseaux et représenteraient, pour celles de grande taille, un risque supérieur à la circulation routière (Haas *et al.*, 2005). Dans certains cas, ce phénomène peut avoir des effets négatifs considérables à l'échelle locale ou même à l'échelle de la population, comme cela a été montré pour le Faucon sacre (*Falco cherrug*) (Harness *et al.*, 2008), l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) (Lasch *et al.*, 2010 ; Manville, 2005) et le Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) (Bevanger & Overskaug, 1998 ; Rubolini *et al.*, 2005). L'annexe 3 présente une synthèse sur la gravité des impacts de l'électrocution sur les populations d'oiseaux de différentes familles en Eurasie et en Afrique.

En Europe, une grande diversité de rapaces diurnes et nocturnes, cigognes, corvidés et passereaux de toutes tailles ont été signalés comme victimes d'électrocution (Bevanger, 1998 ; Negro *et al.*, 1989 ; Janss, 2000 ; Moleon *et al.*, 2007). Ce type d'accident pourrait sérieusement menacer certaines espèces en danger telles que l'Aigle ibérique (*Aquila adalberti*) (Ferrer *et al.*, 1991 ; Ferrer & Hiraldo, 1992 ; González *et al.*, 2007) et l'Aigle de Bonelli (*Aquila fasciata*) (Real *et al.*, 1997, 2001).

2.2 Causes et facteurs contributifs

Les risques d'électrocution sont influencés par de multiples facteurs de l'environnement des oiseaux. Les électrocutions résultent de trois éléments principaux : biologiques, techniques et topographiques (ou environnementaux). Ces facteurs sont liés entre eux et sont difficiles à distinguer. Le problème est complexe en raison des variations topographiques et environnementales, de la variété des installations

et équipements électriques ainsi que de la diversité spécifique des oiseaux et de leurs caractéristiques comportementales et individuelles.

2.2.1 Problèmes techniques

Les facteurs les plus évidents contribuant à l'électrocution sont les types de lignes et la configuration du matériel électrique sur les structures support. L'écartement entre les câbles et le poteau, les caractéristiques des consoles ou autres parties sous tension expliquent dans une large mesure le nombre de victimes et constituent un facteur clé (voir figure 1). Pour que l'électrocution ait lieu, il doit y avoir un contact avec les parties nues de l'oiseau, telles que la peau, les pattes ou le bec. Les oiseaux de grande taille sont plus souvent affectés car ils peuvent plus facilement toucher simultanément deux câbles ou deux parties sous tension. En conséquence, les électrocutions concernent essentiellement les grands oiseaux tels que les aigles, les faucons et les corvidés (APLIC, 2006). La plupart des victimes sont touchées sur les poteaux des lignes de distribution de moyenne tension (1 kV à 60 kV), en raison du faible espacement entre les différents composants (Haas & Nipkow, 2006). Les lignes à basse tension (moins d'1 kV) ne semblent pas faire de victimes, tandis que celles à haute tension (principalement des lignes de transport) présentent des câbles généralement assez espacés pour que les oiseaux ne puissent pas établir de contact entre eux (Janss, 2001). Toutefois, ces dernières peuvent être dangereuses pour les rapaces et autres espèces qui utilisent les pylônes comme site de nidification (Bevanger, 1994).

Les profils de base des poteaux et pylônes supportant les lignes électriques aériennes sont très semblables de part le monde (par ex. le poteau en T et les pylônes de type «chat»), mais de nombreux types existent, différant même d'une société à une autre dans un même pays. En Europe, presque toutes les structures, y compris les consoles, sont en acier ou béton armé et sont conçues pour être conductrices et reliées à la terre (Bayle, 1999 ; Janss, 2000). Un oiseau perché sur une console peut donc être tué en touchant un seul conducteur (Janss & Ferrer, 1999), et, de ce fait, les niveaux de mortalité peuvent être extrêmement élevés. Adamec (2004) rapporte pour la Slovaquie des mortalités annuelles dépassant les 10 000 oiseaux. Au regard de telles pertes, Bayle (1999) suggérait que la seule solution fiable serait d'enfourer pratiquement toutes les lignes à moyenne tension du continent. Cette idée a été mise en application dans certains pays ; la Belgique, le Royaume-Uni, le Danemark, l'Allemagne et l'Autriche se sont fixés cet objectif, alors qu'il est déjà atteint au Pays-Bas (Lehman *et al.*, 2007).

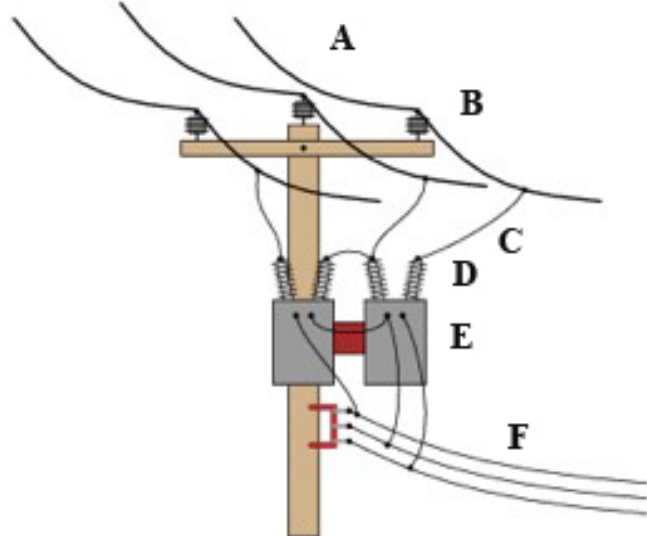


Figure 1. Un exemple de transformateur sur poteau (source: www.allaboutcircuits.com). Ce type de construction est particulièrement dangereux pour les oiseaux en raison de la faible distance séparant les composants sous tension entre eux, ou séparant les parties sous tension des parties reliées à la terre. Dans ce cas, les trois lignes sous tension (A) sont fixées sur le sommet du poteau par des isolateurs courts dressés (B) et sont connectées par des fils de raccordement nus (C) et des traversées (E).

de transformateur non-protégées (D) à un transformateur sur poteau relié à la terre (E), ce qui regroupe tous les éléments d'une structure posant problème. Les câbles les plus bas sont des lignes à basse tension (F) qui en général ne sont pas considérées comme dangereuses pour les oiseaux en raison de leur tension relativement faible et de la forte résistance électrique des oiseaux (Haas et al., 2005).

En Afrique du Sud, la plupart des électrocutions (jusqu'à 95%) ont lieu sur quatre types de pylônes électriques : pylône en bois de structure en T de 22 kV, pylônes en acier des lignes de transport de 88 kV, pylône d'arrêt en bois de structure en H et pylônes « chat » ou « delta » à suspensions (Kruger, 1999). Malheureusement, aucune information portant spécifiquement sur les caractéristiques techniques des réseaux électriques n'a été reçue d'autres régions d'Afrique-Eurasie. A partir de la littérature, il est toutefois clair que les pylônes problématiques (en bois, béton ou acier) présentant un fort risque d'électrocution existent dans toutes les régions (voir exemples au paragraphe 2.5).

2.2.2 Facteurs biologiques

Les principaux facteurs biologiques concernant l'électrocution sont liés à la morphologie et aux traits comportementaux des oiseaux (Bevanger, 1994). Les facteurs biologiques et environnementaux ayant une influence sur le risque d'électrocution sont : la taille du corps, l'habitat, la disponibilité en proies, les traits comportementaux, l'âge, la saison et les conditions météorologiques.

La taille corporelle est un des principaux paramètres expliquant l'électrocution des oiseaux, les espèces de grande taille étant généralement plus affectées. En effet, les conducteurs et les éléments reliés à la terre sont trop espacés pour que les petits oiseaux les touchent simultanément (Janss & Ferrer, 1999). Toutefois en Europe, les structures, y compris les consoles et les poteaux, sont généralement en acier ou en béton armé, elles sont conductrices et reliées à la terre. En conséquence, toutes les espèces d'oiseaux courent théoriquement des risques d'électrocution et la taille des oiseaux semble être un facteur relativement moins important que sur les autres continents (Bayle, 1999 ; Janss, 2000).

En général, les risques d'électrocution augmentent lorsque le plumage est mouillé, pendant les périodes de forte humidité ou lorsque l'oiseau défèque sur les câbles (Haas & Nipkow, 2006 ; Lehman *et al.*, 2007). Toutefois, les contacts avec la peau (par ex. sur l'articulation carpienne et sur la bordure de la surface inférieure de l'aile) semblent être encore plus dangereux (Lehman *et al.*, 2007). La direction du vent dominant influence également le taux de mortalité par électrocution. Les vents parallèles ou transversaux par rapport aux consoles sont les plus dangereux car ils rendent plus difficiles les phases de pose et d'envol des oiseaux. Par ailleurs, le nombre de victimes est plus important en période de reproduction. Le transport de proies pour nourrir les poussins ou de matériaux de construction des nids augmente l'envergure globale de l'oiseau et induit un plus fort risque de contact avec les éléments sous tension (Lehman *et al.*, 2007).

Généralement, les juvéniles et les sub-adultes semblent subir plus de pertes que les adultes. Cela provient vraisemblablement de leur manque d'expérience des phases de pose et d'envol ainsi que des méthodes de chasse. Toutefois, ce phénomène pourrait être simplement dû au fort pourcentage de jeunes oiseaux dans la population et au grégarisme plus marqué de cette classe d'âge (Bevanger, 1998). La plupart des victimes sont enregistrées à la fin de l'été à partir de l'envol et de l'émancipation des jeunes (Bayle, 1999 ; Bevanger, 1998 ; Lasch *et al.*, 2010 ; Lehman *et al.*, 2007 ; Manville, 2005). Pour l'Aigle ibérique, Ferrer & Hiraldo (1992) ont étudié l'influence de l'âge et du sexe dans les accidents : 88% des victimes étaient des oiseaux immatures et 78% des femelles, la forte mortalité des femelles étant attribuée à leur plus grande taille.

Certaines caractéristiques du paysage pourraient également contribuer à attirer les rapaces ou concentrer les oiseaux à proximité des lignes électriques (Hunting, 2002). Cela comprend la structure et la composition de la végétation, la densité des proies et la disponibilité des perchoirs. Les lignes électriques, les poteaux et les pylônes peuvent présenter un intérêt pour les rapaces diurnes et

nocturnes ainsi que les corvidés. C'est le cas dans les zones où les arbres utilisés pour nicher, se percher, se reposer ou constituer des dortoirs sont rares, comme dans les plaines, les déserts et les vallées (APLIC, 2006). En Afrique du Sud, les vautours fréquentent souvent des milieux ouverts présentant peu de perchoirs naturels. De plus, le Vautour chasseur (*Gyps coprotheres*) et le Vautour africain (*Gyps africanus*) sont très grégaires et se rassemblent souvent en grands nombres sur les pylônes électriques. Dans ce contexte, le surnombre et la compétition pour les perchoirs peuvent mener à de nombreuses électrocutions (Lehman *et al.*, 2007). L'utilisation de poteaux et de lignes électriques comme postes de chasse, perchoirs, sites de nidification, de repos ou de dortoir est un facteur clé dans l'analyse des problèmes d'électrocution (Bevanger, 1994 ; APLIC, 2006).

Comme les oiseaux préfèrent se poser sur les perchoirs offrant le meilleur angle de vue, une proportion considérable des électrocutions (en particulier des rapaces diurnes et nocturnes) a lieu sur les poteaux dominant le paysage (Lehman *et al.*, 2007 ; Manville, 2005). Sur beaucoup d'installations récentes, les lignes sont fixées à des isolateurs dressés sur la partie supérieure des consoles (voir figure 1). Les oiseaux de grande taille se posant sur ces structures appelées « poteaux tueurs » peuvent facilement être électrocutés en touchant les fils sous tension (Haas & Nipkow, 2006). Généralement, ces oiseaux (par ex. les espèces utilisant les ascendances thermiques : faucons, aigles, vautours, cigognes) sont davantage sujets aux électrocutions que les autres espèces (Bevanger, 1998 ; Demerdzhiev *et al.*, 2009). Dans ce sens, les espèces nichant au sol (telles que les grues) sont moins vulnérables que celles nichant dans les arbres. Le taux d'électrocution des espèces des milieux ouverts (zones humides, prairies) où les perchoirs naturels et les sites de nidification sont plus rares, est considérablement plus élevé que celui des espèces forestières. (Haas *et al.*, 2005 ; Lehman *et al.*, 2007).

2.3 Espèces touchées et ampleur du problème

Les différences entre espèces sont extrêmement importantes dans la compréhension des dynamiques d'électrocution. Certains oiseaux sont plus vulnérables car leur grande taille leur permet de toucher simultanément les composants sous tension ou reliés à la terre par les poteaux électriques. D'autres espèces sont affectées car elles vivent dans des zones manquant de perchoirs naturels (Olendorff *et al.*, 1981 ; Janss & Ferrer, 1999). Les oiseaux les plus souvent cités comme victimes d'électrocution sont les Ciconiiformes, les Falconiformes, les Strigiformes et les Passeriformes (Bevanger, 1998 ; Rubolini *et al.*, 2005). Ces derniers sont plutôt de petite taille mais volent en groupes denses ou se regroupent en dortoirs compacts. Ils peuvent aussi causer des courts-circuits lorsque le courant passe à travers plusieurs individus (Bevanger, 1998). Les annexes 3 et 4 présentent une analyse des principaux groupes d'espèces touchés et précise le degré d'impact de cette mortalité sur les populations d'oiseaux.

En Europe, les rapaces trouvés le plus souvent sous les poteaux électriques sont la Buse variable (*Buteo buteo*), le Milan noir (*Milvus migrans*), le Milan royal (*Milvus milvus*) et le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) (Lehman *et al.*, 2007). Parmi les 37 espèces de rapaces diurnes et nocturnes nicheurs ou hivernants en Europe de l'Ouest, 30 (soit 81%) sont régulièrement victimes d'électrocution comme le montrent différentes études menées des années 70 aux années 90 (Bayle, 1999). Au total, 42 des espèces touchées sont considérées comme rares ou vulnérables et 22 d'entre elles sont classées *en danger* dans les Annexes I et II de la CMS (Bevanger, 1998 ; Haas & Nipkow, 2006 ; Manville, 2005). Le taux d'électrocution varie d'une espèce à l'autre et ne constitue pas toujours une cause majeure de mortalité pour l'espèce dans son ensemble. Par exemple, sur 627 décès enregistrés pour l'Effraie des clochers (*Tyto alba*) en Angleterre de 1963 à 1989, seuls 0,3% ont été attribués aux électrocutions (Newton *et al.*, 1991), contre 1,3% sur 252 individus en Hongrie (Matics, 2000). Toutefois la plupart des espèces affectées sont relativement rares, présentent une stratégie de reproduction lente et n'ont souvent aucun prédateur naturel, l'électrocution constituant ainsi pour elles une mortalité additionnelle conséquente. Afin d'assurer la pérennité des populations, de telles causes de mortalité inutiles et faciles à éviter devraient être supprimées (Bevanger, 1998).

L'électrocution est probablement la cause principale du déclin de l'Aigle de Bonelli en Espagne et en France (Real *et al.*, 1996 ; Real & Manósa, 1997) ainsi que du Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) en

France (Bayle, 1999) et en Italie (Rubolini *et al.*, 2001). Selon le Plan d'action européen pour l'Aigle de Bonelli, la diminution de la mortalité par électrocution pourrait constituer un élément clé de la survie de l'espèce (Arroyo & Ferreiro, 1998). La résolution de ce problème a déjà été identifiée comme un élément essentiel de la survie de l'Aigle ibérique, une des espèces les plus menacées au monde (Janss & Ferrer, 1999).

En Afrique du Sud, au moins 14 espèces de rapaces diurnes et cinq de rapaces nocturnes ont été victimes d'électrocution (Smallie *et al.*, 2009). Deux d'entre elles, le Vautour chasseur et le Vautour africain, apparaissent en grands nombres dans les données d'électrocution depuis que les études ont commencé au début des années 70 (Markus, 1972 ; Ledger & Annegarn, 1981 ; Kruger, 1999).

2.4 Synthèse régionale sur l'électrocution

On constate une très grande disparité de la quantité d'information disponible dans les différents pays et régions. Dans certains pays, le problème de l'électrocution des oiseaux a été considérablement étudié (voir annexe 2), tandis que dans la plupart des autres, l'ampleur et la nature du problème ne sont toujours pas connus. Une quantité non-évaluée d'information est publiée dans la « littérature grise » qui est relativement difficile d'accès et n'est pas soumise à comité de lecture.

L'interprétation et la comparaison des études est une tâche ambitieuse. La comparaison des résultats (même dans un seul et même pays) est souvent très difficile ou pratiquement impossible, en raison de différences majeures entre les zones couvertes (habitats, climats), les espèces concernées, la durée des études, les types de lignes électriques (tension, configuration) et les méthodes utilisées telles que l'application de facteurs de correction (efficacité des recherches, taux de disparition, chute des victimes en dehors de la zone prospectée, etc.). La documentation sur l'amplitude du problème utilise différentes unités de mesure (telles que le pourcentage de la mortalité totale, le nombre de victimes par km ou par poteau), ce qui empêche aussi la comparaison. Enfin, beaucoup d'études ne font pas (ou seulement partiellement) la distinction entre les victimes d'électrocution et celles de collision, les causes de mortalité étant souvent difficiles à déterminer.

En tenant compte de ces éléments, les connaissances actuelles par région sont résumées ci-dessous avec une attention particulière pour les taxons les plus vulnérables et les configurations électriques les plus dangereuses. La synthèse repose sur des articles soumis à comité de lecture, des études et rapports non publiés ainsi que sur les réponses aux questionnaires envoyés à 175 Points focaux et/ou Points de contact du *Mémoire d'Entente sur la conservation des rapaces* de la CMS dans la région Afrique-Eurasie en février 2011 (voir chapitre 1). Les paragraphes qui suivent présentent l'information pour les trois principales zones de la région Afrique-Eurasie : l'Europe, l'Asie et l'Afrique. En fonction de caractéristiques régionales, l'Europe a ensuite été scindée en cinq sous-régions : Europe de l'Ouest, Europe du Nord, Europe Centrale, Europe de l'Est et Europe du Sud ; l'Afrique étant également divisée en cinq sous-régions : Afrique du Nord, Afrique Centrale, Afrique de l'Ouest, Afrique de l'Est et Afrique australe.

2.4.1 Europe

2.4.1.1 Europe du Nord

En Europe du Nord, presque tous les rapaces diurnes et nocturnes sont considérés comme vulnérables vis à vis de l'électrocution. Une analyse du Centre de baguage finlandais a montré que 46% des oiseaux bagués morts électrocutés ($n = 479$) entre 1980 et 2003 étaient des Grands-ducs d'Europe, 22% des Chouettes de l'Oural (*Strix uralensis*) et 11 % des Chouettes hulottes (*Strix aluco*). Ces trois espèces représentaient 79% des toutes les électrocutions enregistrées parmi les oiseaux bagués (information issue du questionnaire renvoyé pour la Finlande, M. Ellermaa, BirdLife Finlande, *in litt.*). Une enquête auprès de 175 sociétés d'électricité norvégiennes a révélé que les constructions les plus dangereuses causant fréquemment des électrocutions dans la région peuvent être classées en trois principaux groupes : (1) isolateurs à tige dressés, (2) consoles en acier et (3) transformateurs sur

poteau (voir figure 1 pour visualiser la position typique de chaque groupe sur un poteau). Les transformateurs sur poteau (voir figure1) ou les équipements qui leur sont connectés (tels que les poteaux dont les câbles aériens sont reliés à des câbles souterrains) semblent être responsables de 68% des électrocutions d'oiseaux (Bevanger, 1994).

En Europe du Nord, la victime la plus souvent mentionnée est le Grand-duc d'Europe. L'électrocution est considérée comme le facteur de mortalité le plus important pour cette espèce et probablement la raison majeure du déclin de sa population (Bayle, 1999 ; Bevanger & Overskaug, 1998). Bien que la plupart des recherches sur le Grand-duc d'Europe aient été menées en Norvège, les lignes électriques sont tenues pour responsables de 22,6% des décès dont la cause a pu être identifiée en Suède et Finlande et de 32,5% en Allemagne (Bayle, 1999 et références incluses). Selon les données du Centre de baguage finlandais, de 1980 à 2003, 10,3% des individus bagués en Finlande et dont la cause de décès est connue ($n = 2153$) sont morts électrocutés (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Finlande, M. Ellermaa, BirdLife Finlande, *in litt.*). En Norvège, sur 27 jeunes Grands-ducs d'Europe élevés en captivité et suivis ensuite par radio-tracking, 22 sont morts accidentellement après leur mise en liberté, dont 12 électrocutés (Larsen et Stensrud, 1988). Dans le comté norvégien de Nordland, sur une population de 40 à 50 couples, 30 à 40 adultes ont été victimes des infrastructures électriques au cours des vingt dernières années. Parmi eux, 90% sont morts électrocutés (Bevanger *et al.*, 2009).

En Finlande, la Chouette de l'Oural est considérée comme vulnérable vis-à-vis des risques d'électrocution. Selon les données du Centre de baguage finlandais, 7% de la mortalité de l'espèce est due à l'électrocution. De 1980 à 2003, d'autres espèces ont également été touchées dans ce pays : le Pygargue à queue blanche (*Haliaeetus albicilla*) ($n = 9$), le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), l'Autour des palombes (*Accipiter gentilis*) ($n = 35$), le Faucon crécerelle et le Choucas des tours (*Corvus monedula*) ($n = 10$) (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Finlande, M. Ellermaa, BirdLife Finlande, *in litt.*). Dans l'archipel d'Åland, les poteaux les plus dangereux se trouvent souvent sur la côte à la sortie des câbles marins et à l'emplacement du premier poteau. Ils semblent constituer des perchoirs attractifs pour le Pygargue à queue blanche et le Grand-duc d'Europe et ont ainsi tué un grand nombre d'individus avant que les modifications techniques soient réalisées en 2006 (Stjernberg *et al.*, 2007).

En Suède, les espèces vulnérables vis-à-vis des risques d'électrocution sont le Grand-duc d'Europe, le Pygargue à queue blanche, l'Aigle royal et la Chouette de l'Oural (Schürenberg *et al.*, 2010). En Islande, le nombre d'espèces touchées est relativement faible mais comprend des espèces telles que le Pygargue à queue blanche, le Faucon gerfaut (*Falco rusticolus*), le Faucon émerillon (*Falco columbarius*), des limicoles comme le Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*) et le Courlis cendré (*Numenius arquata*) ainsi que des laridés de grande taille (Schürenberg *et al.*, 2010).

Types d'habitats	Taxons touchés par les électrocutions	Amplitude connue du problème	Remarques
Zones de coupe à blanc dans les forêts / lisières forestières / flancs de montagne	Grand-duc d'Europe Chouette de l'Oural	20 - 45% de la mortalité observée pour le Grand-duc d'Europe et 7% pour la Chouette de l'Oural	Le problème diminue après l'isolation des parties sous tension et en utilisant des postes de transformation fermés

Résumé des informations sur l'électrocution en Europe du Nord : principalement en Norvège et Finlande mais également applicable à la Suède.

2.4.1.2 Europe de l'Ouest

En Europe de l'Ouest, l'enfouissement des lignes de distribution à moyenne tension a été réalisé aux Pays-Bas et est en cours en Belgique, au Royaume-Uni, au Danemark et en Allemagne. Toutefois, dans cette région, le problème de l'électrocution des oiseaux semble être assez peu commun ou en diminution (Tucker *et al.*, 2008).

2.4.1.3 Europe centrale et de l'Est

Europe centrale

Les électrocutions semblent fortement affecter les cigognes ainsi que les rapaces diurnes et nocturnes en Europe centrale, excepté en Autriche où une large proportion des lignes à moyenne tension est d'ores et déjà enfouie. En Hongrie, 877 oiseaux de 46 espèces ont été trouvés électrocutés sous 6500 poteaux électriques à moyenne tension, ce qui représente seulement 1% des poteaux de ce type implantés sur le territoire national (Kovacs *et al.*, 2008). Le nombre annuel d'oiseaux victimes des lignes électriques dans ce pays dépasserait les 30 000 (Demeter, 2004). La mise en relation du nombre de victimes d'électrocution entre 2003 et 2008 avec la taille des populations d'oiseaux de Hongrie révèle que l'espèce la plus vulnérable est l'Aigle royal, suivi du Faucon crécerelle, du Faucon sacre et du Rollier d'Europe (*Coracias garrulus*) suivant un ordre décroissant de vulnérabilité (Horvath *et al.*, 2008). Il est intéressant de noter que, sur la base de cette analyse, l'Aigle impérial (*Aquila heliaca*), le Grand-duc d'Europe, la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) et la Cigogne noire (*Ciconia nigra*) sont considérés comme relativement moins vulnérables, comme le Faucon kobez (*Falco vespertinus*) et la Buse variable. Le Pygargue à queue blanche et le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*) semblent également moins sensibles au problème (Horvath *et al.*, 2008). Les structures les plus dangereuses sont les poteaux tenseurs (voir figure 2), suivis par les pylônes à commutateurs et les postes de transformation. Les poteaux les plus communs, qui représentent environ 70% de tous les types de pylônes, semblent relativement moins dangereux (Horvath *et al.*, 2011).

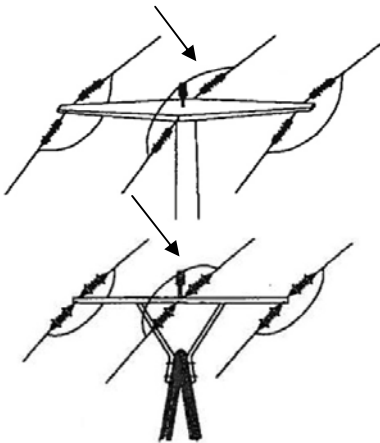


Figure 2. Exemple de poteau tenseur (source: Haas & Nipkow, 2006). Ce poteau est dangereux pour les rapaces qui s'y posent et l'utilisent comme perchoir en raison de la faible distance entre les câbles sous tension et des fils de raccordement placés au dessus de la console (voir les flèches).

En Europe centrale, l'électrocution est une cause majeure de mortalité des Cigognes blanches et des Grands-ducs d'Europe qui sont de ce fait les espèces les mieux étudiées (Janss, 2001 ; Marti, 1998). Pour la Cigogne blanche, les lignes électriques étaient responsables en Suisse de 46% des 1130 décès dont la cause était connue (Moritzi *et al.*, 2001), en Hongrie de 94% des morts accidentelles enregistrées entre 1941 à 1994 (Lovaszi, 1998) et en Pologne de 510 électrocutions par an (Schürenberg *et al.*, 2010). Pour le Grand-duc d'Europe, l'électrocution concernait 24% des morts accidentelles enregistrées dans le nord-ouest de la Suisse et il a été estimé que l'élimination de cette source de mortalité pourrait provoquer une augmentation de la population de 17% (Schaub *et al.*,

2010). En Allemagne, elle concernait 26% des 1583 Grands-ducs d'Europe trouvés morts entre 1965 et 2005 (Breuer, 2007).

Types d'habitats	Taxons touchés par les électrocutions	Amplitude connue du problème d'après les données publiées	Remarques
Zones de coupe à blanc dans les forêts / lisières forestières	Grand-duc d'Europe, Aigle royal	L'électrocution représente plus de 20% de la mortalité.	
Plaines sans arbres	Aigle impérial, Faucon pèlerin, Faucon sacre, Faucon crécerelle, Rollier d'Europe	L'électrocution représente 0,5 à 1,5% de la mortalité annuelle de la population totale.	Les dispositifs de dissuasion, barrières, isolateurs suspendus et calottes de protection des consoles sont de bonnes solutions. L'enfouissement des câbles a été réalisé localement.
Zones humides	Cigogne blanche	L'électrocution représente plus de 40% de la mortalité causée par les lignes électriques.	La pose de plateformes de nidification surélevées est communément réalisée.

Résumé des informations sur l'électrocution en Europe centrale : la plupart des informations proviennent de la Hongrie, la Suisse et l'Allemagne, avec des données complémentaires pour la Pologne, la Slovaquie et la République Tchèque.

Europe de l'Est

En Bulgarie, Stoychev & Karafeizov (2003) ont analysé le réseau de lignes électriques et ont jugé qu'une portion significative des lignes de 20 kV présentait un danger d'électrocution. Il a été estimé que seuls 5% du réseau existant sont sécurisés pour les oiseaux alors qu'environ 45 000 kilomètres de lignes de distribution sont dangereux pour l'avifaune. Les rapaces diurnes, les cigognes et les corvidés constituaient 53% des victimes d'électrocution enregistrées lors d'une étude quantitative portant sur 105 cadavres d'oiseaux (dont 77% morts électrocutés) de 22 espèces trouvés sous 140 kilomètres de lignes électriques (Demerdzhiev *et al.*, 2009). Dans une étude similaire, 66% des oiseaux trouvés ($n = 44$) semblaient s'être électrocutés et étaient principalement des rapaces diurnes et des corvidés (comptant ensemble pour 62% des électrocutions) ainsi que des cigognes (21%) (Gerdzhikov & Demerdzhiev, 2009). Une étude de la mortalité des oiseaux sur six Zones de Protection Spéciale a été menée en 2008 et 2009 par BirdLife Bulgarie (BSPB) dans le cadre d'un projet européen LIFE. Elle a confirmé des proportions de mortalité similaires pour les espèces de ces groupes (Demerdzhiev, 2010). Parmi les 292 victimes d'électrocution enregistrées, 29% appartenaient à la famille des corvidés, 27% à l'ordre des Ciconiformes et 21% étaient des rapaces diurnes, ces 3 groupes totalisant 77% des victimes. L'espèce la plus touchée par l'électrocution était la Cigogne blanche (25%). Des suivis et d'autres activités visant à réduire l'impact des lignes sur les rapaces ont été mis en œuvre dans le cadre des projets de la Fédération des ONG Green Balkans. Ils comprennent des études sur le Faucon crécerelle (*Falco naumanni*), le Vautour moine (*Aegypius monachus*) et l'Aigle impérial dans leurs principaux habitats en Bulgarie.

Toujours en Bulgarie, les pylônes métalliques avec bretelles de raccordement (courts câbles de connexion tels que ceux qui enjambent le dessus de la console sur la figure 2) s'avèrent être les plus dangereux et sont responsables de 54% de toutes les électrocutions, suivis par les poteaux en béton avec isolateurs à tige dressés ou latéraux, parallèles aux câbles. Les pylônes d'acier et de béton avec isolateurs suspendus ou orientés vers le bas semblent présenter de plus faibles risques. L'électrocution affecte principalement les populations d'oiseaux des prairies et des terres agricoles, telles que les pâturages, les vignobles, les terres cultivées, sans que l'on ne compte de victime dans les milieux forestiers (Demerdzhiev, 2010 ; Demerdzhiev *et al.*, 2009 ; Gerdzhikov & Demerdzhiev, 2009).

En Roumanie, il n'y a pas eu de collecte systématique de données sur l'ensemble du pays, mais les informations disponibles sont très préoccupantes. Les études rapportent des taux de mortalité de 0,045

à 0,07 oiseaux/pylône/an, les cigognes et les rapaces étant les plus affectés (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Roumanie, T. Papp, *in litt.*). En Serbie, il a été estimé qu'entre 10 000 et 100 000 oiseaux mourraient d'électrocution ou de collision chaque année sur environ 70 000 kilomètres de lignes électriques de distribution à moyenne tension (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Serbie, M. Mladenovic, Ministère de l'Environnement, Planification minière et spatiale, République de Serbie, *in litt.*).

Types d'habitats	Taxons touchés par les électrocutions	Amplitude connue du problème	Remarques
Zones agricoles et prairies sans arbres	Aigle impérial, probablement aussi Faucon sacre, Faucon crécerellette, Vautour moine Erreur ! Signet non défini. et corvidés	Inconnue	Principalement sur les pylônes en acier avec bretelles de raccordement
Zones humides	Cigogne blanche Erreur ! Signet non défini.	0,01 oiseau/ poteau/ an	Principalement pendant la migration

Résumé des informations sur l'électrocution en Europe de l'Est : la plupart des informations proviennent de Bulgarie avec des données complémentaires pour la Roumanie.

2.4.1.4 Europe du Sud

En Europe du Sud, les cigognes et les rapaces sont les groupes d'espèces les plus touchés par l'électrocution.

En France, 95% des rapaces touchés par les lignes électriques ($n = 649$) ont été trouvés sous des lignes à moyenne tension (Sériot & Rocamora 1992, référence citée par Bayle, 1999). Parmi tous les rapaces enregistrés, 93,5% sont morts électrocutés, les autres ayant été victimes de collisions avec les câbles électriques. Une étude, citée par Schürenberg *et al.* (2010), fait état de 1348 rapaces victimes des lignes entre 1982 et 2002. Dans ces deux études les espèces les plus touchées sont la Buse variable et le Faucon crécerelle. Dans une autre étude menée sur la Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) de la Plaine de Crau, 100 oiseaux ont été trouvés électrocutés, les groupes d'espèces les plus touchés étant les corvidés (45%), les rapaces (40%) et les cigognes (6%). Le Milan noir était le rapace le plus touché, toutefois l'Aigle de Bonelli, espèce menacée, faisait également partie des victimes (Bayle, 1999). Cheylan *et al.* (1996) rapportent que 85% des 20 jeunes Aigles de Bonelli bagués retrouvés morts se sont électrocutés.

Kabouche *et al.* (2006) signalent que l'électrocution est la principale cause de mortalité du Milan noir, du Vautour fauve (*Gyps fulvus*) et du Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*) dans le sud de la France et qu'elle est également considérée comme une cause majeure de mortalité de l'Aigle de Bonelli.

En Italie, une synthèse de 11 suivis de la mortalité aviaire a été réalisée par Rubolini *et al.* (2005). Plus de 1300 victimes des lignes électriques ont été enregistrées, appartenant à 95 espèces. Les rapaces (en particulier la Buse variable, le Faucon crécerelle, le Vautour fauve, le Balbuzard pêcheur et l'Épervier d'Europe (*Accipiter nisus*)), ainsi que les flamants, les hérons et les cigognes étaient fortement touchés. Bien que la distinction entre électrocution et collision n'ait pas toujours été possible, l'application d'un modèle statistique a permis de conclure que les rapaces et les corvidés étaient les plus affectés par l'électrocution, alors que les hérons, les flamants et les petits passereaux mourraient plus fréquemment de collisions.

Dans les Alpes et les Apennins, l'électrocution constituait la cause majeure de la mortalité du Grand-duc d'Europe, induisant une perte des jeunes à l'envol estimée à 17% (Sergio *et al.*, 2004).

En Slovénie, plusieurs cas d'électrocution de Grands-ducs d'Europe et de Cigognes blanches ont été enregistrés. Pendant la dernière décennie, 42 Grands-ducs d'Europe sont morts électrocutés sur des lignes à moyenne tension, principalement sur des poteaux en béton (Milhelic *et al.*, 2011).

Au cours du recensement des Cigognes blanches de Slovénie de 1999 à 2010, 45 individus ont été trouvés morts dont 78% (35 individus) électrocutés, la majorité ayant été victime de lignes à moyenne tension (transformateurs 20 kV ; Milhelic *et al.*, 2011).

En Grèce, un évènement particulier a été rapporté en août 2009 où au moins 85 Cigognes blanches (principalement des immatures) sont mortes électrocutées alors qu'un groupe de 300 oiseaux venait au dortoir sur la ZPS de Sounion au sud d'Athènes. La société d'électricité a depuis lors modifié tous les poteaux dangereux de la zone où a eu lieu cet évènement (T. Dimalexis, Consultants en Conservation de la Nature, *in litt.*).

Types d'habitats	Taxons touchés par les électrocutions	Amplitude connue du problème	Remarques
Zones agricoles / zones humides	Principalement des rapaces : Milan noir, Aigle de Bonelli, Buse variable, Faucon crécerelle	En France : 649 oiseaux tués par les lignes électriques, dont 93,5% électrocutés	Espèces les plus touchées : Buse variable et Faucon crécerelle. Cause de mortalité importante pour : Vautour fauve, Circaète Jean-le-Blanc, Aigle de Bonelli dans le sud de la France
	Cigogne blanche	En Slovénie : 35 victimes de 1999 à 2010	
	Grand-duc d'Europe	En Slovénie : 42 victimes de 1999 à 2010	
	Corvidés	Sud de la France : 45 victimes sur une ZICO	

Résumé des informations sur l'électrocution dans le sud de l'Europe : la plupart des informations proviennent de France et d'Italie avec des données complémentaires pour la Slovénie.

Au Portugal, un suivi a été réalisé entre 2003 et 2005 sur près de 900 kilomètres de lignes électriques (et 5258 pylônes). 945 oiseaux ont été retrouvés électrocutés, ce qui représentait 49% de la mortalité totale provoquée par ces lignes (Infante *et al.* 2005). Les zones les plus sensibles étaient les milieux steppiques. La Cigogne blanche était la plus affectée (137 électrocutions), particulièrement en période de reproduction et de dispersion post-nuptiale. La plupart des victimes étaient de jeunes oiseaux et des adultes qui construisaient leurs nids. Des espèces menacées ont également été touchées : Balbuzard pêcheur (un individu), Aigle royal (2), Vautour fauve (12), Vautour moine (1), Circaète Jean-le-Blanc (32), Aigle de Bonelli (9), Busard cendré (*Circus pygargus*) (6) et Faucon crécerellette (16). Avec 146 victimes, la Buse variable était le rapace le plus affecté.

Une autre étude portait sur un échantillon de 275 kilomètres de lignes à moyenne et haute tension traversant principalement des sites Natura 2000 et des ZICO à l'échelle du pays. Elle incluait des milieux naturels sous-représentés dans l'échantillonnage précédent, tels que les milieux arbustifs (garrigues et maquis) et les zones humides. Les résultats révèlent une mortalité par électrocution estimée à 153,52 oiseaux correspondant à un taux de mortalité de 0,25 oiseaux/pylône/an. Ce taux varie en fonction du type de pylônes : $1,52 \pm 1,57$ oiseau/pylône/an pour les configurations triangulaires (isolateurs à tige) avec raccordements et $0,80 \pm 1,35$ oiseau/pylône/an pour les transformateurs (Infante & Neves, 2009).

Dans les îles portugaises des Açores, 1765 poteaux ont été contrôlés systématiquement entre juillet 2007 et novembre 2008. Cet échantillon représente environ 19% du linéaire électrique total des Açores. Au total, 137 oiseaux morts ont été identifiés comme victimes de l'électrocution, soit un taux de mortalité de 0,224 oiseau/poteau/an (Sampaio, 2009). L'oiseau le plus communément touché était la sous-espèce endémique de la Buse variable (*Buteo buteo rothschildi*).

À Madère, 19 kilomètres de lignes électriques (représentant seulement 1,3% du linéaire électrique de l'île) ont été étudiés à quatre saisons différentes entre janvier 2007 et décembre 2008. Le suivi des lignes électriques à Madère est difficile en raison des caractéristiques topographiques et de la présence de forêts extrêmement denses. Au cours de ces deux années, seulement deux oiseaux ont été identifiés comme victimes d'électrocution, ce qui correspond à une mortalité de 0,08 oiseau/poteau/an. Les habitats présentant la mortalité la plus forte étaient les milieux ouverts côtiers et les mosaïques agro-forestières (Fagundes, 2009).

En Espagne, une synthèse détaille les études portant sur l'électrocution des oiseaux dans différentes régions depuis les années 80. Comme dans les autres pays d'Europe du sud, les rapaces et les cigognes sont les groupes les plus concernés. Les espèces menacées touchées sont les suivantes : Aigle ibérique, Aigle de Bonelli, Grand-duc d'Europe, Vautour moine, Vautour fauve, Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*), Milan royal, Circaète Jean-le-Blanc, Cigogne blanche, Cigogne noire et Autour des palombes (Martínez, 2003 ; Palacios, 2003).

En Catalogne (nord-est de l'Espagne), les victimes d'électrocution sont estimées à approximativement 3000 oiseaux chaque année (Mañosa, 1995). Lors d'une étude menée pendant sept ans (1999-2006) dans cette région, 3869 pylônes ont été inspectés à la recherche de carcasses d'oiseaux électrocutés (Tintó *et al.* 2005, 2010). Au total, 141 cadavres ont été trouvés au pied de 98 pylônes (2,5%). Le taux moyen d'électrocution a été estimé à 0,036 victime/pylône. Au total, 21 espèces ont été touchées, les rapaces diurnes (33,3%), les corvidés (31,2%) et les rapaces nocturnes (12,1%) étant les plus communs. Des tourterelles, des pigeons, des petits passereaux, des cigognes, des cormorans, des laridés et des pics composaient les 23,4% restant des victimes. Le type de pylône constituait le principal facteur déterminant la dangerosité de la structure. Les structures les plus sûres étaient les pylônes sans mise à la terre avec isolateurs à tige ou bretelles de raccordement suspendues, des configurations de console alternées et sans câble de connexion. Les pylônes placés sur des positions dominant le paysage, en particulier sur les sommets de collines et entourés de végétation basse (milieux arbustifs), présentaient des taux d'électrocution plus forts. Ces pylônes sont probablement utilisés par des espèces territoriales telles que les rapaces, ces perchoirs leur permettant de détecter les proies.

Dans le Parc National de Doñana, au sud de l'Espagne, un échantillon de 100 kilomètres de lignes à moyenne tension (16 kV) a été suivi pendant deux ans (1982-1983) (Ferrer *et al.*, 2001). Au total, 778 cadavres ont été trouvés, dont 233 rapaces morts électrocutés : Vautour fauve (14 individus), Aigle ibérique (3), Circaète Jean-le-Blanc (8), Aigle botté (*Aquila pennata*) (9), Milan royal (15), Milan noir (82), Buse variable (35), Autour des palombes (1), Faucon crécerelle (10), Faucon pèlerin (1), milans *sp.* (36), Falconiformes *sp.* (7), Chouette hulotte (3), Effraie des clochers (7) et Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*) (2).

En appliquant les résultats d'une étude expérimentale sur le taux de disparition des carcasses, une estimation de 400 rapaces électrocutés a été obtenue pour ces mêmes 100 kilomètres de lignes, ce qui signifierait que 1200 rapaces meurent chaque année sur les 300 kilomètres de lignes présentes dans le parc et en bordure (Ferrer *et al.*, 1991). Le type de pylône et la nature de l'habitat avaient des effets significatifs sur la mortalité observée des rapaces. Les auteurs ont formulé les recommandations suivantes : seuls les pylônes avec isolateurs suspendus devraient être utilisés, les pylônes ayant une boucle de câble passant au dessus des isolateurs sont à proscrire et les lignes devraient être construites le long des routes.

Une autre étude complète sur les effets des lignes électriques a été menée au sud de l'Espagne, dans la partie orientale de la Sierra Morena et à Campo de Montiel, sur une période de huit ans (1988-1996) (Guzmán & Castaño, 1998). Dans cette étude, où un échantillon de 10 lignes (69 kilomètres et 1629 poteaux) a été suivi, 274 rapaces appartenant à 14 espèces ont été trouvés électrocutés : Vautour moine (2 individus), Vautour fauve (1), Aigle royal (23), Aigle ibérique (14), Aigle de Bonelli (17), Circaète Jean-le-Blanc (9), Balbuzard pêcheur (1), Milan royal (4), Milan noir (3), Buse variable (33), Autour des palombes (71), Faucon pèlerin (7), Faucon crécerelle (7) et Grand-duc d'Europe (21). Une Cigogne noire et un Grand Corbeau (*Corvus corax*) ont également été trouvés. La probabilité d'électrocution s'est avérée fortement dépendante du type de pylône, les pylônes à isolateurs suspendus étant considérés comme les plus sûrs.

L'électrocution semble constituer une menace considérable pour certaines espèces, telles que l'Aigle ibérique et l'Aigle de Bonelli. Sur une période de 16 ans (1989-2004), les lignes électriques ont été responsables de plus de la moitié de la mortalité accidentelle (50,2%) de l'Aigle ibérique (González *et al.*, 2007). Parmi les 241 individus dont l'origine de la mort est connue, 115 sont morts électrocutés. Aucune différence entre les sexes n'a été démontrée, alors que le nombre de sub-adultes électrocutés

était plus élevé que prévu. L'électrocution était la principale cause de décès dans les zones de dispersion mais pas dans les zones de nidification. Dans une étude plus récente, 39,87% de la mortalité de l'Aigle ibérique enregistrée depuis 1974 ($n = 158$) a été attribuée à l'électrocution (López-López *et al.*, 2011). Toutefois les électrocutions ont diminué depuis 1990, lorsqu'une norme obligatoire a été approuvée et a entraîné le remplacement de 6560 pylônes dangereux (López-López *et al.*, 2011). Dans le cas de l'Aigle de Bonelli, une étude portant sur trois lignes électriques situées dans les zones de dispersion de l'espèce a permis de trouver 16 individus morts (Moleón *et al.*, 2007) ainsi que 92 autres rapaces (de 15 espèces) électrocutés, principalement des Buses variables et des Grands-ducs d'Europe.

Types d'habitats	Taxons touchés par les électrocutions	Amplitude connue du problème	Remarques
Zones humides/zones agricoles / steppes	Cigogne blanche Buse variable	Taux de mortalité moyen : 0,25 oiseau/pylône/an (Portugal), $1,52 \pm 1,57$ oiseau/pylône/an pour les configurations triangulaires	La Buse variable est le rapace le plus fréquemment électrocuté.
Zones agricoles / Zones montagneuses	Rapaces diurnes et nocturnes corvidés	Taux de mortalité moyen : 0,036 carcasse/ pylône (Espagne)	La configuration des pylônes et le type d'habitat ont un effet significatif sur la mortalité des rapaces.
	Aigle de Bonelli Aigle ibérique Erreur ! Signet non défini. Grand-duc d'Europe	39,87% de la mortalité de l'Aigle ibérique ($n = 158$) par électrocution	Une grande diversité de rapace est touchée y compris certaines espèces très menacées.

Résumé des informations sur l'électrocution en Espagne et au Portugal

2.4.2 Asie (incluant le Moyen-Orient)

Asie

Dans les steppes du Kazakhstan, les grands rapaces sont les plus affectés par l'électrocution. Avec les corvidés et les laridés, ils comptent pour 93% des victimes (Lasch *et al.*, 2010). En un mois seulement, 200 Faucons crécerelles, 48 Aigles des steppes (*Aquila nipalensis*), deux Aigles impériaux, un Pygargue à queue blanche et un Vautour moine sont morts électrocutés sur une portion de 11 kilomètres de ligne à moyenne tension (Haas & Nipkow, 2006). Dans une étude sur quatre ans ayant porté sur un segment de lignes de 228 kilomètres, 223 rapaces électrocutés (73% des victimes) ont été répertoriés (Karyakin, 2008). A partir de ces éléments, il est estimé qu'environ 58 000 rapaces pourraient être tués chaque année pendant la migration de printemps sur les 9478 kilomètres de lignes. Une autre étude fait état de 409 victimes de 34 espèces différentes trouvées en moins de six mois sous une ligne électrique de 45 kilomètres (Lasch *et al.*, 2010). Dans ce cas, les faucons étaient particulièrement touchés (54% des victimes). Pendant l'été, le nombre de victimes et la proportion de rapaces impliqués ont sensiblement augmenté avec notamment un grand nombre de Faucons crécerelles et crécerellettes. Cette augmentation peut probablement s'expliquer par la dispersion des jeunes et par les mouvements migratoires. Les oiseaux immatures semblent particulièrement touchés par les électrocutions. Comme il n'y avait pas de différence dans les types de structures électriques (et de ce fait dans les dangers potentiels), il a été suggéré que le nombre total de victimes dépendait ici de la qualité des habitats environnants (Lasch *et al.*, 2010).

Le risque d'électrocution semble être particulièrement fort pour les aigles tels que le Pygargue à queue blanche, l'Aigle royal, l'Aigle criard (*Aquila clanga*) et le Circaète Jean-le-Blanc (Karyakin, 2008). Toutefois, l'Aigle des steppes domine parmi les victimes. Dans une étude conduite dans le centre et l'ouest du Kazakhstan, il comptait à lui seul pour 50% des cas enregistrés et dans l'ouest du pays il atteignait avec la Buse féroce (*Buteo rufinus*) 80 à 90% des cas, les victimes étant principalement des oiseaux nicheurs (Karyakin, 2008 ; Karyakin & Novikova, 2006). Au regard de ces estimations, les

électrocutions seraient responsables de près de 8% de la mortalité annuelle de la population totale et auraient clairement entraîné un déclin de la population au Kazakhstan (Karyakin & Novikova, 2006 ; Lasch *et al.*, 2010). Au centre du pays, l'Aigle royal et le Circaète Jean-le-Blanc sont des victimes plus fréquentes, alors que l'Aigle impérial semble davantage en mesure d'éviter le danger des poteaux électriques (Karyakin, 2008). Toutefois, dans 29% des cas, les échecs de reproduction de cette espèce ont été imputés à l'électrocution d'un des adultes nicheurs (Karyakin *et al.*, 2006).

En Mongolie, les rapaces représentaient plus de 60% des oiseaux électrocutés trouvés sous les 1427 poteaux électriques inspectés. Le Faucon sacre semble souffrir de pertes considérables dues aux électrocutions. Les espèces suivantes ont également été touchées : Faucon crécerelle, Faucon crécerellette, Buse féroce, Buse de Chine (*Buteo hemilasius*), Aigle des steppes, Aigle royal, Autour des palombes et Chevêche d'Athéna. Les poteaux en béton étaient généralement plus dangereux que ceux en bois, toutefois les configurations latérales en bois (desservant les gares ferroviaires et les tours radio) se sont avérées plus dangereuses car elles comportaient des équipements électriques peu espacés (Harness & Gombobaatar, 2008 ; Harness *et al.*, 2008).

Dans la Fédération de Russie, la longueur totale du réseau électrique à moyenne tension est estimée à 1 500 000 kilomètres, parmi lesquels seuls 0,5% sont équipés de câbles isolés ou d'adaptations pour la protection des oiseaux. Il est estimé que cela cause chaque année la mort de 10 millions d'oiseaux de 100 espèces (Matsyna & Matsyna, 2011). Les espèces trouvées le plus communément dans la région de l'Altaï sont le Milan noir, le Faucon crécerelle, l'Autour des palombes et les buses (du genre *buteo*). Toutefois, la proportion de rapaces électrocutés varie d'une région à l'autre : dans la région de Nizhny-Novgorod seulement 12% des victimes sont des rapaces, contre 31% dans la région de Samara et 81% dans la région de Kalmykia (Matsyna & Matsyna, 2011).

Types d'habitats	Taxons touchés par les électrocutions	Amplitude connue du problème	Remarques
Steppes / prairies / zones semi-désertiques	Aigle des steppes, Aigle royal, Circaète Jean-le-Blanc, Autour des palombes, Buse variable, Buse féroce, Milan noir, Faucon crécerelle Erreur ! Signet non défini. , Faucon sacre	Aigle des steppes : 8% de la mortalité annuelle de la population totale, Faucon sacre : 54% de la mortalité des adultes et 0,74 victime/km	Plusieurs espèces en danger critique

Résumé des informations sur l'électrocution en Asie : la plupart des informations proviennent du Kazakhstan et de Mongolie avec des données complémentaires pour la Fédération de Russie.

Moyen Orient

Le seul questionnaire reçu en provenance de cette région venait d'Israël. Aucune information publiée sur le sujet n'a été trouvée pour les autres pays de la région.

En Israël, Bahat (1997) a estimé qu'en moyenne 20 Vautours fauves (approximativement 5% de la population de l'espèce dans le pays), 20 autres grands rapaces, 50 Cigognes blanches et Cigognes noires ainsi que 60 Pélicans blancs (*Pelecanus onocrotalus*) meurent électrocutés chaque année (Bahat, 1997). Les données récentes suggèrent que les cas d'électrocution et de collision enregistrés sont au nombre de 150 environ par an (information provenant du questionnaire renvoyé pour Israël, O. Hatzofe, Israel Nature & Parks Authority, *in litt.*). Les espèces les plus communément touchées par l'électrocution sont le Milan noir (environ 30 cas/an) et la Cigogne blanche (20 à 60 cas/an). Les deux espèces sont régulièrement retrouvées mortes sous les lignes électriques aux abords des décharges publiques, alors que les lignes passant près des étangs piscicoles semblent être particulièrement dangereuses pour les Milans noirs et les Balbuzards pêcheurs. La plupart des cas d'électrocution de Grands-ducs d'Europe ont eu lieu sur des transformateurs sur pylône. Le Faucon crécerelle et l'Effraie des clochers semblent touchés dans les villages (information provenant du questionnaire renvoyé pour Israël, O. Hatzofe, *in litt.*). Le total des électrocutions enregistrées, toutes espèces confondues, est passé de 111, 90 et 109 en 2007, 2008 et 2009 à 79 en 2010, probablement en raison de l'isolation des pylônes à proximité des décharges publiques.

Types d'habitats	Taxons touchés par les électrocutions	Amplitude connue du problème	Remarques
Steppes / zones semi-désertiques	Milan noir, Cigogne blanche	Milan noir (environ. 30 cas/an) Cigogne blanche (20-60 cas/an) principalement près des décharges publiques	Les électrocutions connues ont été réduites de 111, 90 et 109 en 2007, 2008 et 2009 à 79 en 2010.

Résumé des informations sur l'électrocution en Israël

2.4.3 Afrique

L'Afrique peut être divisée en Afrique du Nord, Afrique de l'Ouest, Afrique Centrale, Afrique de l'Est et Afrique Australe. D'une manière générale, cela correspond à différents types de végétation qui sont respectivement les zones arides ou désertiques, les forêts, les zones arborées, les zones arborées/semi-désertiques. Outre son rôle déterminant dans la répartition des espèces oiseaux, le type de végétation influe doublement sur les risques d'électrocution. D'une part, pour des espèces telles que les rapaces, il semble que la disponibilité en perchoirs naturels dans le milieu environnant conditionne l'utilisation des perchoirs artificiels que constituent les lignes électriques (et qui les exposent à un risque d'électrocution). Lorsqu'il existe de nombreux perchoirs naturels tels que des arbres suffisamment robustes et d'une hauteur appropriée, la nécessité pour les oiseaux de se percher sur des lignes électriques est moindre. D'autre part, le type de végétation influence les chances de détection des carcasses sous les lignes et donc la possibilité d'identifier les zones à problèmes. Plus le milieu est ouvert, plus il est facile de détecter les carcasses.

2.4.3.1 Afrique du Nord

En Afrique du Nord, des informations quantitatives existent pour le Soudan et l'Éthiopie. C'est une région majoritairement classée comme désertique, semi-désertique et arborée. On peut s'attendre à ce que les lignes électriques soient fréquemment utilisées comme perchoirs en l'absence de végétation haute.

Au Soudan, 17 carcasses de Vautours percnoptères (tous suspectés d'être victimes d'électrocution) ont été trouvées en septembre 2010 sous un tronçon de 31 kilomètres de ligne entre Port Soudan et Khor Arba sur la côte ouest de la Mer rouge (Angelov *et al.*, 2011). Les poteaux impliqués étaient soit de structure métallique en T, soit de structure béton en échelle verticale. Des suivis antérieurs de cette portion de ligne (Niklaus 1984) avaient permis de trouver 50 carcasses en 1982 et deux en 1983. Angelov *et al.* (2011) estiment que cette ligne construite il y a 50 ans a pu tuer 5000 percnoptères et que cette mortalité pourrait expliquer en partie le déclin de l'espèce au Moyen-Orient (origine probable des oiseaux du Soudan).

En Éthiopie, les risques d'électrocution (et probablement de collision) concernent les oiseaux nichant dans la vallée du Rift et les oiseaux migrateurs s'y regroupant en dortoirs. Les poteaux sont plus fréquemment utilisés comme perchoirs en raison de la dégradation générale de l'environnement (information provenant du questionnaire renvoyé pour l'Éthiopie, K. Argaw *in litt.*). Au lac Kokadam, deux Pygargues vocifères (*Haliaeetus vocifer*) et un Marabout d'Afrique (*Leptoptilos crumeniferus*) ont été retrouvés électrocutés sous un poteau (Haas, 2011). Des structures récentes non sécurisées pour les oiseaux ont été observées à l'est de Shashemene sur la route principale menant au parc national de Bale (Haas, 2011). Des poteaux en T dangereux ont également été notés dans le parc national des montagnes du Simien (Rushworth, Écologue sénior, Ezemvelo KwaZulu-Natal Wildlife, *comm. pers.*). Des lignes électriques anciennes continuent à électrocuter des oiseaux mais les données ne sont pas disponibles (information provenant du questionnaire renvoyé pour l'Éthiopie, K. Argaw *in litt.*).

En Égypte l'électrocution est considérée comme un problème de conservation important. Des kilomètres de lignes électriques à basse tension présentant des isolateurs courts et des pylônes en treillis métallique traversent ou jouxtent des zones sensibles. Il s'agit de couloirs de migration tels que le Golfe de Suez et de localités où les rapaces comme la Buse de Russie (*Buteo buteo vulpinus*) sont

tentés de s'arrêter (bassins d'épuration, conduites d'irrigation, décharges publiques, etc.) (Dr. S. Baha El Din *in litt.*).

2.4.3.2 Afrique centrale et Afrique de l'Ouest

La plus grande partie de cette région est classée en forêt par White (1983). Comme la forêt est le type de végétation le plus haut, on peut supposer que l'utilisation des lignes électriques comme perchoir sera réduite dans ces zones (bien que cela ne soit probablement pas aussi simple). D'autre part, la détection des victimes de l'électrocution (carcasses d'oiseaux) est moins facile dans la végétation forestière. Aucune information sur l'électrocution des oiseaux dans ces régions n'a été reçue ou trouvée dans la littérature.

2.4.3.3 Afrique de l'Est

Une évaluation rapide des interactions entre les grands oiseaux du Kenya et les infrastructures électriques a été menée dans les zones de Magadi et Naivasha en janvier 2009 (Smallie & Virani, 2010). Les premiers résultats provenant de ces régions revêtent une importance nationale. La majorité des types de structures de distribution et de transport (< 132 kV) évalués, soit six sur sept (86%), présentait des risques d'électrocution pour les oiseaux de moyenne à grande taille. Sur approximativement 24 espèces clés dont le statut de conservation est incertain au Kenya, 17 (soit 71%) font face à un risque important d'interaction directe avec les infrastructures électriques. Les espèces demandant une vigilance particulière sont les suivantes : Vautour percnoptère, Vautour à tête blanche (*Trionoceph occipitalis*), Vautour oricou (*Torgos tracheliotos*), Grue royale (*Balearica regulorum*), Flamant nain (*Phoeniconaias minor*), Vautour africain, Vautour de Rüppell (*Gyps rueppellii*), Aigle martial (*Polemaetus bellicosus*), Cigogne blanche, Messenger sagittaire (*Sagittarius serpentarius*) et plusieurs espèces de rapaces chassant à l'affût. Smallie & Virani (2010) formulent des recommandations pour une résolution de ce problème à l'échelle nationale. La Buse augure (*Buteo augur*) présente déjà un déclin de 55% au lac Naivasha et l'électrocution en est une des raisons suspectées (Virani, 2006).

2.4.3.4 Afrique australe

Certaines parties d'Afrique du Sud sont classées comme semi-désertiques (le Karro) mais elles ont été modifiées par les exploitants agricoles qui ont créé des barrages artificiels et des réservoirs, ce qui permet à davantage d'espèces d'oiseaux de fréquenter ces régions.

Au Lesotho, Jenkins *et al.* (2009) ont réalisé un suivi de 56 kilomètres de lignes électriques de 22-132 kV mais n'ont pas trouvé de rapaces morts alors que les poteaux étaient visiblement utilisés comme perchoirs. Les auteurs ont supposé que cette apparente absence de mortalité était due à la collecte des victimes de collisions et d'électrocution par des personnes. Ces dernières pourraient être motivées par les prix forts proposés par les commerçants pour le rachat de parties de rapaces et notamment de vautours utilisées par la médecine traditionnelle. Un tel phénomène pourrait aussi influencer ce type d'étude ailleurs en Afrique. Un seul rapport mentionne un oiseau électrocuté au Lesotho ; un Grand-duc africain (*Bubo africanus*) trouvé mort sous un poteau près du barrage de Katse (S.Makhubu *comm. pers.*).

En Namibie, la société d'électricité Nampower souffre d'énormes pertes dues aux coupures d'électricité causées par les accidents d'oiseaux (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Namibie, K. Uiseb *in litt.*). Il est probable que certains de ces incidents soient à attribuer à des électrocutions. De plus, les données obtenues dans le cadre du partenariat stratégique sur les incidents signé entre la Fondation Namibienne pour la Nature et Nampower, rapportent la mort de sept aigles, 13 vautours et cinq rapaces nocturnes qui pourraient avoir été victimes d'électrocution.

En Afrique du Sud, les données de mortalité aviaire sur les lignes électriques sont collectées et gérées par le partenariat stratégique Eskom-EWT (EWT : Endangered Wildlife Trust – Organisation pour la Faune sauvage menacée) dans son *Registre central des incidents*. D'août 1996 à mai 2011, un total de 1504 oiseaux électrocutés a été enregistré. Les espèces pour lesquelles au moins cinq victimes ont été notées sont présentées dans la figure 3.

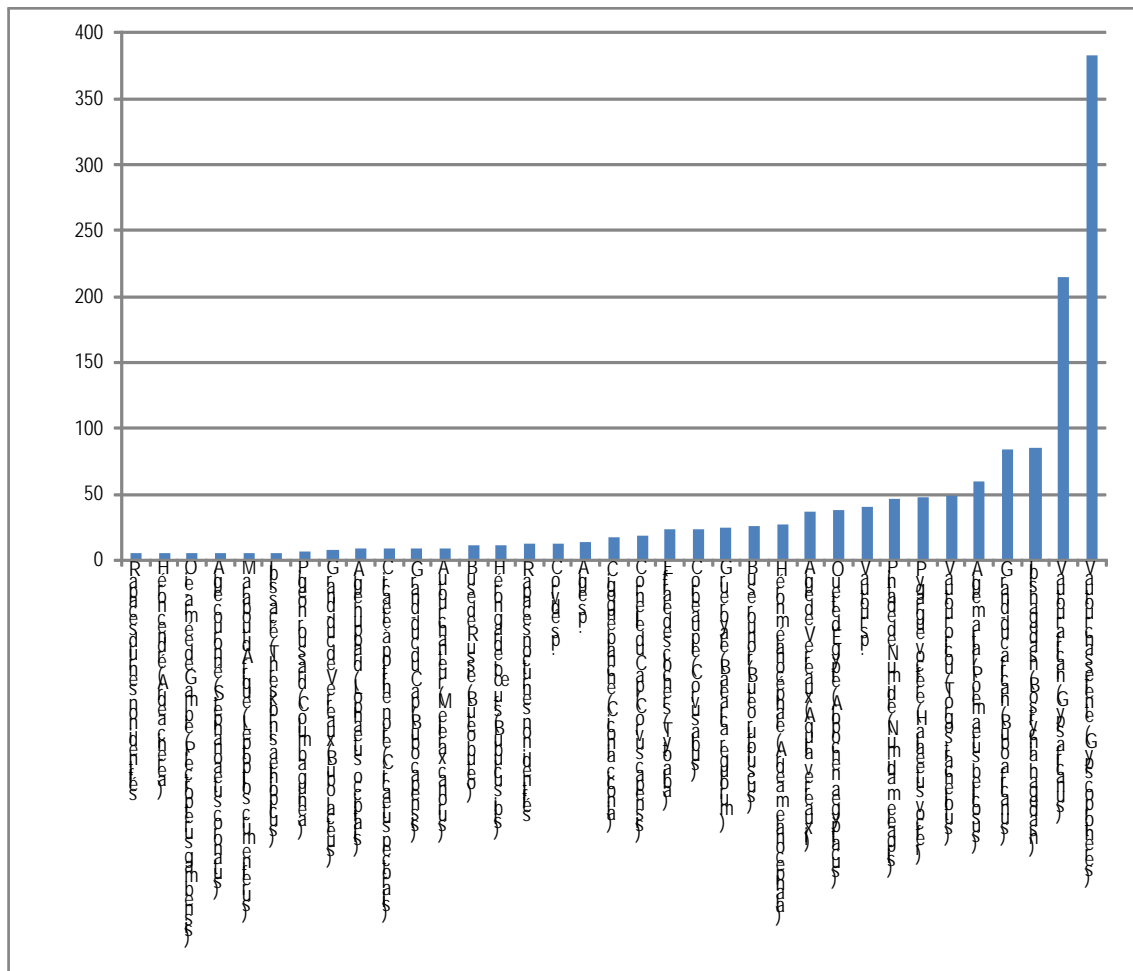


Figure 3. Données sur les électrocutions d'oiseaux enregistrées en Afrique du Sud d'août 1996 à mai 2011, pour les espèces présentant au moins cinq victimes (partenariat stratégique Eskom-EWT - Registre central des incidents).

Les espèces de grande taille sont les plus fréquentes, comme prévu, puisque l'électrocution nécessite que l'oiseau mette physiquement en relation des composants sous tension. Les vautours et les aigles sont largement majoritaires dans les données de l'Afrique du Sud. Curieusement, la Pintade de Numidie (*Numida meleagris*) semble très touchée bien que ce soit une espèce de plus petite taille. Cela est dû à son habitude de se regrouper sur les lignes électriques où plusieurs oiseaux peuvent alors mettre en relation des éléments dangereux. Il faut également mentionner la Grue royale pour laquelle nombre d'électrocutions ont été enregistrées. Cette espèce est la seule des 15 espèces de grues à être morphologiquement adaptée pour se percher et constituer des dortoirs sur les arbres, d'où sa faculté et son habitude à se regrouper sur les lignes électriques. Cette espèce a une large distribution dans une grande partie de l'Afrique sub-saharienne.

Le *Registre central des incidents* reste soumis aux aléas en matière de détection et d'enregistrement des électrocutions. Il souffre de différents biais et sous-estime le nombre réel de victimes. Une étude plus systématique conduite en Afrique du Sud et concernant ces problèmes de données est présentée dans le paragraphe suivant.

La population globale de Vautour chasseur, une espèce d'Afrique australe endémique et menacée, est connue pour être impactée par les électrocutions et les collisions sur les infrastructures électriques. Boshoff *et al.* (2011) ont estimé un taux de mortalité annuel moyen ajusté lié aux lignes électriques

(électrocutions et collisions) à environ 80 vautours dans la population du Cap-oriental. Pour un certain nombre de raisons, ce taux semble sous-estimer la situation réelle et doit donc être considéré comme une valeur minimale. Un modèle simple a été élaboré et utilisé pour rechercher l'impact potentiel de la mortalité par électrocution sur la population étudiée. La population des zones où cette menace est importante est vouée à disparaître dans les 20 à 35 ans, uniquement à cause de l'électrocution. La population régionale (du Cap-oriental) devrait quant à elle augmenter dans les 50 ans à venir. Toutefois en raison de la nature de certains paramètres utilisés dans ce modèle, les simulations doivent être considérées avec prudence.

2.4.3.5 Interactions entre oiseaux et lignes électriques en Afrique : remarques complémentaires

Il existe peu d'informations sur les interactions entre oiseaux et lignes électriques en Afrique et peu de réponses ont été reçues suite au questionnaire envoyé à de nombreuses organisations gouvernementales et non-gouvernementales en Afrique (voir chapitre 1 et annexe 2). Il est donc nécessaire d'extrapoler les informations réunies aux pays pour lesquels aucune donnée n'existe. Smallie *et al.* (2009) estiment que les raisons pour lesquelles ces interactions n'ont pas été mises en évidence à ce jour dans les autres pays d'Afrique pourraient être les suivantes :

- le manque relatif de lignes électriques (mais voir ci-dessous) ;
- la faible prise de conscience de ces interactions dans les secteurs de l'électricité et de la conservation ainsi que dans le secteur public ;
- la faible probabilité de détecter les carcasses d'oiseaux dans certains habitats.

La population d'Afrique sub-saharienne a actuellement les plus faibles taux d'accès à l'électricité (par exemple 20% en moyenne dans les états de la Communauté de Développement d'Afrique australe - ABS 2011). La région comprend quatre pools énergétiques régionaux : le Pool énergétique d'Afrique centrale, le Pool énergétique d'Afrique de l'Ouest, le Pool énergétique d'Afrique orientale et le Pool énergétique d'Afrique australe. La vaste majorité de la capacité de production électrique (72%) dépend du Pool énergétique d'Afrique australe. De nombreux plans existent pour l'acheminement de l'électricité depuis ces pools vers leurs états membres. Globalement, fin 2010, 70,5 millions de kilomètres de lignes (64,7 millions de distribution et 5,8 millions de transport) étaient installés, avec une croissance prévue pour atteindre 76,2 millions de kilomètres à la fin 2015 (ABS, 2011). Sur ce linéaire, la Chine a 13,5 millions de kilomètres de lignes, les États-Unis 11 millions et l'Inde 6,1 millions. Les informations disponibles sur la longueur des lignes installées en Afrique sont partielles. ABS (2011) fournit des données sur seulement 12 pays sub-sahariens et cette information semble relativement incomplète. Le tableau 1 ci-après résume ces renseignements (ABS, 2011) et inclut l'Afrique du Sud pour laquelle des données précises sont fournies par Eskom. Un linéaire total d'environ 482 918 kilomètres au travers de ces 13 pays est pris en compte. Sachant que l'Afrique du Sud comprend à elle seule environ 80% de ce total, une estimation d'un maximum de 700 000 kilomètres de lignes électriques en Afrique sub-saharienne en 2010 semble raisonnable.

Les réponses à l'enquête en provenance du Soudan mentionnent une électrification croissante du pays suite à la construction de barrages, ce qui implique sûrement davantage de risques pour les oiseaux. En Ouganda, il semblerait que l'accent mis par le gouvernement sur l'électrification des zones rurales pourrait augmenter le nombre de collisions et d'électrocutions.

Smallie *et al.* (2009) précisent que toutes les familles d'oiseaux qui se sont montrées vulnérables par rapport aux infrastructures électriques en Afrique du Sud sont bien représentées sur la majorité du continent africain, comme le démontre la superposition de la distribution des espèces avec les futurs réseaux électriques. Comme les structures et la construction des lignes électriques sont très semblables dans toute la région, des impacts similaires sont donc à prévoir.

Tableau 1. Longueur approximative des lignes électriques aériennes de transport et de distribution dans les pays d'Afrique sub-saharienne (ABS 2011 & Eskom). Pour certains pays, aucune information n'est disponible sur la fonction (transport ou distribution) des lignes existantes, elles sont alors présentées dans la catégorie « fonction inconnue ».

Pays	Fonction (en km de lignes électriques)			Source
	Transport	Distribution	Inconnue	
Burundi		792		ABS
Cameroun	2120			ABS
République centrafricaine			560	ABS
République démocratique du Congo	5207			ABS
Côte d'Ivoire	4485		33 768	ABS
Gabon	1881	environ 15 000		ABS
Ghana			4000	ABS
Île Maurice	118			ABS
Rwanda	392	741		ABS
Sénégal	366	19 850		ABS
Afrique du Sud	29 000	351 000		Eskom
Ouganda		9000		ABS
Zambie	4638			ABS
Total	48 207	396 383	38 328	

A ce jour, le manque relatif d'infrastructures électriques en Afrique sub-saharienne constitue, lors de la construction de nouvelles lignes, une opportunité pour éviter les erreurs commises ailleurs. De ce point de vue, cette région est probablement celle qui a le plus besoin de lignes directrices, celles-ci pouvant alors avoir un impact significatif en termes de conservation.

2.5 Atténuation et prévention des risques d'électrocution

Les principales mesures pour empêcher l'électrocution sont similaires aux recommandations concernant les problèmes de collision (voir paragraphe 3.5) : définition des tracés, enfouissement des câbles, suppression des câbles reliés à la terre (et modification de la mise à la terre), modification de la conception des lignes et des pylônes, balisage des pylônes¹. Comme pour l'atténuation des problèmes de collision, l'enfouissement des câbles est la meilleure solution pour éliminer les risques d'électrocution.

Les lignes directrices publiées par ailleurs (Prinsen *et al.*, 2011) fournissent au travers d'une démarche détaillée et progressive des recommandations pour éviter, réduire et modérer les risques d'électrocution des oiseaux, sur les nouvelles lignes comme sur les lignes existantes. Nous renvoyons à ce document pour plus d'informations techniques sur ce sujet. En résumé, les principales mesures d'atténuation incluent :

- i. Remplacer les isolateurs dressés sur les consoles par des isolateurs suspendus ou mettre des protections de nouvelle génération sur les isolateurs dressés,
- ii. Placer les lignes électriques (conductrices) sous les consoles,

¹ Le marquage des pylônes comprend des méthodes d'effarouchement visuel et acoustique. Des dispositifs d'effarouchement visuel ont été testés par le passé, tel que l'utilisation de silhouettes de rapaces placées sur les pylônes pour réduire le survol des lignes par les oiseaux (Janss *et al.*, 1999), mais se sont montrées inefficaces. Les oiseaux s'habituent certainement à ce type d'équipement. Les dispositifs dissuasifs acoustiques présentent un bon potentiel bien qu'aucune littérature sur leur efficacité ne soit disponible. L'habituation constituera certainement un problème à résoudre dans cette approche. Toutes ces techniques ne peuvent être appliquées sur de longues distances au regard de leur coût élevé et de leur perte d'efficacité dans le temps. Des solutions permanentes (conception des lignes et isolation) comme celles illustrées ci-après sont bien meilleures et bien plus économiques.

- iii. Utiliser des chaînes d'isolateurs d'au moins 70 cm de long,
- iv. Isoler les câbles électriques sur au moins 70 cm de chaque côté de la console,
- v. Isoler tous les autres composants sous tension qui sont à moins de 70 cm d'un perchoir potentiel.

Différents exemples de mesures d'atténuation des problèmes d'électrocution sont présents ci-après. Elles ont été mises en œuvre dans plusieurs pays de la région Afrique-Eurasie, principalement en Europe et en Afrique.

2.5.1 Exemples d'atténuation des risques d'électrocution en Europe et en Asie

Europe du Nord et de l'Ouest

En Europe du Nord, la plupart des victimes sont des Grands-ducs d'Europe qui se perchent sur les transformateurs. De ce fait, en Suède les conducteurs de phase et les autres parties conductrices des transformateurs ont été isolés (Bevanger, 1994). En Norvège, les anciens transformateurs ouverts fixés sur des poteaux et des pylônes ont été largement remplacés par des boîtes au sol, de petite taille, fermées et sans danger pour les oiseaux. De plus en plus de lignes de faible voltage sont par ailleurs remplacées par des câbles souterrains (Lislevand, 2004).

En Allemagne, la construction de nouveaux « poteaux tueurs » a été interdite et tous les poteaux électriques existants doivent être sécurisés d'ici à 2012 (voir chapitre 6). Les mesures prises à l'échelle régionale en accord avec les standards techniques formulés par la *Clause de protection des oiseaux* de la *Norme de l'industrie allemande* en 1985 ont déjà eu des effets significatifs. Les populations d'oiseaux menacés de grande taille : Cigogne blanche, Cigogne noire, Pygargue à queue blanche, Balbuzard pêcheur, Milan royal et Grand-duc d'Europe, ont commencé à se reconstituer ou se sont au moins stabilisées (Haas *et al.*, 2005). L'application de calottes de protection sur les isolateurs dressés (type isolateur à tige) des poteaux en béton et en métal s'est révélée être la méthode la plus efficace en Allemagne (Schürenberg *et al.*, 2010).

Toutes les lignes à basse et moyenne tension ont été enfouies aux Pays-Bas et cela est en cours également en Belgique, au Royaume-Uni, en Norvège, au Danemark et en Allemagne. Le problème d'électrocution a donc été résolu ou très fortement atténué dans ces pays.

Europe de l'Est et Europe centrale

En Pologne, plus de 100 poteaux électriques situés sur les zones de reproduction de la Cigogne blanche ont été modifiés depuis 1998 afin d'y installer des plateformes de nidification (Tryjanowski *et al.*, 2009). De plus, les lignes aériennes sont peu à peu remplacées par des lignes souterraines. Grâce à aux plateformes spéciales placées au-dessus des isolateurs, les oiseaux ont également été protégés des électrocutions lorsqu'ils se posent sur les pylônes (Dolata, 2006).

La République tchèque a commencé à mettre en place des mesures d'atténuation dès les années 80 en plaçant des perchoirs artificiels à 50 centimètres au dessus des isolateurs dressés, ainsi que des calottes de recouvrement isolantes. De 1998 à 2001, environ 8000 poteaux électriques ont été équipés dans les principales régions où vivent le Faucon pèlerin et le Faucon sacre. Cela s'est traduit par la mise en place de protections spéciales sur les consoles supprimant presque totalement les dangers, ou par l'utilisation d'isolateurs suspendus (DCCNH, 2010). En 2009, le plus grand fournisseur d'électricité du pays a accepté de sécuriser les lignes électriques sur les Zones Importantes pour la conservation des Oiseaux du réseau Natura 2000 et sur les autres sites clés, sur un longueur totale d'environ 3300 kilomètres (Schürenberg *et al.*, 2010).

Dans la partie slovaque du bassin des Carpates, les efforts de conservation pour protéger l'Aigle impérial comprennent des suivis de la mortalité des oiseaux sur les lignes dangereuses et l'installation de systèmes d'effarouchement et de protection pour empêcher l'électrocution des oiseaux (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Slovaquie, Z. Cudrakova, Ministère de l'Environnement de la République slovaque, *in litt.*).

En Hongrie, plus de 50 000 poteaux électriques à moyenne tension ont été sécurisés jusqu'en 2004 grâce à la protection des consoles (voir figure 4). Toutefois, comme le réseau de lignes électriques à moyenne tension du pays dépasse 50 000 kilomètres, ce qui correspond à 600 000 poteaux (Demeter, 2004), le processus s'est ralenti et, en vingt ans, seuls 10% de tous les pylônes pourraient être sécurisés de cette manière (Demeter, 2004 ; Horvath *et al.*, 2011). La sécurité des pylônes comme support des nids de Cigognes blanches est renforcée par la pose de plateformes de nidification (Lovaszi, 1998).



Figure 4. Isolation d'une console en Hongrie (source: Horvath et al., 2011).

En Bulgarie, les poteaux identifiés comme dangereux dans un rayon de cinq kilomètres autour des nids d'Aigle impériaux seront isolés dans les deux ans, en collaboration avec une société d'électricité. Un projet LIFE lancé par BSPB/BirdLife Bulgarie en 2010 comprend des actions pour atténuer les collisions et les électrocutions d'oiseaux dans la région des zones humides de Bourgas. Les activités prévues comprennent l'identification et l'isolation des poteaux électriques dangereux dans un rayon d'un kilomètre autour des lacs. Des suivis et des mesures de réduction des effets des lignes électriques sur les rapaces sont mis en œuvre dans les actions de la Fédération des Organisations Non Gouvernementales Green Balkans, dans le cadre du projet *Mesures de conservation pour des espèces cibles de la Directive Oiseaux - Faucon crécerellette (Falco naumanni), Vautour moine (Aegypius monachus) et Aigle impérial (Aquila heliaca) - dans leurs principaux habitats en Bulgarie* (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Bulgarie, Y. Velina, *in litt.*).

En Serbie, les lignes électriques de distribution à moyenne tension (et leurs poteaux) couvrent environ 70 000 kilomètres et sont particulièrement dangereux pour les oiseaux. Certaines évaluations estiment qu'entre 10 000 et 100 000 oiseaux meurent d'électrocution ou de collision chaque année (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Serbie, M. Mladenovic, Ministère de l'Environnement, Planification minière et spatiale, République de Serbie, *in litt.*). De plus, les dysfonctionnements des lignes à haute tension résultant des accidents aviaires sont très courants. En 2005, la société d'électricité de Serbie EPS a accepté de modifier les poteaux électriques existants et de concevoir de nouvelles structures en particulier pour le réseau à moyenne et basse tension (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Serbie, M. Mladenovic, *in litt.*). La plupart des efforts dans ce pays se sont concentrés sur la mise en place de plateformes de nidification pour la Cigogne blanche et pour le Faucon sacre, espèce en danger.

Europe du Sud

Les mesures d'atténuation en Europe du sud sont très semblables à celles prises ailleurs en Europe. L'enfouissement des lignes électriques de distribution à moyenne tension a été réalisé dans une moindre mesure et dans un nombre limité de pays, tels que la France, Monaco, l'Italie, l'Espagne et le Portugal. Il existe de grandes différences entre les pays en ce qui concerne l'application de mesures

d'atténuation et la quantité d'informations disponibles. En fait, alors que des mesures sont prises dans certains pays (voir ci-après), peu d'efforts sont réalisés dans d'autres.

Actuellement, la plupart des pays d'Europe du Sud ont des réglementations concernant l'atténuation des risques liés aux lignes électriques. Par exemple, au Monténégro et en Bosnie-Herzégovine, la législation impose que tous les poteaux et les composants des lignes électriques soient conçus de manière à être sans danger pour les oiseaux et à les protéger des chocs électriques (Schürenberg *et al.*, 2010).

En Espagne, beaucoup d'efforts ont été faits pour réduire la mortalité par électrocution. De nombreuses études ont été menées pour déterminer les méthodes les plus efficaces pour atténuer ce danger. Regidor *et al.* (1988) ont réalisé une expérience dans laquelle ils ont modifié des pylônes électriques sur une ligne abandonnée dans le Parc national de Doñana. Ils ont utilisé des pylônes témoins (non modifiés) et trois types de pylônes expérimentaux : avec des perchoirs surélevés, avec des dispositifs d'effarouchement (aussi appelés protections de perchoir) et avec les deux types d'équipements. Ils ont conclu que les modifications des pylônes n'étaient pas efficaces pour le Milan noir et qu'elles ne réduisaient pas le nombre d'oiseaux se perchent sur des endroits dangereux. Les perchoirs artificiels augmentaient même le risque d'électrocution pour le Faucon crécerelle, alors que les dispositifs d'effarouchement l'atténuaient.

Des études spécifiques et des mesures d'atténuation ont également été réalisées pour des espèces en danger telles que l'Aigle ibérique. Cela comprenait l'identification des sites particulièrement dangereux, la construction de nouveaux pylônes avec isolateurs suspendus, la suppression des boucles de câbles (bretelles de raccordement) au dessus des isolateurs et le contrôle d'une distance suffisante entre les tracés des nouvelles lignes électriques et les zones de reproduction et de rassemblement des jeunes aigles. Le nombre d'électrocution d'aigles a été réduit par l'application de ces mesures, bien que le réseau de lignes électriques se soit étendu. La taille de la population de cette espèce a également augmenté depuis la mise en application de ces mesures (López-López, 2011). L'étude de Gil (2009) propose par ailleurs la modification de 138 lignes électriques (1127 kilomètres) et 4804 supports, dans le cadre du Plan d'action pour le Gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*) dans la région d'Aragon.

Au Portugal, la mise en œuvre de mesures d'atténuation des risques d'électrocution sur les nouvelles lignes à moyenne et haute tension au niveau national a été identifiée comme un objectif stratégique devant être atteint dans les années à venir. Le problème principal des mesures d'atténuation est la dégradation des matériaux isolants avec le temps. La recherche de matériaux résistants est menée en continu par EDP-Distribuição, le distributeur portugais d'électricité. L'efficacité des mesures visant à réduire la mortalité des oiseaux sur les lignes électriques moyenne et haute tension a été évaluée au travers du suivi de 64 kilomètres de lignes électriques (information provenant du questionnaire renvoyé pour le Portugal, J. Loureiro, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, *in litt.*). En fonction de la configuration des pylônes, une réduction de 60 à 89% du taux d'électrocution a été mesurée après l'application de mesures d'atténuation. Celles-ci comprenaient : l'isolation des conducteurs de phase sous tension, l'isolation des pinces d'ancrage, des isolateurs à tige et des traversées de transformateur, l'utilisation de matériaux isolants pour les pinces de suspension et autres équipements des lignes aériennes, l'installation d'équipements dissuadant les oiseaux de se percher ou de nicher (généralement efficaces pour empêcher les cigognes de construire leur nid sur le sommet des poteaux et sur les structures associées) (voir figure 5). Une autre mesure généralement appliquée est la construction près de poteaux électriques existants de poteaux uniquement dédiés à la nidification des Cigognes blanches (voir figure 5) (information provenant du questionnaire renvoyé pour le Portugal, J. Loureiro, ICNB, *in litt.*).



Figure 5. Poteau de distribution portant sur son sommet un équipement d'exclusion des oiseaux formé de chevrons symétriques (indiqués par les flèches) (Photo: EDP-Distribution, Portugal) et poteau destiné à la nidification de la Cigogne blanche installé à proximité d'un poteau de distribution portant un équipement d'exclusion des oiseaux (Photo: Carlos Tiago).

2.5.2 Exemples d'atténuation des risques d'électrocution en Afrique du Nord et au Moyen Orient

En Israël, il n'existe pas de législation demandant l'isolation des pylônes ou l'adoption de mesures de prévention de l'électrocution et des collisions avec les lignes électriques. Toutefois, la société d'électricité d'Israël IEC, seul producteur et distributeur d'électricité dans ce pays, en coopération avec l'INPA (Israel Nature and Parks Authority – Autorité israélienne pour la Nature et les Parcs), a réalisé l'isolation de centaines de pylônes dangereux et à haute tension (22-33 kV). Ainsi, plus de 2500 pylônes ont été isolés depuis 1996. Lorsque de nouvelles lignes sont prévues à proximité des ZICO, des décharges publiques et des réserves naturelles, l'IEC suit la demande de constructions sécurisées formulée par l'INPA. Cela comprend l'enfouissement de lignes, des tracés à distance des zones potentiellement critiques et l'isolation des composants dangereux. Chaque année, l'INPA soumet à l'IEC un rapport sur les électrocutions et les collisions de l'année précédente, ce qui permet alors de dresser une liste de pylônes à isoler. Les priorités sont définies en fonction de la sensibilité des espèces (au regard de leur statut de conservation à l'échelle globale et locale) et de la répétition des accidents. Une campagne bénévole est actuellement menée pour sensibiliser au conflit oiseaux / lignes électriques mais aucune législation n'a encore été définie (information provenant du questionnaire renvoyé pour Israël, O. Hatzofe, Israel Nature & Parks Authority, *in litt.*).

En Algérie, les seules mesures d'atténuation connues sont celles prises dans la Wilaya d'Annaba et la Wilaya d'El Tarf. Dans ces régions, des plateformes spéciales ont été construites sur des poteaux et des pylônes électriques afin de réduire la mortalité des Cigognes blanches par électrocution. Ces équipements accueillent actuellement près de 300 nids de cigogne (information provenant du questionnaire renvoyé pour l'Algérie, S. Hamida, Responsable du Bureau des Zones Humides, Direction Générale des Forêts, Algérie, *in litt.*).

3. Collisions

3.1 Introduction

Chaque année dans le monde, des millions d'oiseaux meurent de collision contre les lignes électriques aériennes. Les premiers rapports sur ce phénomène datent de la fin du XIX^{ème} siècle, lorsque plusieurs auteurs aux États-Unis mentionnent des victimes de collision contre des lignes télégraphiques (par exemple des dizaines d'Alouettes haussecols (*Eremophila alpestris*) et 14 Phalaropes à bec large (*Phalaropus fulicarius*)) (références citées par APLIC, 2006). Les lignes électriques sont mises en cause dès 1904, lorsqu'Emerson (cité par APLIC, 2006) relate la collision de plusieurs espèces de limicoles et d'un Râle noir (*Laterallus jamaicensis*) contre des câbles électriques dans la région de la Baie de San Francisco (États-Unis). En Europe, Beadnell (1937) a peut-être été l'un des premiers à décrire cette problématique dans le contexte européen. Il pensait alors que le problème ne serait que temporaire et que les oiseaux s'habituerait aux lignes. Toutefois, l'impact et l'ampleur de ce type de mortalité a rapidement augmenté et continue à progresser parallèlement à l'extension des réseaux électriques, en particulier dans les pays en voie de développement. Il est prévu que la longueur totale des lignes de transport et de distribution d'électricité dans le monde passe de 70,5 millions de kilomètres fin 2010 à 76,2 millions en 2015 (ABS, 2011). Pour de nombreux pays, l'impact des collisions pourrait atteindre une ampleur comparable ou supérieure à celle des électrocutions (des dizaines ou des centaines de milliers de victimes par an à l'échelle d'un pays).

Les collisions de l'avifaune contre les lignes électriques ont fait l'objet de recherches dans de nombreux pays, principalement en Amérique du Nord, en Europe et en Afrique du Sud. Cependant, la question reste inexplorée dans une grande partie du monde comme c'est le cas pour de vastes régions d'Asie et d'Afrique. Les études menées ces dernières décennies se sont concentrées sur les causes sous-jacentes du problème et sur les espèces touchées. Elles ont examiné un large panel de mesures d'atténuation. Malgré cet effort de recherche considérable, l'impact de cette mortalité sur les populations d'oiseaux reste largement inconnu. De nombreux auteurs estiment qu'à l'échelle globale, l'effet des collisions n'influencera pas à lui seul les populations. Pourtant, ajouté à l'ensemble des causes de mortalité d'origine anthropique (circulation routière, électrocution, éoliennes, collisions contre les édifices et les baies vitrées, chats domestiques, chasse, marées noires, etc.), il constitue dans certaines régions un élément particulièrement préoccupant. De plus, cette mortalité peut être localement une cause majeure du déclin des populations de certaines espèces vulnérables. Les espèces longévives, ayant un taux de reproduction lent, une aire de répartition limitée et de faibles effectifs, telles que certaines espèces d'outardes, de grues et de rapaces, sont particulièrement vulnérables vis-à-vis de cette mortalité additionnelle (APLIC, 1994 ; Rubolini *et al.*, 2005 ; Drewitt & Langston, 2008). L'annexe 3 présente une synthèse de la gravité de l'impact de la mortalité par collision avec les lignes électriques, sur les populations de différentes familles d'oiseaux en Eurasie et en Afrique.

3.2 Causes et facteurs contributifs

Les oiseaux peuvent entrer en collision avec les lignes électriques dans des situations et des localisations variées. Cependant, l'existence et l'interaction de plusieurs facteurs météorologiques, techniques, topographiques et biologiques peuvent augmenter considérablement le nombre de victimes (APLIC, 1994 ; Bevanger, 1994). Les paragraphes ci-après décrivent l'existence et la nature de plusieurs facteurs abiotiques et biotiques connus pour leur influence sur le taux de collision.

3.2.1 Conditions météorologiques

Outre l'obscurité et la faible visibilité au crépuscule, les conditions environnementales telles que le brouillard, une forte nébulosité et certaines formes de précipitations, réduisent la perception visuelle des lignes électriques par les oiseaux, ce qui augmente leur risque de collision. Bien que la plupart des oiseaux évitent de voler dans ces conditions, Heijnis (1976) a montré une augmentation du nombre de

victimes par brouillard et temps pluvieux ainsi que lors de tempêtes de grêle. D'après Litzbarski & Watzke (2007), la visibilité hivernale en Ukraine est fréquemment réduite en raison de l'épaisseur du brouillard, ce qui induit une augmentation de la mortalité par collision des Outardes barbues (*Otis tarda*). L'impact du brouillard et des précipitations pourrait être renforcé car, dans ces conditions, les oiseaux ont tendance à voler plus bas (Bevanger, 1994). Cela vaut également pour les forts vents contraires qui augmentent particulièrement les risques de collision pour les migrateurs nocturnes (APPLIC, 1994 ; Drewitt & Langston, 2008). De plus, les vents forts et les tempêtes diminuent les capacités des oiseaux à contrôler leur vol. Les laridés sont connus pour leur vulnérabilité dans de telles conditions météorologiques pendant lesquelles ils restent souvent plus actifs que les autres groupes d'espèces et sont donc plus facilement poussés par le vent contre les lignes électriques. Ainsi, Scott *et al.* (1972) ont montré que les coups de vent provoquaient une augmentation des victimes parmi les laridés. La plupart des oiseaux évitent généralement de voler dans des conditions météorologiques défavorables mais lorsqu'ils doivent s'envoler ou lorsqu'ils rencontrent ces conditions de manière imprévue, ils courent alors un grand risque de collision avec les lignes électriques.

3.2.2 Configuration des lignes

De nombreux auteurs se réfèrent au rôle probable de la configuration des lignes électriques dans les risques de collision et le nombre de victimes associées, mais très peu de recherches ont été conduites pour étayer ces hypothèses. Certains principes généraux sont cependant largement acceptés :

- 1) Les oiseaux sont supposés entrer plus souvent en collision avec le câble de garde. Ce câble est fin, simple, placé au dessus des conducteurs (les lignes électriques effectives) (voir figure 6). En raison de ces caractéristiques, le câble de garde est plus difficile à détecter et plus dangereux pour les oiseaux que les câbles conducteurs. Par exemple, Faanes (1987) a observé 109 collisions d'oiseaux sur des prairies aux États-Unis dont 102 avec le câble de garde. En conséquence, une structure sans câble de garde serait préférable. Cela s'est montré efficace pour protéger des oiseaux aussi différents en taille et en biologie que les grues et les tétraonidés (Jenkins *et al.*, 2010). Toutefois, comme ces câbles protègent la structure de la foudre, leur suppression réduit la fiabilité du système et de ce fait ils sont le plus souvent conservés ;
- 2) Le groupement des câbles améliore leur visibilité et réduit ainsi les risques de collision. L'usage complémentaire d'entretoises (voir figure 6) pour empêcher le contact entre les conducteurs les rend encore plus visibles. Ces deux techniques ne sont nécessaires que sur les lignes à haute tension (de 150 kV ou plus) ;
- 3) Les lignes à haute tension dont les câbles sont disposés en une nappe horizontale sont préférables à celles présentant une configuration verticale, qui agrandit la surface (verticale) de risque de collision pour les oiseaux. Renssen (1977) a suivi les effets de portiques abaissés près de Muiden aux Pays-Bas (voir figure 7). Sur ce site, les câbles conducteurs ont été disposés sur un plan horizontal, à environ 10 mètres du sol, ce qui réduit aussi la distance entre pylônes. Ces mesures ont réduit le nombre de victimes de collision de 0,51 oiseau/km/jour sur le tronçon témoin à 0,14 oiseau/km/jour sur les portiques abaissés ;
- 4) Le rapprochement et la combinaison de différentes lignes électriques sont conseillés lorsque plusieurs lignes traversent une même zone. Comme le réseau de câbles est ainsi confiné dans un espace plus réduit, il devient plus visible et les oiseaux n'ont besoin de s'élever et de redescendre qu'une seule fois pour survoler l'ensemble de ces structures (Thompson, 1978 cité par APPLIC, 1994). Dans tous les cas, la répartition des câbles sur un plan vertical doit être évitée le plus possible (Bevanger, 1994).



Figure 6. Lignes de transport à haute tension (de 380 kV) avec entretoises (indiquées par les flèches) pour séparer les câbles sous tension d'un même groupement. Le câble isolé et fin dans le coin en haut à gauche de la photo est le câble de garde qui est généralement positionné au dessus des câbles conducteurs sous tension. Dans le cas présent, il a été équipé de petites spirales (appelées « queues de cochon », voir encadré) pour le rendre plus visible par les oiseaux (Photo: Bureau Waardenburg).



Figure 7. Une ligne de 380 kV sur laquelle les câbles conducteurs sont abaissés et suspendus à des portiques en un seul plan horizontal pour réduire les risques de collision des Grands Cormorans (*Phalacrocorax carbo*), des Spatules blanches (*Platalea leucorodia*) et des Hérons pourprés (*Ardea purpurea*) qui survolent quotidiennement ce tronçon de ligne situé entre leurs colonies et leurs zones d'alimentation, Muiden, Pays-Bas (Photo: Bureau Waardenburg).

3.2.3 Tracé des lignes

Quatre éléments principaux sont essentiels pour le tracé des lignes : la proximité de zones riches en oiseaux, le type de végétation, la topographie et le dérangement (APLIC, 1994). Les informations ci-après ne sont que partiellement basées sur des recherches scientifiques. Elles proviennent en grande partie d'observations ponctuelles et de descriptions factuelles.

Proximité de zones riches en oiseaux

La proximité de zones où de nombreux oiseaux se nourrissent, se posent ou prennent leur envol, est un facteur important à prendre en considération lorsque l'on prévoit la mise en place d'une nouvelle ligne électrique. Les aires protégées, les zones humides et les zones agricoles peuvent attirer de nombreux oiseaux (souvent en fonction des saisons). Le tracé d'une ligne entre différentes zones intensément fréquentées par les oiseaux pour s'alimenter ou se reposer peut provoquer de nombreuses collisions en raison de la fréquence des passages quotidiens. Par exemple, Murphy *et al.* (2009) ont étudié les collisions de Grues du Canada (*Grus canadensis*) contre deux lignes de 69 kV proches d'un dortoir important sur la rivière Platte dans la partie centrale et sud du Nebraska. Chaque année, des dizaines de grues meurent de collision contre l'une des lignes. Les auteurs ont montré que la plupart des accidents se produisaient après le crépuscule, lorsque des groupes de plus de 1000 oiseaux s'envolaient soudainement de leur dortoir dans un rayon de 500 mètres autour des lignes. De plus, Koops & de Jong (1982) mentionnent la répartition irrégulière du nombre de victimes d'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*), de Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), de Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*), de Barge à queue noire (*Limosa limosa*), de Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*), de Mouette rieuse (*Larus ridibundus*) et d'Étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) sur les tronçons de ligne étudiés, en fonction de la localisation des zones de gagnage et de remise de ces espèces. Pour chacune de ces espèces, le nombre de victimes de collision augmente à proximité des principales zones de gagnage et de remise.

Hauteur de la végétation

La présence de végétation haute (végétation arborée) force les oiseaux à voler plus haut. Lorsque les câbles sont situés juste en dessous de la canopée, les arbres empêchent la plupart des oiseaux de rentrer en collision avec la ligne. Dans une étude menée au nord du Japon, Shimada (2001) a montré que lorsque les Oies rieuses (*Anser albifrons*) quittaient leurs zones de remises pour les zones de gagnage, la majorité des oiseaux empruntait un trajet indirect survolant les lignes électriques dans les bois plutôt qu'un trajet direct survolant les lignes dans les rizières. Autrement dit, les oies évitaient dans une certaine mesure de survoler les lignes électriques situées dans les rizières.

De plus, Bevanger & Brøseth (2004) ont montré en Norvège que la probabilité pour les tétraonidés d'entrer en collision avec les lignes dépendait de la hauteur des arbres, les peuplements d'arbres de petite taille étaient les plus dangereux.

Topographie

La topographie est le troisième facteur important qui doit être pris en compte. Certaines caractéristiques du paysage telles que les rivières, les rivages ou les vallées concentrent les oiseaux sur des couloirs de vol (Drewitt & Langston 2008). Le tracé des lignes électriques devrait de préférence être parallèle à ces éléments du paysage. Le positionnement d'une ligne perpendiculairement à des couloirs de vol majeurs peut induire un grand nombre de collisions. Cela est illustré par les résultats de Renssen (1977) qui a trouvé un taux de collision de 1,37 oiseau/km/ jour sur une ligne perpendiculaire à un couloir migratoire sur les rives du lac d'Ijssel aux Pays-Bas. Ce taux est trois fois supérieur au taux de 0,46 oiseau/km/jour mesuré sur une ligne située parallèlement à la même voie de migration. Selon Stumberger (2008), dans le cas de lignes électriques perpendiculaires à la vallée, la largeur de la voie et la hauteur de la végétation (en particulier les arbres) sur les rives du cours d'eau sont deux éléments micro-topographiques qui peuvent influencer le risque de collision. Les lignes traversant des rivières étroites bordées d'arbres plus hauts que les câbles sont moins dangereuses que celles traversant de larges cours d'eau car la plupart des oiseaux volent au dessus de la cime des arbres et traversent la vallée bien au dessus de la ligne.

Dérangement

Le positionnement d'une ligne électrique à proximité de zones où les oiseaux se concentrent en grand nombre peut générer un plus grand risque lorsque ces oiseaux sont régulièrement dérangés. La collision d'oiseaux dérangés ou pris de panique, tels que les oies et les groupes de limicoles prenant leur envol près d'une ligne électrique a fréquemment été observée. Par exemple, Hartman *et al.* (2010) mentionnent un groupe d'environ 90 oies qui se nourrissait à proximité d'une ligne de 150 kV et qui a été dérangé par un petit avion volant à basse altitude. Le groupe d'oies a paniqué et volé directement dans la ligne, ce qui a entraîné la collision contre les câbles et la chute au sol d'une Oie rieuse et d'une Oie cendrée (*Anser anser*). De même, Heijnis (1976) a observé l'envol de sept Canards souchets (*Anas clypeata*) dérangés par un exploitant agricole et la collision de l'un d'entre eux sur un câble.

3.2.4 Vulnérabilité des oiseaux vis-à-vis des collisions

Les taux de collision contre les lignes électriques diffèrent en fonction des espèces. La vulnérabilité générale d'une espèce vis-à-vis des collisions est définie par la combinaison de son exposition à ce risque et de sa vulnérabilité spécifique vis-à-vis de ce risque (Jenkins *et al.*, 2010). L'exposition au risque dépend du temps passé en vol, de la hauteur à laquelle l'espèce vole généralement et de la localisation des zones de remise et de gagnage par rapport à la ligne électrique. La vulnérabilité spécifique est influencée par des facteurs biologiques décrits dans les paragraphes suivants.

3.2.4.1 Morphologie

Plusieurs caractéristiques morphologiques sont connues pour augmenter la vulnérabilité d'une espèce vis-à-vis des collisions. La plupart d'entre elles sont liées et influencent les performances de vol de l'oiseau. Les espèces régulièrement victimes de collision ont souvent de faibles capacités de vol selon la classification de Rayner (1988) (cité par Bevanger, 1998). Ces espèces comprennent par exemple les rallidés et les tétraonidés. Elles sont caractérisées par un vol rapide et la combinaison d'un corps lourd avec de petites ailes, ce qui réduit visiblement la promptitude des réactions face à un obstacle inattendu (Bevanger, 1998). Mis à part la classification de Rayner, il a été souvent observé que les oiseaux de grande taille, qui manœuvrent moins facilement, tels que les hérons, les grues, les cygnes et les pélicans, sont vulnérables vis-à-vis des collisions (APLIC, 1994 ; Manville, 2005). Janss (2000) a étudié spécifiquement la mortalité aviaire sur les lignes électriques par une approche morphologique, en analysant la composition locale de la communauté d'oiseaux et les collisions avec trois différents tronçons de lignes en Estrémadure, au centre-ouest de l'Espagne. Les résultats ont montré que les oiseaux grands et lourds avec une forte charge alaire (masse corporelle / surface portante de l'aile) et un faible allongement de l'aile (carré de l'envergure / surface de l'aile) semblent courir le plus fort risque. Parmi les espèces alors retrouvées mortes sous les lignes, certaines ont été classées comme vulnérables vis-à-vis des collisions (mais non des électrocutions) : Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), Gallinule poule-d'eau (*Gallinula chloropus*), Outarde barbue (*Otis tarda*), Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*) et Pigeon ramier (*Columba palumbus*).

3.2.4.2 Vision

La détectabilité des lignes par l'avifaune dépend de la visibilité des câbles ainsi que des caractéristiques de la vision des oiseaux (Martin, 2011). Contrairement aux humains, de nombreuses espèces ne possèdent pas de vision frontale à haute-résolution et utilisent leur vision latérale pour détecter les détails (Martin, 2011). De plus, les oiseaux ont tendance à regarder vers le bas lorsqu'ils volent (par ex. pour détecter leurs congénères ou rechercher de la nourriture). Pour certaines espèces, la direction dans laquelle ils se dirigent se retrouve ainsi entièrement dans un angle mort spécifique appelé zone aveugle (Martin & Shaw, 2010 ; Martin, 2011). Il a été récemment montré que chez l'Outarde kori (*Ardeotis kori*) et la Grue de paradis (*Anthropoides paradisea*), deux espèces vulnérables aux collisions en Afrique australe, il existe une vaste zone aveugle au dessus de leur tête. Celle-ci les rend incapables de voir les objets situés devant elles lorsqu'elles volent en inclinant la tête vers le bas de seulement 25 à 35° (Martin & Shaw, 2010). Ce manque de vision supérieure pourrait également expliquer pourquoi certaines espèces percutent le câble de garde, généralement situé au dessus des câbles conducteurs, lorsqu'elles tentent d'éviter la collision avec ces derniers. La vision du câble de garde s'efface peut-être simplement dans leur zone aveugle. De plus, le champ de vision

binoculaire (zone vue simultanément par les deux yeux) de certaines espèces est très étroit ($\pm 5^\circ$) dans la direction du vol, ce qui est le cas des canards se nourrissant en filtrant ou des limicoles se nourrissant par sondages tactiles. Cette caractéristique pourrait aussi limiter la perception des obstacles aériens. Toutefois, il faut garder à l'esprit que la vision binoculaire des oiseaux pourrait ne pas avoir de grande utilité pour le contrôle des déplacements par rapport aux objets distants (Martin & Shaw, 2010).

3.2.4.3 Comportement

Indépendamment de leur morphologie, le comportement des oiseaux influence largement leur vulnérabilité spécifique vis-à-vis des collisions. L'un des facteurs importants est la particularité de certains oiseaux tels que les canards, pigeons et étourneaux de voler en grands groupes. Cela augmente leur risque de percuter un obstacle, en particulier pour les individus volant à l'arrière du groupe. Le champ de vision de ces derniers étant obstrué par les oiseaux situés devant eux, ils distinguent les câbles trop tard pour les éviter. Un risque existe également lorsque les oiseaux sont distraits au point de ne pas remarquer les câbles aériens. C'est le cas lors des vols de parade de certains limicoles, lors de la poursuite de partenaires, en situation de compétition pour des proies et lorsque des prédateurs sont pourchassés.

Certaines espèces de limicoles telles que le Vanneau huppé, la Barge à queue noire et la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*), sont particulièrement connues pour leurs vols de parade. Si ces vols ont lieu à proximité d'une ligne électrique, il y a alors un fort risque de collision. Par exemple, en analysant les données de collision relevées au cours de 17 prospections sur des prairies hollandaises riches en limicoles nicheurs, Koops (1987) a trouvé que le maximum d'accidents avait lieu en avril. Cela correspond au début de la saison de reproduction avec un très grand nombre de vols de parade nuptiale.

Le Canard colvert est connu pour poursuivre ses partenaires en vol. Au printemps, des groupes de mâles sont souvent observés harcelant une seule femelle. L'objectif de ces oiseaux étant principalement de s'approprier la femelle, cela augmente leur risque de collision.

La poursuite de prédateurs est également dangereuse comme le montre l'exemple cité par Heijnis (1976) qui a observé un Vanneau huppé défendant son territoire contre un Goéland argenté (*Larus argentatus*), et heurtant un câble au cours de cette poursuite.

3.2.4.4 Oiseaux locaux et oiseaux en migration

Un facteur important contrôlant la vulnérabilité spécifique vis-à-vis des collisions est la hauteur de vol. Les vols migratoires ont généralement lieu en altitude, bien au dessus des lignes électriques. Ainsi, les oiseaux en migration courent un risque de collision plus faible que les oiseaux locaux qui se déplacent régulièrement entre les zones de remise et de gagnage en volant à la hauteur des lignes. Toutefois le risque augmente pour les oiseaux en migration lorsque les conditions météorologiques (précipitations, brouillard, fort vent contraire) les forcent à voler plus bas, en particulier la nuit. Cela vaut également pour les migrateurs faisant étape à proximité d'une ligne électrique. Ces individus sont moins habitués au paysage et à ses obstacles que les oiseaux locaux et cela augmente leur vulnérabilité. Heijnis (1976) a montré que la plupart des collisions de Râle d'eau (*Rallus aquaticus*) dans une région des Pays-Bas avaient lieu en octobre et novembre, époque à laquelle l'espèce migre à travers cette zone. Toutefois, les oiseaux locaux ont souvent plus d'interactions avec les lignes électriques dans leurs aires de nidification et/ou d'hivernage, lorsqu'ils se déplacent quotidiennement entre les sites de nidification, d'alimentation et de remise. Henderson *et al.* (1996) ont montré que les adultes de Sternes pierregarins (*Sterna hirundo*), qui effectuent de nombreux vols à la recherche de nourriture pour les poussins, sont plus vulnérables aux collisions pendant cette période de nourrissage car ils côtoient régulièrement les lignes électriques situées entre les nids et les principales zones de pêche.

3.2.4.5 Âge

L'influence de l'âge sur la vulnérabilité aux collisions semble dépendre des espèces. Plusieurs études ont montré que les juvéniles sans expérience se heurtaient plus souvent aux lignes électriques que les adultes. Par exemple, Renssen (1977) mentionne qu'en juin et juillet les collisions de Vanneau huppé et de Barge à queue noire concernaient principalement les jeunes de l'année. De plus, Mathiasson

(1993) a montré en Suède que 43,1% des Cygnes tuberculés (*Cygnus olor*) bagués victimes de collision étaient des juvéniles, ce qui correspond à une proportion plus forte que ce qui serait attendu au regard de la structure de la population. Selon Rose & Baillie (1989, référence citée par APLIC, 1994), les Hérons cendrés (*Ardea cinerea*) étaient davantage susceptibles de se heurter aux lignes entre août et décembre, une période pendant laquelle les oiseaux de première année représentent plus de 70% de la mortalité enregistrée. Il existe néanmoins plusieurs études qui ne trouvent pas de différence dans les risques encourus par les adultes et les jeunes oiseaux (par ex. Koops & de Jong, 1982 ; APLIC, 1994).

3.2.4.6 Déplacements nocturnes ou déplacements diurnes

Généralement, il est admis que les espèces volant régulièrement de nuit ou au crépuscule sont davantage vulnérables vis-à-vis des collisions que les espèces se déplaçant de jour. La nuit, les lignes électriques sont moins visibles, ce qui augmente la probabilité d'accident pour les oiseaux qui volent à une hauteur critique tels que les canards allant vers leurs gagnages. En réalisant des prospections à différents moments de la journée sur une prairie dans un polder hollandais, Heijnis (1980) a trouvé que la plupart des collisions avaient lieu pendant la nuit (33% entre 23h00 et 04h00) ainsi qu'à l'aube et au crépuscule (23% entre 04h00 et 08h00 et 29% entre 18h00 et 23h00). Dans une étude réalisée sur la côte sud de l'Angleterre, Scott *et al.* (1972) ont principalement enregistré des collisions de migrateurs nocturnes (majoritairement des grives). Dans une étude en Allemagne menée par Hoerschelmann *et al.* (1988), 61% des collisions concernaient des espèces se déplaçant principalement la nuit. Au Nebraska, Murphy *et al.* (2009) ont installé des capteurs, appelés *Indicateurs d'impact aviaire* (Bird Strike Indicators) (voir figure 8), sur les fils d'une ligne électrique de 69 kV pour déterminer le nombre de collisions, principalement des Grues du Canada. Environ la moitié des collisions enregistrées ont eu lieu le soir et presque toutes les autres pendant la nuit.



Figure 8. Un Indicateur d'impact aviaire fixé à une ligne électrique. Ces équipements sont relativement petits et peuvent être attachés à un simple câble électrique pour enregistrer automatiquement les collisions des oiseaux grâce à la vibration du câble.

3.3 Espèces touchées et ampleur du problème

3.3.1 Espèces vulnérables vis-à-vis des collisions

Le risque de collision encouru par une espèce résulte de la combinaison de son niveau d'exposition à ce risque et de sa vulnérabilité spécifique. En conséquence, certaines espèces (ou groupes d'espèces) sont plus souvent touchées que d'autres. Les espèces impliquées diffèrent en fonction des lieux et des pays mais aussi selon les sites d'un même pays. Malheureusement, la pression de recherche varie aussi d'une région ou d'un pays à l'autre et les données sont insuffisantes pour évaluer la vulnérabilité spécifique de nombreuses espèces. Les informations disponibles fournissent toutefois un aperçu

intéressant sur ces variations de vulnérabilité. L'annexe 3 présente une synthèse des principaux groupes d'espèces concernés par les collisions et donne une indication de l'impact de cette mortalité sur les populations.

La plupart des espèces vulnérables vis-à-vis des collisions présentent une ou plusieurs caractéristiques morphologiques générales connues pour renforcer cette sensibilité, comme une grande taille, une masse corporelle élevée et une faible capacité de manœuvre en vol. Le paragraphe 3.4 donne des exemples de collisions pour certains groupes d'espèces et présente des différences régionales à l'intérieur de la voie de migration d'Afrique-Eurasie.

Certains groupes d'espèces tels que les rapaces, semblent peu vulnérables aux collisions. Toutefois ce groupe est particulièrement touché par les électrocutions (voir chapitre 2). En général, peu de collisions de corvidés et de petits passereaux sont enregistrées. Pour ces derniers, cela pourrait venir de la difficulté à trouver leurs cadavres et de la disparition rapide des carcasses du fait des charognards (Ponce *et al.*, 2010).

3.3.2 Ampleur du problème

Idéalement, ce paragraphe devrait présenter des éléments chiffrés précis concernant le nombre d'oiseaux victimes chaque année de collision contre les lignes électriques à l'échelle nationale ou mondiale. Toutefois, plusieurs facteurs limitent l'utilisation des données publiées à ce jour.

Tout d'abord, les études quantitatives de qualité, qui pourraient être utilisées pour extrapoler le nombre de collisions par kilomètre et par an à l'échelle nationale (ou plus largement), sont rares. La plupart d'entre-elles se sont focalisées sur des zones où les taux de collision attendus étaient élevés en raison de facteurs tels que l'abondance locale d'espèces vulnérables vis-à-vis de ce risque, la présence d'une ligne entre des sites de gagnage et de remise ou traversant un couloir de migration majeur. En conséquence, l'extrapolation de ce type de données à une échelle plus large mènerait à une forte surestimation du nombre d'oiseaux tués chaque année par collision.

D'autre part, plusieurs facteurs mènent à une sous-estimation du nombre total de victimes lors des prospections. Parmi les éléments responsables de biais, on trouve le prélèvement des carcasses par les charognards, la variabilité de l'efficacité des recherches selon l'expérience des observateurs et la dispersion des oiseaux blessés au delà de la zone de prospection. Dans certaines études, l'estimation du nombre de victimes/km/an inclut des corrections de ces biais. Toutefois, dans la plupart d'entre-elles au moins un des facteurs n'est pas pris en compte, ce qui mène à une sous-estimation des taux de collision.

Enfin, le nombre de victimes/km/an varie énormément selon les études, allant de quelques individus (un ou deux) à plusieurs centaines d'oiseaux (Drewitt & Langston 2008). L'information est souvent manquante ou insuffisante pour comprendre les grandes différences entre les résultats de ces études. Lorsque cela concerne un même pays ou une région, il n'est pas possible d'extrapoler les données à l'échelle nationale ou plus largement.

Malgré toutes ces difficultés, certains auteurs ont tenté d'estimer le nombre annuel de collisions à une échelle nationale (voir tableau 2). Ces nombres doivent être considérés comme des estimations brutes et être utilisés avec prudence. Néanmoins, ils constituent les seules données quantitatives disponibles pour comprendre l'impact global des collisions des oiseaux sur les lignes électriques.

Tableau 2. Estimations du nombre annuel de victimes de collision contre les lignes aériennes de transport d'énergie électrique (sans compter les lignes de distribution) dans trois pays. En raison des limites de méthode exposées ci-dessus, ces estimations doivent être considérées avec précaution.

Pays	Estimation du nombre annuel de victimes de collision	Source
Pays-Bas	750 000 – 1 000 000	Renssen, 1977 ; Koops, 1987
Allemagne	30 000 000	Hoerschelmann <i>et al.</i> , 1988
États-Unis	130 000 000	Erickson <i>et al.</i> , 2005

Aux Pays-Bas, Renssen (1977) et Koops (1987) ont calculé que 75 000 à 1 000 000 d'oiseaux meurent chaque année de collisions. En Allemagne, Hoerschelmann *et al.* (1988) ont extrapolé à l'échelle nationale le nombre de victimes trouvées dans le cadre d'une étude près de la rivière Elbe et sont arrivés à une estimation de 30 millions d'oiseaux victimes de collision avec les lignes à haute tension chaque année (sans compter les lignes de distribution). Pour les États-Unis, Erickson *et al.* (2005) ont évalué la mortalité aviaire annuelle ayant des origines anthropiques. En se basant sur l'étude de Koops (1987), ils ont estimé pour le pays un total annuel de 130 millions de victimes de collision (en excluant les lignes de distribution).

Pour mettre ces résultats en perspective, il est nécessaire de comparer l'ampleur de cette mortalité aux autres types de mortalité aviaire d'origine anthropique ainsi qu'à la mortalité naturelle. Erickson *et al.* (2005) ont estimé l'importance relative de plusieurs causes anthropiques telles que les collisions avec des édifices, les lignes électriques, la circulation routière, les tours de communication, les avions et d'autres menaces telles que les chats, les pesticides et les marées noires (voir tableau 3). Aux États-Unis, les collisions avec les lignes électriques arrivent en deuxième position des causes de mortalité aviaire d'origine anthropique, après les collisions contre les édifices et baies vitrées. APLIC (2006) présente un classement comparable mais avec une estimation de 174 millions de victimes de collision pour ce pays. Ces résultats confirment que les collisions touchent chaque année aux États-Unis beaucoup plus d'oiseaux que les électrocutions (des milliers d'oiseaux par an).

Peu d'études réalisent à l'échelle des espèces des comparaisons de la mortalité liée aux collisions par rapport à celle provoquée par d'autres causes anthropiques. Bevanger (1995) a estimé qu'en Norvège 20 000 Grands Tétras (*Tetrao urogallus*), 26 000 Tétras lyres (*Tetrao tetrix*) et 50 000 Lagopèdes des saules (*Lagopus lagopus*) meurent chaque année de collisions contre les lignes électriques, ce qui représente respectivement pour ces espèces 90%, 47% et 9% du nombre d'oiseaux tués chaque année à la chasse (en comparaison, 22 200 Grands Tétras sont tués à la chasse chaque année). Cela est préoccupant car il est évident que la chasse à elle seule constitue une mortalité additionnelle s'ajoutant à la mortalité naturelle des tétraonidés (Bergerud 1985 référence citée par Drewitt & Langston, 2008).

Tableau 3. Mortalité aviaire annuelle estimée aux États-Unis (extrait de Erickson *et al.*, 2005).

Sources de mortalité	Estimation de la mortalité annuelle
Édifices (incluant les collisions avec des fenêtres et baies vitrées)	550 000 000
Lignes électriques	130 000 000
Chats	100 000 000
Automobiles	80 000 000
Pesticides	67 000 000
Tours de communication	4 500 000
Éoliennes	28 500
Avions	25 000
Autres sources (déversements et fuites de pétrole, prises accessoires lors de pêches, etc.)	Non calculé

3.3.3 Effets sur les populations

Pour pouvoir juger des effets possibles des collisions sur une population (locale, régionale, nationale ou globale), il est nécessaire de connaître la part de celle-ci touchée chaque année par les collisions. Il faudrait également connaître la capacité de cette population à compenser ces pertes (y compris celles provenant d'autres facteurs de mortalité). De telles informations n'étant pas disponibles, les effets des collisions sur les populations d'oiseaux sont peu connus. On peut s'attendre à ce qu'ils soient plus importants pour les espèces longévives ayant une stratégie de reproduction lente et commençant à se reproduire seulement dans leur deuxième ou troisième année, ou même plus tard. Ces espèces se reproduisent plus longtemps que les espèces à courte durée de vie, mais leur taux de reproduction ne peut pas augmenter suffisamment pour compenser une mortalité additionnelle (Winkelman *et al.*, 2008).

Plusieurs auteurs estiment qu'à elle seule, la mortalité liée aux lignes électriques ne peut pas influencer négativement les populations d'oiseaux à l'échelle nationale (Koops, 1987 ; Drewitt & Langston, 2008). Toutefois, en s'ajoutant à d'autres facteurs d'origine anthropique, elle peut devenir préoccupante. Les collisions jouent probablement un rôle significatif, par exemple dans le déclin des populations de plusieurs espèces de grues, outardes et rapaces diurnes (Jenkins *et al.*, 2010). De plus, elles auraient des effets significatifs sur des populations locales d'espèces (en danger), en particulier les populations de petite taille. En considérant les taux de collision relevés pour la Grue de paradis et l'Outarde de Ludwig (*Neotus ludwigii*) dans une zone représentative de l'est du Karoo, cette mortalité pourrait affecter significativement la population totale de ces deux espèces menacées si les taux relevés s'appliquent également au-delà de cette région (Jenkins *et al.*, 2010).

Il existe au moins un cas où les collisions ont causé une mortalité significative d'une espèce globalement menacée et en déclin. Au moins 49 Pélicans frisés (*Pelecanus crispus*) en ont été victimes au nord de la Grèce sur un site majeur d'hivernage de l'espèce. La mortalité liée aux lignes électriques a été estimée à 2,4 à 3,5% du nombre total de couples de la zone. Les auteurs pensent que, combinée aux effets du braconnage, cette mortalité pourrait être responsable de la stagnation de la taille des colonies de reproduction du nord de la Grèce (Crivelli *et al.*, 1988).

3.3.4 Analyse par groupes d'espèces

Les groupes d'espèces susceptibles d'être affectés par les collisions avec des lignes électriques aériennes sont présentés ci-après. L'annexe 3 fournit également un aperçu des principaux groupes d'espèces touchés ainsi qu'une indication de la gravité de l'impact de cette mortalité sur les populations.

Oiseaux nicheurs coloniaux

D'après la synthèse pour les Pays-Bas présentée par Koops (1987), il semble évident qu'entre 1960 et 1985, presque toutes les espèces nicheuses coloniales ont été touchées par des collisions dans ce pays. Le risque de collision pour les espèces de **cormorans** semble relativement faible et Koops (1987) ne mentionne dans les victimes qu'un nombre très réduit de Grands Cormorans (*Phalacrocorax carbo*).

Les Hérons sont régulièrement victimes de collision et font ainsi partie d'un groupe d'espèces de vulnérabilité moyenne. Deux espèces particulièrement touchées en Europe de l'Ouest sont le Héron pourpré (*Ardea purpurea*) et le Héron cendré, les jeunes oiseaux se montrant plus vulnérables que les adultes (Osieck & de Miranda, 1972 ; Rose & Baillie 1989 référence citée par APLIC, 1994). Entre 1960 et 1985, les nombres d'individus touchés étaient équivalents pour les deux espèces alors que le Héron pourpré était dix fois plus rare que le Héron cendré (Koops, 1987). La plupart des Hérons pourprés victimes de collision ont été trouvés pendant une étude portant sur une ligne électrique située au sud d'une colonie à Het Naardermeer aux Pays-Bas. En trois ans, 36 oiseaux ont été trouvés morts sous environ 2,7 kilomètres de ligne électrique. Les hérons de cette colonie survolaient la ligne pour rejoindre leurs zones de gagnage (Osieck & de Miranda, 1972). En Allemagne, Gutschmiedl & Troschke (1997) ont étudié les effets d'une nouvelle ligne de 110 kV située à 500 mètres d'une

colonie de Hérons cendrés. Les résultats n'ont pas montré d'effets négatifs de la ligne sur la colonie. Aucune collision ni aucune victime n'ont été observées pendant la saison de reproduction.

La **Spatule blanche** (*Platalea leucorodia*) est régulièrement victime de collision. Koops (1987) fait état de 17 individus trouvés sous des lignes électriques au Pays-Bas entre 1960 et 1985. Selon les données du Centre néerlandais pour la migration et la démographie de l'avifaune (Dutch Centre for Avian Migration & Demography), sur 57 spatules baguées dont l'origine de la mort était connue, 14% ont péri suite à une collision. Ces informations sont préoccupantes en raison de la rareté de l'espèce (à l'échelle locale). Dans le plan d'action pour la conservation de la Spatule blanche (AEWA, 2008), les collisions avec les lignes électriques sont considérées comme des menaces de faible à moyenne importance pour les migrateurs et les nicheurs (en particulier dans les zones humides proches de zones industrielles). Une menace de faible importance est définie comme un facteur causant ou susceptible de causer des fluctuations de la population, et une menace d'importance moyenne est définie comme un facteur causant ou susceptible de causer un déclin relativement lent mais significatif (10 à 20% en 10 ans).

Les **pélicans** sont également victimes de collision. Dans le nord de la Grèce, par exemple, de nombreux Pélicans frisés ont été touchés (voir ci-dessus) et en Israël cela affecte chaque année des dizaines de Pélicans blancs (*Pelecanus onocrotalus*) pendant la migration d'automne.

En Europe du Sud, les **flamants** sont régulièrement victimes de collision. Dans le sud-est de la France, entre 1988 et 1993, 122 Flamants roses (*Phoenicopterus roseus*) sont morts en se heurtant à une ligne électrique à haute tension, ce qui constitue 14,1% du nombre total de victimes trouvées (Bayle, 1999). En Italie, Rubolini *et al.* (2005) signalent également le Flamant rose comme espèce hautement affectée par les collisions.

Cygnes, oies et canards

Presque toutes les espèces de cygnes, d'oies et de canards sont touchées par les collisions, mais il existe des différences entre les espèces ou groupes d'espèces. En général, les **cygnes** sont moyennement vulnérables. La plupart des informations proviennent du nord-ouest de l'Europe, où (en particulier au Royaume-Uni) des groupes relativement importants ont occasionnellement été touchés. Lors de deux printemps successifs, Frost (2008) a trouvé respectivement 21 puis neuf Cygnes tuberculés morts sous 1,5 kilomètre de ligne (APLIC, 2006). Des informations complémentaires proviennent de reprises d'oiseaux bagués et ces données sont inévitablement biaisées vers une mortalité d'origine anthropique ou ayant lieu autour des habitations (APLIC, 2006). Rees (2006) signale que 25% des Cygnes de Bewick (*Cygnus columbianus*) bagués au Royaume-Uni et dont la cause de mortalité est connue, sont morts de collisions contre des obstacles tels que les lignes électriques. En revanche, aux Pays-Bas, où environ 65% de la population européenne hiverne, l'espèce a très rarement été touchée par ce problème. Par exemple, une étude portant sur un polder néerlandais durant deux hivers ne fait état que de trois victimes sous un tronçon de quatre kilomètres de ligne électrique de 150 kV, alors que cette prairie est une zone de gagnage fréquentée par environ 200 Cygnes de Bewick pendant toute la période hivernale, (Hartman *et al.*, 2010).

Les **oies** sont des victimes régulières mais généralement en petits nombres. Koops (1987) mentionne six espèces d'oies affectées par ce problème entre 1960 et 1985 aux Pays-Bas : neuf Bernaches nonnettes (*Branta leucopsis*), deux Bernaches cravants (*Branta bernicla*), 25 Oies cendrées, 72 Oies rieuses, 11 Oies des moissons (*Anser fabalis*) et une Oie à bec court (*Anser brachyrhynchus*). En Allemagne, plusieurs études ont été axées spécifiquement sur les collisions d'oies. Ces études font état d'un nombre de victimes relativement faible. Haack (1997) a été témoin de 27 collisions d'Oies rieuses sur une période de trois ans dans le bas Niederrhein et Sudmann *et al.* (2000) en mentionnent 11 en un hiver près du Lac de Reeser. L'abondance relative des victimes est également faible dans les zones où de grands nombres d'oies hivernent. Par exemple, les oies représentent respectivement 3,8%, 4,5% et 0,3% des victimes trouvées par Hartman *et al.* (2010), Brauneis *et al.* (2003) et Hoerschelmann *et al.* (1988).

En comparaison avec les cygnes et les oies, les **canards** sont plus souvent affectés et sont ainsi considérés comme un groupe d'espèces très vulnérable. Par exemple, sur les 320 victimes trouvées sur une prairie de polder néerlandais par Hartman *et al.* (2010), 28% étaient des canards, principalement des Canards colverts et Canards siffleurs (*Anas penelope*). Koops (1987) mentionne un total de 2251 canards victimes de collision aux Pays-Bas entre 1960 et 1985 (soit 14% du nombre total de victimes). Le Canard colvert est fréquemment noté dans les prospections réalisées en Europe et souvent en effectifs relativement forts (Beijersbergen, 1975 ; Hoerschelmann *et al.*, 1988 ; Janss & Ferrer, 1998 ; Marti, 1998 ; Rubolini *et al.*, 2005).

Rapaces diurnes et nocturnes

Comparativement à leur très forte vulnérabilité vis-à-vis des électrocutions, les **rapaces diurnes et nocturnes** sont rarement victimes de collision en Europe, peut-être grâce à leur bonne vision frontale. Des études approfondies et à long terme portant sur les collisions ont fait état de quelques cas de rapaces (un ou deux), mais il n'est pas fait mention de grands nombres de victimes (Hoerschelmann *et al.*, 1988 ; Alonso *et al.*, 1994 ; Bayle, 1999). Koops (1987) mentionne 42 rapaces trouvés aux Pays-Bas entre 1960 et 1985, parmi lesquels 32 Faucons crécerelles (*Falco tinnunculus*) ainsi que plusieurs Busards des roseaux (*Circus aeruginosus*), Buses variables (*Buteo buteo*) et Éperviers d'Europe (*Accipiter nisus*). Au total, 16 rapaces nocturnes ont également été trouvés dont 13 Hiboux moyen-duc (*Asio otus*).

Dans le sud de la France (Plaine de la Crau et environs) entre 1988 et 1993, seulement deux espèces de rapaces ont été trouvées mortes (Épervier d'Europe et Hibou moyen-duc sur les 865 victimes de collision contre des lignes de distribution à haute tension (Bayle, 1999). Dans les Pyrénées espagnoles et françaises, 18 Gypaètes barbus (*Gypaetus barbatus*) sont morts électrocutés (33,3 %) et de collision (66,7 %) entre 1979 et 2008, ce qui constitue la troisième cause de mortalité non naturelle pour ces espèces (Margalida *et al.*, 2008).

En Afrique également, le nombre de rapaces victimes de collision est bien inférieur à celui d'électrocution (voir figures 3, 9 et 10 pour les mêmes espèces de rapaces).

Rallidés

Les rallidés sont mentionnés comme victimes de collision dans toutes les études portant sur le sujet en Europe. Leur faible capacité de vol, leurs migrations nocturnes et leur faible altitude de vol les rendent très vulnérables vis-à-vis de ce danger. Osieck & de Miranda (1972) mentionnent de grands nombres d'individus tués aux Pays-Bas lors de mouvements migratoires déclenchés par des périodes de gel. La Foulque macroule (*Fulica atra*), la Gallinule poule-d'eau et le Râle d'eau sont fréquemment mentionnés dans les études menées en Europe, les victimes se comptant souvent par douzaines (Scott *et al.*, 1972 ; Hoerschelmann *et al.*, 1988 ; Hartman *et al.*, 2010). Le Râle des genêts (*Crex crex*) est occasionnellement noté mais toujours en faible effectif, ce qui reflète son statut d'extrême rareté (Scott *et al.*, 1972 ; Koops, 1987 ; Hoerschelmann *et al.*, 1988).

Grues & cigognes

Dans une grande partie du monde et en particulier dans le sud de l'Europe, en Afrique, en Asie et aux États-Unis, les **grues** sont connues pour être très vulnérables vis-à-vis des collisions contre les lignes électriques. Par exemple, lors d'études menées en Espagne, Janss & Ferrer (1998) ont trouvé 13 Grues cendrées (*Grus grus*), Janss (2000) huit et Alonso *et al.* (1994) sept, ce qui représente respectivement 8,7%, 15,4% et 6,5% du nombre total de victimes enregistrées. Aux États-Unis, Faanes (1987) a trouvé 62 Grues du Canada sous des lignes, ce qui porte l'espèce au troisième rang des oiseaux les plus touchés après les cygnes, oies et canards et les laridés. Une autre étude menée dans ce pays fait état de douzaines de Grues du Canada tuées chaque année par une ligne électrique de 69 kV près d'un dortoir majeur pour l'espèce (Murphy *et al.*, 2009). En Inde, Sundar & Choudhury (2005) ont étudié la mortalité de la Grue antigone (*Grus antigone*) en relation avec les lignes électriques et ont trouvé qu'environ 1% de la population totale était annuellement victime de tels accidents. En Afrique du Sud, Shaw *et al.* (2010) ont estimé qu'environ 12% (5 à 23%) de la population de Grue de paradis de l'Overberg dans la province du Cap-occidental pourraient être victimes de collision.

Les **cigognes** sont souvent trouvées en nombre sous les lignes électriques mais elles sont principalement victimes d'électrocution (Marti, 1998). Par exemple, Janss (2000) a trouvé 41

Cigognes blanches (*Ciconia ciconia*) sous 16 km de lignes, dont cinq d'entre-elles seulement étaient vraisemblablement mortes de collision. Une grande partie de ces accidents est liée à la disponibilité des ressources alimentaires. Garrido & Fernández-Cruz (2003) mentionnent que plus de 70% des collisions enregistrées ont eu lieu à moins d'un kilomètre d'une décharge publique.

Outardes

Les outardes constituent également un groupe d'espèces particulièrement vulnérable vis-à-vis des collisions. En Europe centrale, des cas peu nombreux concernant l'Outarde barbue ont été signalés (Reiter, 2000). En Ukraine, Andryushchenko *et al.* (2002) mentionnent 19 victimes pour la période 1992-2002. Ils ont également trouvé 11 Outardes barbues au cours d'un suivi sous une portion de 10 kilomètres de ligne pendant l'hiver 2001/2002 au sud de l'Ukraine et ont collecté trois autres mentions de victimes sous d'autres lignes de la zone. Watzke (2007) signale six cas dans la région de Saratov en Russie, dont cinq trouvés à côté d'une aire de parade.

Au sud de l'Europe et en Afrique, des cas relativement nombreux de collisions d'outardes ont été relevés. Par exemple, Alonso *et al.* (1994), Janss & Ferrer (1998) et Janss (2000) ont trouvé respectivement cinq, 26 et 10 Outardes canepetières ainsi que cinq, 23 et 13 Outardes barbues. Les outardes représentaient 27,5% des victimes trouvées dans ces trois études espagnoles. Au Portugal, Marques (2009) a compilé les données de plusieurs suivis de la mortalité des outardes liée aux lignes électriques. Ces résultats montrent que 143 outardes (58 Outardes barbues et 85 Outardes canepetières) ont trouvé la mort sur 202 kilomètres de neuf lignes différentes. Des informations récemment publiées montrent que les lignes de transport d'électricité sont évitées par les Outardes canepetières et constituent le principal facteur déterminant les densités d'oiseaux nicheurs dans les habitats favorables à l'espèce (Silva, 2010 ; Silva *et al.*, 2010). L'Outarde barbue est classée comme espèce « Vulnérable » (VU) sur la liste rouge de l'UICN et l'Outarde canepetière comme « Quasi menacée » (NT), ce qui signifie que le grand nombre de victimes de ces espèces est préoccupant.

Jenkins *et al.* (*in press*) ont commencé à étudier l'Outarde de Ludwig (*Neotis ludwigii*), une espèce quasi endémique de l'Afrique australe, très vulnérable vis-à-vis des collisions. Celle-ci a été reclassée en 2010 sur la liste rouge de l'UICN comme espèce « En danger » (EN) sur la base du déclin anticipé de la population induit par cette mortalité. Les premiers résultats montrent que 11 à 15% de la population pourraient succomber chaque année des collisions contre les lignes de transport à haute tension. Shaw (référence citée par Barrientos *et al.*, 2011) a estimé en 2009 qu'en Afrique du Sud, 30% des Outardes de Denham (*Neotis denhami*) mourraient de collisions chaque année.

Limicoles

Les limicoles sont relativement bien représentés dans la plupart des études portant sur les collisions, indiquant qu'un certain nombre d'espèces sont très vulnérables vis-à-vis de cette menace. Par exemple, ils représentent respectivement 22,2%, 19,1% et 24,3% des victimes trouvées par Hartman *et al.* (2010), Hoerschelmann *et al.* (1988) et Alonso *et al.* (1994) ainsi que 33% de toutes les victimes enregistrées aux Pays-Bas entre 1960 et 1985 (Koops 1987). En revanche, Scott *et al.* (1972) n'ont trouvé que 12 limicoles parmi les 1285 victimes de collision notées dans une étude sur les côtes anglaises.

La diversité des espèces trouvées dans une même étude peut être relativement forte mais une ou deux espèces dominant généralement les effectifs. En Europe du Sud et de l'Ouest, le Vanneau huppé est le limicole le plus cité (Hoerschelmann *et al.*, 1988 ; Alonso *et al.*, 1994 ; Janss & Ferrer 1998 ; Marques *et al.* 2008 ; Hartman *et al.*, 2010), suivi d'effectifs plus faibles pour le Courlis cendré, le Pluvier doré et la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*). Selon la synthèse de Koops (1987), le Vanneau huppé était la victime la plus touchée au Pays-Bas entre 1960 et 1985 (1743 individus). Cet auteur mentionne également 891 Barges à queue noire, oiseau ayant aujourd'hui le statut d'espèce « Quasi-menacée » (NT) sur la Liste Rouge de l'UICN, 393 Combattants variés (*Philomachus pugnax*) et 381 Bécassines des marais. La plupart de ces espèces sont aujourd'hui des oiseaux nicheurs rares aux Pays-Bas et beaucoup moins communs en migration qu'entre les années 60 et 80. Ainsi des données actuelles de collision seraient considérées très différemment, toutefois il n'y a pas de mentions récentes pour ces espèces.

Mouettes, goélands, sternes et guifettes

Les **mouettes** et les **goélands** sont très vulnérables vis-à-vis des collisions et les victimes sont souvent trouvées en nombres importants, peut-être parce que ces oiseaux passent beaucoup de temps en vol, y compris par grand vent et souvent en groupes denses. Ils représentent respectivement 5,5%, 5%, 10,6%, 14,5% et 23% des victimes trouvées par Hoerschelmann *et al.* (1988), Hartman *et al.* (2010), Scott *et al.* (1972), Marti (1998) et Faanes (1987), et même 61,6% (soit plus de 530 mouettes, goélands et sternes) des cas notés par Bayle (1999) dans le sud-est de la France. Koops (1987) mentionne 1629 mouettes et goélands morts de collision aux Pays-Bas entre 1960 et 1985. L'espèce la plus communément citée en Europe de l'Ouest continentale est la Mouette rieuse, mais presque toutes les espèces de laridés localement communes ont été mentionnées.

Comparativement aux mouettes et goélands, les **sternes et guifettes** semblent moins vulnérables vis-à-vis des collisions. Hoerschelmann *et al.* 1988 n'ont trouvé qu'une sterne (*Sterna spp.*) et Koops (1987) ne signale que 13 Guifettes noires (*Chlidonias niger*), 27 Sternes pierregarins et deux autres sternes aux Pays-Bas entre 1960 et 1985. Janss & Ferrer (1998) mentionnent 15 Guifettes noires tuées en même temps au même endroit sans que la cause de cet accident notable ne soit connue.

Migrateurs nocturnes

Les migrateurs nocturnes courent de forts risques de collisions par mauvais temps, lorsqu'ils sont forcés de voler à basse altitude et que s'ajoute alors la difficulté de voir les lignes électriques dans l'obscurité (voir aussi les paragraphes 3.1.4 et 3.1.6). Dans plusieurs études portant sur des lignes électriques traversant des couloirs de migration, les victimes trouvées comptaient de nombreux migrateurs nocturnes. Par exemple, Scott *et al.* (1972) en ont noté un grand nombre, dont des rallidés, des **grives** et des **fauvettes**, sur la côte sud de l'Angleterre où d'importants effectifs de migrateurs atteignent ou quittent le pays. Les grives représentaient 16,7% de toutes les victimes trouvées pendant cette étude. De même, Marti (1998) et Hoerschelmann *et al.* (1988) mentionnent les grives pour respectivement 21,8% et 17,6% des victimes de collision. Dans une étude menée au Danemark par Andersen-Harild & Bloch (1973), 40% des oiseaux trouvés étaient des migrateurs nocturnes. Ces pourcentages incluent certains groupes d'espèces mentionnés précédemment tels que les canards et les rallidés, pour lesquels il n'est pas toujours possible de distinguer les oiseaux locaux des oiseaux en migration. Le nombre de victimes parmi les petits passereaux tels que les fauvettes est peut-être sous-estimé car les cadavres de ces oiseaux sont souvent difficiles à détecter lors des inspections et sont rapidement prélevés par les charognards (Ponce *et al.*, 2010).

3.4 Synthèse régionale sur les collisions

La quantité d'information disponible diffère largement entre les pays ou les régions. Dans certains pays, le problème des collisions d'oiseaux contre les lignes électriques a fait l'objet d'études approfondies (voir annexe 2). Toutefois, dans la plupart des pays, l'ampleur et la nature du problème restent inconnus.

Le paragraphe 2.4 décrit les difficultés d'interprétation et de comparaison des résultats des études sur l'électrocution des oiseaux. Cela vaut également pour les études concernant les collisions. Malgré ces difficultés, il est tout de même intéressant de synthétiser les données disponibles par région pour tenter d'identifier les zones critiques (potentielles) en ce qui concerne les collisions. Les connaissances régionales actuelles sont résumées ci-dessous, avec une attention particulière pour les taxons les plus vulnérables et les configurations électriques les plus dangereuses. La synthèse repose sur des articles soumis à comité de lecture, des études et rapports non publiés ainsi que sur les réponses au questionnaire envoyé en février 2011 dans la région Afrique-Eurasie à 175 Points focaux et/ou Points de contact du MdE sur les rapaces de la CMS (voir chapitre 1). Les paragraphes qui suivent présentent l'information pour les trois principales zones de la région Afrique-Eurasie : l'Europe, l'Asie et l'Afrique. En fonction de caractéristiques régionales, l'Europe a été scindée en cinq sous-régions : Europe de l'Ouest, du Nord, de l'Est, du Sud et Europe centrale, l'Afrique a quant à elle été divisée en Afrique du Nord, de l'Ouest, de l'Est, Afrique Centrale et Afrique Australe. Pour chaque (sous-) région les principaux habitats dans lesquels les collisions ont été constatées sont listés ainsi que les

espèces concernées. Lorsque cela est possible, pour chaque (sous-) région, une ou plusieurs études approfondies (à long terme ou concernant différents types d'habitats) sont mises en relief et les résultats complémentaires et/ou intéressants sont décrits. La liste bibliographique en fin de rapport donne un aperçu de l'ensemble des informations existantes.

3.4.1 Europe

3.4.1.1 Europe du Nord

La plupart de l'information disponible pour l'Europe du Nord provient de Norvège où différentes études ont porté sur les collisions des oiseaux avec les lignes électriques dans les forêts de bouleaux de basse altitude comprenant de petites tourbières (Bevanger, 1993 ; Bevanger, 1995 ; Bevanger & Brøseth, 2004). Dans ces études, les tétraonidés tels que le Lagopède des saules, le Tétrás lyre et le Grand Tétrás étaient souvent touchés par les collisions. Le grand nombre de victimes parmi les tétraonidés en Europe du nord s'explique probablement par une combinaison de facteurs tels que leur relative abondance à l'échelle locale et leur comportement (vols planés typiques en hiver et vols de parade au printemps). Parmi les études disponibles, celle de Bevanger & Broseth (2004) est la plus approfondie avec la prospection d'environ 4000 kilomètres de lignes sur une durée de six années. Elle a été réalisée dans des habitats subalpins dominés par une forêt boréale de bouleaux comprenant de petites tourbières. Près de 400 victimes de collision ont été enregistrées, dont environ 80% de lagopèdes (*Lagopus spp.*) qui sont considérés comme ayant de faibles capacités de vol (voir paragraphe 3.2.4.1). En moyenne, le taux minimum de collision de ce groupe d'espèces était de 5,3 oiseaux/km/an. Ces recherches ont montré que les accidents étaient plus fréquents lorsque la ligne électrique était entourée d'arbres de petite taille.

Pour l'Europe du Nord, il n'existe presque pas d'informations complémentaires (quantitatives) sur l'impact des collisions sur d'autres groupes d'espèces tels que les cygnes, canards, oies, limicoles, rapaces et passereaux. Les seules données quantitatives disponibles proviennent de Suède où Mathiasson (1993) a trouvé que 19 à 38% des Cygnes tuberculés bagués dans ce pays étaient morts de collision contre les lignes électriques. Le fait que toutes les autres études d'Europe du Nord portent sur les tétraonidés indique que ce problème touche particulièrement ces oiseaux dans certaines zones (forêts subalpine de bouleaux). Toutefois, dans d'autres milieux, les lignes peuvent être dangereuses pour d'autres groupes d'espèces tels que les oiseaux d'eau sur les zones côtières ou les migrateurs lorsque leurs vols sont canalisés par les vallées. Bevanger (1994) affirme que la fréquence des collisions devrait théoriquement augmenter avec la latitude en raison de la diminution des conditions lumineuses. Malheureusement, il n'existe pas de données disponibles pour étayer cette hypothèse.

En Finlande, une évaluation des risques de collision a été menée sur une partie du réseau de transport d'électricité (110-400 kV). Le classement des sites en fonction des risques encourus par les oiseaux montrait que 191 d'entre eux présentaient un risque (relativement) élevé. L'auteur recommande le marquage des câbles de ces lignes (Piironen, 1997).

Habitats	Espèces	Remarques
Forêts subalpines de bouleaux (comprenant de petites tourbières)	lagopèdes <i>spp.</i>	Dans certaines zones, la mortalité des lagopèdes par collision sur les câbles aériens est presque aussi forte voire supérieure à celle due à la chasse.

Résumé des informations sur les collisions principalement en Norvège (mais aussi applicables aux autres pays scandinaves). Documents utiles : Bevanger & Overskaug, 1998 ; Bevanger & Brøseth, 2001 ; Bevanger *et al.*, 2009.

3.4.1.2 Europe de l'Ouest

La majorité de l'information disponible en Europe de l'Ouest provient des Pays-Bas, du Royaume-Uni et d'Allemagne. Des recherches considérables ont été menées dans des zones agricoles et des zones humides et traitent souvent des deux milieux (Andersen-Harild & Block, 1973 ; Heijnis, 1976 ; Koops & de Jong, 1982 ; Hoerschelmann *et al.*, 1988). Deux de ces études ont été menées sur des zones côtières (Scott *et al.*, 1972 ; Beijersbergen, 1975). Il est à noter que les espèces et groupes

d'espèces particulièrement touchés par les collisions dans ces milieux sont les mêmes dans les différentes études. Les plus communément rencontrés sont les canards, les limicoles, les rallidés, les mouettes et goélands, les pigeons ainsi que les passereaux (principalement des étourneaux et des grives). Sur les zones côtières, la présence ou l'absence de couloirs de migration influencent largement la diversité des espèces touchées et le nombre de victimes (Scott *et al.* 1972).

Pour illustrer le problème en Europe de l'Ouest, trois études approfondies sont présentées en détail. Elles proviennent des Pays-Bas (Koops 1987), d'Allemagne (Hoerschelmann *et al.*, 1988) et du Royaume-Uni (Scott *et al.*, 1972).

Koops (1987) a analysé toutes les études quantitatives néerlandaises concernant le sujet de 1960 à 1985 et a présenté un aperçu global des espèces concernées. Il fait état des mêmes groupes d'espèces vulnérables que celles trouvées dans les autres études de la sous-région, tels que les limicoles, les canards, les rallidés, les mouettes et goélands, les pigeons ainsi que les grands passereaux. Les cinq espèces les plus touchées (à l'exclusion du Pigeon domestique (*Columba livia f. domestica*)) sont le Vanneau huppé, l'Étourneau sansonnet, la Foulque macroule, le Canard colvert et la Mouette rieuse. Certaines espèces rares à l'échelle nationale sont également mentionnées relativement souvent : Héron pourpré, Spatule blanche, Sarcelle d'été (*Anas querquedula*), Combattant varié, Barge à queue noire et Bécassine des marais. Malgré leur présence régulière à proximité des lignes électriques, d'autres espèces ou groupes d'espèces sont rarement touchés. Il s'agit par exemple du Grand Cormoran, des corvidés et des rapaces. Le nombre de petits passereaux parmi les victimes est faible, ce qui pourrait en partie venir du fait qu'ils passent facilement inaperçus lors des prospections et que les charognards font très rapidement (et complètement) disparaître leurs cadavres (Ponce *et al.*, 2010). En intégrant l'ensemble des données des différentes études, Koops (1987) a calculé un taux de collision moyen aux Pays-Bas de 113 ± 58 oiseaux/km/an.

Hoerschelmann *et al.* (1988) ont mené une étude approfondie en Allemagne sur les collisions provoquées par une ligne à haute tension traversant une zone agricole classée en zone humide et située près de l'Elbe. Les prospections le long de 4,5 kilomètres de ligne ont été menées pendant quatre périodes de migration. Les victimes étaient principalement des canards, des rallidés (en particulier la Foulque macroule), des limicoles, des mouettes et goélands, des pigeons ainsi que des passereaux (dont de nombreuses grives). Les cinq espèces les plus touchées étaient le Vanneau huppé, le Pigeon domestique, le Pigeon ramier, l'Étourneau sansonnet et le Canard colvert. Les auteurs ont calculé un taux de collision minimum de 390 oiseaux/km/an. Ce résultat est nettement supérieur à celui de Koops (1987) pour les Pays-Bas, ce qui peut s'expliquer par des différences entre les zones étudiées (plusieurs sites aux Pays-Bas / une petite zone d'étude dans une vallée riche en oiseaux en Allemagne), les périodes de prospection, les espèces concernées et éventuellement les protocoles d'étude.

L'étude la plus approfondie et la plus citée pour les zones côtières d'Europe de l'Ouest est celle de Scott *et al.* (1972). Les auteurs ont recherché les victimes de collision pendant six ans sous 2,1 kilomètres d'une ligne de 400 kV à Dungenes au Royaume-Uni. Ils ont trouvé de nombreux migrateurs nocturnes comme des rallidés (principalement Gallinule poule-d'eau, Foulque macroule et Râle d'eau), des grives et des fauvettes, ces dernières reflétant l'importance du site comme haut lieu de migration. Ils ont également noté beaucoup d'Étourneaux sansonnets, de pigeons, de mouettes et de goélands. Les victimes les plus fréquentes étaient l'Étourneau sansonnet, la Grive musicienne (*Turdus philomelos*), la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*), la Grive mauvis (*Turdus iliacus*), le Merle noir (*Turdus merula*), le Goéland marin (*Larus marinus*) et le Pigeon ramier. En comparaison avec les zones agricoles, les collisions touchaient particulièrement les espèces migratrices entrant ou sortant du pays sur ce site de la côte anglaise traversé par une ligne électrique perpendiculaire à la voie de migration.

Il existe également un nombre conséquent d'informations sur les effectifs de cygnes victimes de collision au Royaume-Uni. Malheureusement, la plupart de ces données consistent en de courtes références à des recherches qualitatives non disponibles. Par exemple, il est fait référence dans APLIC (1994) à l'étude de Beer & Ogilvie (1972) mentionnant une mortalité de 30% de la population de

Cygne tuberculé du Kent en deux mois sur 400 mètres de lignes électriques. En analysant les données de baguage, Rose & Baillie (1989, référence citée dans Tucker *et al.*, 2008) ont constaté que le Cygne tuberculé était une des espèces du Royaume-Uni les plus vulnérables vis-à-vis des lignes électriques. Frost (2008) a trouvé au cours de deux printemps, 21 puis neuf individus sous une ligne à haute tension à Abberton Reservoir, dans le comté de l'Essex en Angleterre. Robinson *et al.* (2004) affirment que les causes principales de mortalité du Cygne chanteur (*Cygnus cygnus*) en Angleterre et en Irlande sont les accidents en vol. Se pose toutefois la question de savoir si les cygnes sont réellement très vulnérables vis-à-vis des collisions au Royaume-Uni ou s'ils font l'objet d'une attention particulière car ils sont faciles à détecter et à étudier.

Habitats	Espèces	Remarques
Eau libre	Cygnes (Cygne tuberculé et Cygne de Bewick)	Plusieurs études menées au Royaume-Uni témoignent de pertes relativement importantes dues aux collisions.
Zones agricoles / zones humides	Cygnes, oies et canards (surtout les canards), limicoles (espèces fréquentant les prairies), rallidés, laridés, pigeons et grands passereaux (principalement Étourneau sansonnet et grives)	Beaucoup d'études concernent les deux habitats et montrent que les victimes de collision y sont nettement comparables.
Zones côtières / zones humides	Limicoles (espèces fréquentant les rivages), laridés, canards, rallidés, pigeons et passereaux (migrateurs nocturnes)	Les espèces et groupes d'espèces touchés appartiennent aux populations locales et aux migrants lorsqu'il y a des voies de migration, ce qui est souvent le cas sur les zones côtières.

Résumé des informations sur les collisions aux Pays-Bas, en Allemagne, au Royaume-Uni et au Danemark. Documents utiles : Anonymus *ca.* 1970 ; Heijnis, 1980; Brauneis *et al.*, 2003 ; Vlas & Butter, 2003 ; Bernshausen & Kreuziger, 2009 ; Hartman *et al.*, 2010.

3.4.1.3 Europe centrale et Europe de l'Est

La quantité d'information relative aux collisions en Europe centrale et de l'Est est très limitée. Seules quelques données sont disponibles pour un nombre réduit de pays alors que l'ampleur et la nature du problème est toujours inconnue pour la plupart des autres pays. Il y a deux études disponibles dans lesquelles les habitats et les espèces sont spécifiées, une pour la Suisse (Marti, 1998) et une pour la Bulgarie (Gerdzhikov & Demerdzhiev, 2009).

Marti (1998) a étudié pendant trois périodes de deux mois les collisions d'oiseaux le long de deux lignes (environ 1,5 km) dans une zone agricole proche d'une zone humide. Les victimes étaient principalement des canards, des laridés et des grives. Les quatre espèces les plus communes étaient le Merle noir, la Grive musicienne, les laridés (*Larus spp.*) et le Canard colvert. L'auteur a calculé un taux de collision de 292 oiseaux/km/an pour la ligne de 60 kV et de 328 oiseaux/km/an pour la ligne de 125 kV. Gerdzhikov & Demerdzhiev (2009) ont étudié pendant 15 mois la mortalité due aux collisions et aux électrocutions sur 44,6 kilomètres de ligne (20 kV). La plupart des carcasses ont été trouvées près des poteaux et ont ainsi été considérées comme des victimes d'électrocution. Seulement 34% des oiseaux touchés ont été trouvés sous les câbles et ont été considérés comme victimes de collision (15 individus). Cela concernait des cigognes (*Ciconia spp.*), des Buses variables (*Buteo buteo*), des Grands Corbeaux (*Corvus corax*) et des passereaux (un Merle noir, une Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*), un Bruant jaune (*Emberiza citrinella*) et un passereau non-identifié). Seuls une Gallinule poule-d'eau, un pigeon (Columbidae) et un Hibou moyen-duc sont également morts d'une collision.

Deux autres études de terrain ont été réalisées en Europe centrale et de l'Est. Jaklitsch *et al.* (2011) ont étudié les collisions des oiseaux contre une ligne électrique balisée dans une zone agricole en Autriche. Ils ont trouvé six victimes, soit cinq passereaux et un canard. En Bulgarie, quatre ZICO ont fait l'objet d'une étude (Demerdzhiev *et al.*, 2009) où les victimes trouvées étaient surtout des petits passereaux (59%). Zohmann *et al.* (2010) ont étudié les collisions de plusieurs espèces de tétraonidés avec des câbles (principalement des câbles de remontées mécaniques). Ils ont conclu que, pour certaines espèces, ce danger pouvait localement occasionner des pertes considérables.

D'autres informations disponibles concernent certaines espèces en particulier. Plusieurs auteurs estiment que la mortalité des Cigognes blanches causée par les lignes électriques est forte (Marti, 1998 ; Schaub & Pradel, 2004 ; Mihelic & Denac, 2011). La plupart de ces études ne font cependant pas la distinction entre les victimes de collision et d'électrocution. Toutefois, celles qui le font montrent que la menace principale pour la Cigogne blanche est l'électrocution. Marti (1998) fait référence à l'étude de Kaiser (1993) dans laquelle il est montré que 21,6% des Cygnes tuberculés dont l'origine de la mort était connue ont été victimes de collision sur une ligne à haute tension. Reiter (2000) insiste par ailleurs sur la mortalité additionnelle qu'occasionnent les collisions pour l'Outarde barbue en Autriche. Cette espèce est connue pour sa vulnérabilité vis-à-vis de ce danger et est davantage étudiée en Europe du Sud (voir ci-après).

Il n'existe pas de données quantitatives sur le nombre de victimes de collision ou sur les espèces touchées en Roumanie. Toutefois, deux sites potentiellement critiques vis-à-vis de cette menace sont identifiés : d'une part le delta du Danube et la Dobrogée, où d'importants groupes de pélicans, oies et cygnes sont présents, et d'autre part la plaine de l'Ouest, près de la frontière hongroise où vit la dernière population roumaine d'Outarde barbue ainsi qu'un grand nombre d'oies hivernantes (T. Papp *in litt.*).

Habitats	Espèces	Remarques
Zones agricoles / zones humides	Principalement canards, laridés et grives	Une seule étude en Suisse
Zones agricoles / steppes	Principalement cigognes, Buse variable, Grand Corbeau et passereaux	Une seule étude en Bulgarie

Résumé des informations sur les collisions en Suisse et Bulgarie

3.4.1.4 Europe du Sud

La plupart de l'information disponible pour l'Europe du Sud provient d'Espagne, de France et du Portugal où différentes études ont porté sur le sujet faisant l'objet pour certaines d'entre-elles d'articles publiés dans des revues dotées d'un comité de lecture. Toutefois une grande partie de l'information sur le sujet se trouve dans des rapports inédits. Dans cette région, la majorité des victimes de collision appartient aux groupes d'espèces suivants : rapaces, limicoles, hérons, cigognes, outardes, mouettes, goélands et sternes. La plupart des recherches ont été menées dans des milieux ouverts continentaux (principalement zones agricoles et steppes), des zones humides et des zones côtières.

En France et en Italie, les oiseaux d'eau tels que les Flamants roses (*Phoenicopterus roseus*) semblent constituer les principales victimes ainsi que certains rapaces diurnes et nocturnes (Bayle, 1999 ; Rubolini *et al.*, 2005 ; Kabouche *et al.*, 2006).

Dans le sud-est de la France (Plaine de la Crau et environs), 865 oiseaux ont été victimes de collision sur une ligne de transport à haute tension entre 1988 et 1993. Les oiseaux les plus touchés étaient les mouettes, goélands et sternes (61.6%) ainsi que les Flamants roses (14,1%). Seules deux espèces de rapaces ont été tuées : l'Épervier d'Europe et le Hibou moyen-duc (Bayle, 1999). Une autre étude menée dans ce pays en 1992 fait état de 649 rapaces trouvés morts sous des lignes électriques, dont 6,5% par collision avec des câbles (les autres étaient morts électrocutés). La plupart des rapaces (96,5%) ont été trouvés sous des lignes à moyenne tension (Sériot & Rocamora, 1992, référence citée par Bayle, 1999). Les espèces les plus touchées étaient la Buse variable et le Faucon crécerelle.

Une synthèse de 11 études de la mortalité aviaire a été réalisée en Italie par Rubolini *et al.* (2005). Plus de 1300 victimes de 95 espèces ont été enregistrées sous des lignes électriques. Une fois de plus, les rapaces (en particulier la Buse variable, le Faucon crécerelle, le Vautour fauve (*Gyps fulvus*), le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) et l'Épervier d'Europe), les flamants, les hérons et les cigognes étaient très affectés. Bien que la distinction entre collision et électrocution n'ait pas toujours été faite, l'application d'un modèle statistique a permis de conclure que les rapaces et les corvidés étaient principalement touchés par les électrocutions alors que les collisions affectaient plutôt les

hérons, les flamants et les petits passereaux. Rubolini *et al.* (2001) ont réalisé une synthèse de l'impact des lignes électriques sur la mortalité du Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) dans les Alpes italiennes. Au total, 92 individus ont été trouvés morts, dont 52% à cause des lignes électriques (sans distinction entre collision et électrocution).

Bien que peu d'informations soient disponibles pour le sud-est de l'Europe, la vulnérabilité des Pélicans frisés est connue au moins en Grèce (Crivelli *et al.*, 1988). En revanche, plusieurs études concernent la péninsule ibérique. Dans cette région, le problème menace principalement les oiseaux des steppes, tels que l'Outarde barbue et l'Outarde canepetière (Alonso *et al.*, 1994 ; Marques *et al.*, 2008 ; Silva *et al.*, 2010). Les oiseaux d'eau sont également affectés et, dans une certaine mesure, les rapaces (surtout les jeunes oiseaux) tels que l'Aigle ibérique (*Aquila adalberti*), espèce globalement menacée, l'Aigle de Bonelli (*Aquila fasciata*) et le Gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*).

Dans une étude détaillée menée au Portugal de 2003 à 2005, près de 900 kilomètres de lignes électriques ont fait l'objet de prospections, principalement sur des sites Natura 2000 et des ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux) (Infante *et al.*, 2005). Le nombre de victimes de collision s'élève à 1559, soit 51% de la mortalité totale causée par les lignes. L'estimation du nombre de victimes par kilomètre et par an est de 3,45. Deux types de milieux enregistraient un nombre d'accidents particulièrement élevé : les zones humides côtières (jusqu'à 9,4 victimes/km/an) et les steppes (jusqu'à 6,57 victimes/km/an). Les Gruiformes et les Charadriiformes comptaient parmi les groupes d'espèces les plus affectés. Les oiseaux suivants ont été touchés : huit Outardes barbues, 32 Outardes canepetières et des rapaces tels qu'un Aigle de Bonelli et cinq Busards cendrés (*Circus pygargus*). Les lignes supportées par des portiques et des configurations en delta étaient responsables des plus forts taux de mortalité.

Dans une autre étude au Portugal, près de 206 kilomètres de lignes de transport ont été suivies, principalement sur des sites Natura 2000 et des ZICO (Neves *et al.*, 2005). Au total, 575 victimes de 72 espèces ont été trouvées (sans distinction entre collision et électrocution). Les passereaux étaient les victimes les plus communes (27%), suivis par les Ciconiiformes (16%) et 19% des espèces avaient un statut de protection nationale ou internationale, dont sept espèces listées comme SPEC 1 et SPEC 2 (Tucker & Heath, 1994 ; BirdLife International, 2004) : le Faucon crécerellette (*Falco naumanni*), l'Outarde barbue, l'Outarde canepetière, la Cigogne blanche, la Perdrix rouge (*Alectoris rufa*), le Vanneau huppé et la Pie-grièche à tête rousse (*Lanius senator*). L'espèce la plus touchée était la Cigogne blanche et plus particulièrement les jeunes oiseaux lorsqu'ils quittent le nid ou lors de la dispersion. On comptait également parmi les victimes 13 Outardes barbues, 33 Outardes canepetières, trois Grues cendrées et un Faucon crécerellette. Dans cette étude, le taux de mortalité total lié aux collisions était estimé à 13,92 oiseaux/km/an. Les steppes céréalières présentaient les plus forts taux de mortalité (16,31 oiseaux/km/an). La plupart des cadavres ont été trouvés à plus de 50 mètres des pylônes et de l'axe des lignes. Les taux de collision ne différaient pas en fonction du type de pylône mais, dans les steppes céréalières, une corrélation positive a été montrée entre la hauteur du câble et la mortalité. Le diamètre du câble était également corrélé à la mortalité, celle-ci étant plus forte pour les câbles de 14,6 mm que pour les câbles plus fins (11,7 mm) ou plus épais (15,5 mm).

Une autre étude portant sur les dangers des lignes électriques a été menée au Portugal dans une steppe céréalière (Marques *et al.*, 2008). Les 50 kilomètres de lignes de distribution et de transport suivis présentaient un taux de collision de 3,42 oiseaux/km/an, les lignes supportées par des portiques provoquant davantage d'accidents. Les espèces les plus affectées étaient le Bruant proyer (*Miliaria calandra*), le Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), le Vanneau huppé et la Caille des blés (*Coturnix coturnix*). Cinq Outardes barbues ont été trouvées mortes (taux de collision de 0,1 oiseau/km/an), soit 1,93 à 2,76% de la population locale, ainsi que quinze Outardes canepetières (taux de collision de 0,3 oiseau/km/an), soit 1,03% de la population locale. Marques (2009) a compilé les données collectées par différents programmes de suivi au Portugal et concernant la mortalité de ces deux espèces d'outardes sur des lignes de distribution. Les résultats montrent que 143 oiseaux (58 Outardes barbues et 85 Outardes canepetières) sont morts sur un total de 202 kilomètres sur neuf lignes électriques. L'influence de la localisation des lignes de transport électrique sur les populations d'Outarde

canepetière a également été étudiée dans ce pays. Des données récemment publiées montrent que les lignes de transport sont évitées par cette outarde et constituent le principal facteur déterminant la densité des oiseaux nicheurs dans les habitats favorables (Silva, 2010 ; Silva *et al.*, 2010). Enfin, un suivi a été récemment mené sur 202 kilomètres de lignes, principalement sur les sites Natura 2000 et les ZICO, et fait état d'un taux de collision de 0,63 oiseau/km/an (Costa & Infante, 2010). Dans ce cas, la mortalité était plus importante pendant la migration d'automne.

Dans les îles portugaises des Açores, 237 tronçons d'un kilomètre de ligne électrique ont été prospectés entre juillet 2007 et novembre 2008. Cet échantillon représente 19% de l'ensemble des lignes de l'archipel. Au total, 315 victimes de collision ont été trouvées, ce qui correspond à un taux de mortalité de 11,1 individus/km/an. Les victimes les plus communes étaient les pigeons (*Columba* spp.), les laridés (*Larus* spp.), la Bécasse des bois (*Scolopax rusticola*) et la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*).

À Madère, 19 km de lignes ont été prospectés systématiquement à quatre saisons différentes entre janvier 2007 et décembre 2008, ce qui ne représente que 1,3% du linéaire électrique de l'île. Les prospections le long des lignes de distribution et de transport à Madère sont difficiles en raison du relief accidenté et des forêts extrêmement denses. Le suivi de 10 lignes différentes pendant deux ans sur sept zones (principalement des aires protégées, ZPS et ZICO), a permis de trouver 17 victimes de collision. Après l'application de tous les facteurs de correction, le taux de mortalité estimé était de 14 oiseaux/km/an. Les espèces les plus vulnérables vis-à-vis des collisions étaient le Pétrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*), l'Océanite de Castro (*Oceanodroma castro*) et la Bécasse des bois (*Scolopax rusticola*). La fréquence des collisions était plus forte dans les milieux ouverts côtiers et d'altitude (Fagundes, 2009).

Depuis 2003, l'Aigle ibérique a été touché à plusieurs reprises au Portugal : trois victimes de collision et une d'électrocution ont ainsi été trouvées (information provenant du questionnaire renvoyé pour le Portugal ; J. Loureiro, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, *in litt.*). Cette mortalité est particulièrement importante au regard du statut de conservation défavorable de cette espèce.

En Espagne, Alonso & Alonso (1999) ont estimé le taux de collision à 2,95 oiseaux/km/an sur neuf zones représentant les habitats les plus caractéristiques de la péninsule ibérique. Une étude financée par quelques unes des plus importantes sociétés de distribution d'électricité (Compania Sevillana de Electricidad, Iberdrola & REE, 1995) a montré que les espèces les plus touchées par les collisions étaient l'Outarde barbue, l'Outarde canepetière et la Grue cendrée.

Une étude portant sur quatre années (1991-1995) a permis le suivi d'un échantillon de lignes électriques en Espagne. Sur cette période, 150 victimes de collision ont été trouvées, impliquant 26 espèces d'oiseaux. Les Gruiformes étaient les plus représentés - Outarde barbue (23 individus), Outarde canepetière (26), Grue cendrée (13), Foulque macroule (1) et Gallinule poule-d'eau (1) -, suivis par les Charadriiformes - Guifette noire (15), Vanneau huppé (10), autres espèces (8) -, les Passeriformes (14), les Anseriformes (12), les Ciconiiformes (8), les Phoenicopteriformes (6), les Columbiformes (5) et les Falconiformes (1) (Janss & Ferrer, 1998).

Un suivi de neuf années en Estrémadure (sud-ouest de l'Espagne) fait état de 3228 victimes, pour 98 espèces. La Grue cendrée et l'Outarde barbue étaient les plus affectées par les collisions (Palacios, 2003 ; Palacios & García-Baquero, 2003). Dans un suivi mené de 1992 à 1995, Janss & Ferrer (2000) ont estimé le taux de collision (nombre d'oiseaux heurtant une ligne électrique / nombre d'oiseaux traversant ou survolant cette ligne) à $3,93 \times 10^{-5}$ pour la Grue cendrée et $6,34 \times 10^{-3}$ pour l'Outarde barbue. Lane *et al.* (2001) ont étudié les préférences en termes d'habitats des Outardes barbues du centre de l'Espagne. Ils ont conclu que cette espèce évitait les lignes électriques, ce qui l'amenait à ne pas utiliser des habitats potentiellement favorables.

Une étude visant à évaluer la mortalité des Cigognes blanches a également été menée en Espagne de 1999 à 2000. Elle comprenait le suivi mensuel de 12 tronçons de ligne électrique et 129 poteaux métalliques (Garrido & Fernández-Cruz, 2003). Très peu d'oiseaux sont morts pendant la période de reproduction mais près d'1% de la population présente a été tuée par les lignes électriques pendant la migration postnuptiale ainsi que 7% pendant la migration pré-nuptiale et la période hivernale. Le taux de mortalité estimé était de 3,9 oiseaux/km/an pour les collisions et 0,39 oiseau/pylône/an pour les électrocutions. Plus de 70% des collisions ont eu lieu à moins d'un kilomètre d'une décharge publique (Garrido & Fernández-Cruz, 2003).

Les Gypaètes barbus sont également touchés par les lignes électriques en Espagne et en France. Dans les Pyrénées, de 1979 et 2008, 18 Gypaètes barbus sont morts électrocutés (33,3%) ou de collisions (66,7%), ce qui constitue la troisième cause de mortalité non-naturelle pour cette espèce (Margalida *et al.*, 2008).

Habitats	Espèces	Remarques
Zones côtières / zones humides / forêts	Rapaces, hérons, laridés, sternes, limicoles, flamants et passereaux	France : de nombreuses victimes ont été trouvées sous les lignes à moyenne tension. Les espèces communes sont les plus touchées (Buse variable et Faucon crécerelle). Italie : les hérons et les passereaux sont les plus touchés.
Zones humides	Pélican frisé	Une seule étude réalisée en Grèce
Zones agricoles (principalement steppes céréalières)	Principalement Outarde canepetière, Outarde barbu, Grue cendrée, Cigogne blanche ainsi que des rapaces menacés tels que l'Aigle ibérique, l'Aigle de Bonelli et le Gypaète barbu	Portugal : la mortalité annuelle de l'Outarde barbu et de l'Outarde canepetière au cœur de leur aire de répartition est respectivement d'environ 2% et 1% de leurs populations. Espagne et Portugal : des rapaces très menacés sont touchés.

Résumé des informations sur les collisions en Espagne, Portugal et France. Documents utiles sur les collisions au Portugal : Neves & Infante, 2008 ; Sampaio, 2009. Documents utiles sur les collisions en Espagne : Alonso *et al.*, 1994 ; Fernández García, 1998 ; Janss, 2000 ; Mañosa & Real, 2001 ; GaNGOso & Palacios, 2002 ; González *et al.*, 2007 ; Rollan *et al.*, 2010).

3.4.2 Asie (dont le Moyen-Orient)

Les informations sur les collisions d'oiseaux contre les lignes électriques en Asie sont très rares.

Seule une étude menée en Inde sur la mortalité de la Grue antigone est disponible (Sundar & Choudhury, 2005). Le résultat le plus marquant est qu'environ 1% de la population locale de cette espèce est victime chaque année d'électrocution ou de collision. Au cours de cette étude, la mortalité due aux lignes électriques s'est révélée être la cause principale de décès des jeunes et des adultes (67% sur 52 décès). Mishra (2009) signale également que ce problème constitue une menace majeure pour cette espèce en danger.

Yoo *et al.* (2010) ont montré que les collisions constitueraient la deuxième cause de mortalité (après l'empoisonnement) pour la Grue du Japon (*Grus japonensis*) et la Grue à cou blanc (*Grus vipio*) dans la région de Cheorwon en Corée. Au regard des résultats de cette étude, le projet *Eco-Star* du Centre de Restauration des Écosystèmes Aquatiques, financé par le Ministère de l'Environnement coréen, a développé un prototype de balisage des câbles qui rend les lignes plus visibles. Les résultats concernant l'efficacité de ce système ne sont pas encore disponibles (Dr. Chang-Yong Choi *in litt.*). Toujours en Corée, la municipalité de Suncheon a mis en place avec succès le plan d'action pour la conservation de la Grue moine (*Grus monacha*), en enfouissant les lignes aériennes traversant une

réserve importante pour l'hivernage de l'espèce afin d'éviter les collisions (Dr. Chang-Yong Choi *in litt.*).

Dans le sud de l'Ukraine, Andryushchenko *et al.* (2002) ont trouvé 11 victimes d'Outarde barbue lors du suivi de deux tronçons de 10 kilomètres de lignes pendant l'hiver 2001-2002. Ils ont également fait état de 22 autres victimes de cette espèce dans la même zone entre 1992 et 2002. Ils ont trouvé les restes de 46 autres oiseaux dont un Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*), deux Perdrix grises (*Perdix perdix*), six Alouettes calandres (*Melanocorypha calandra*) et 11 corvidés.

Il n'existe presque pas d'autres informations disponibles sur les collisions dans cette région et les connaissances pour l'Asie sont donc très limitées. Quelques informations à caractère anecdotique proviennent cependant de Mongolie et d'Azerbaïdjan. Les informations communiquées via internet par Harness *et al.* font état en 2008 d'un grand nombre de Syrrhaptès paradoxaux (*Syrrhaptès paradoxus*) victimes de collision pendant un mouvement saisonnier inhabituel. En Azerbaïdjan, Sultanov (1991) a estimé la mortalité due aux lignes à haute tension et aux lignes de communication dans le sud-est du pays. Pendant l'hivernage et la migration de printemps, la mortalité était plus forte pour les oiseaux d'eau tels que les canards. Pendant la saison de reproduction, les plus touchés étaient les passereaux chanteurs et les autres espèces terrestres. Des victimes ont également été notées parmi les espèces rares et menacées telles que l'Outarde canepetière et le Pélican frisé. De plus, Sultanov *et al.* (1991) signalent que les lignes de communication et les lignes à moyenne tension sont très dangereuses pour les oiseaux et que la majorité des victimes est trouvée près des plans d'eau.

La plupart des recherches menées en Asie concernent l'électrocution des oiseaux sur les lignes et les poteaux. Il est probable que de nombreux oiseaux meurent également de collision, mais des recherches seraient nécessaires pour déterminer l'ampleur et la nature du problème et préciser les sites critiques les plus meurtriers.

Moyen-Orient

En Israël, les informations sur les électrocutions et les collisions suggèrent un nombre moyen d'environ 150 événements par an (information provenant du questionnaire renvoyé pour Israël, O. Hatzofe, Israel Nature & Parks Authority, *in litt.*). La majorité des collisions concerne les Pélicans blancs (*Pelecanus onocrotalus*) (jusqu'à 60 cas en 2008 mais généralement moins de 20) ainsi que les Cigognes blanches pendant la migration d'automne.

Habitats	Espèces	Remarques
Zones urbaines / zones agricoles	Pélican blanc, Cigogne blanche, laridés et rapaces	20 à 60 cas/an La plupart des collisions ont lieu en période de migration et à proximité des décharges.

Résumé des informations sur les collisions en Israël

3.4.3 Afrique

L'Afrique peut être divisée en Afrique du Nord, Afrique de l'Ouest, Afrique Centrale, Afrique de l'Est et Afrique Australe. D'une manière générale, cela correspond à différents types de végétation, respectivement : zones arides ou désertiques, forêts, zones arborées, zones arborées/semi-désertiques. Le résumé ci-après rassemble les quelques informations trouvées sur les collisions en Afrique. Par ailleurs, dans le paragraphe 2.4.3.5. les connaissances concernant quelques pays sont extrapolées à l'échelle du continent.

3.4.3.1 Afrique du Nord

Les données publiées concernant les collisions des oiseaux font presque totalement défaut en Afrique du Nord et dans le nord de l'Afrique sub-saharienne. Une synthèse fait exception et traite de la

mortalité d'origine anthropique d'une population très menacée d'Outarde barbue au Maroc (moins de 100 oiseaux). Elle montre que les collisions avec les lignes électriques représentent 23,3% de la mortalité calculée ($n = 30$) (Alonso *et al.*, 2005).

En Égypte, il est probable que les collisions constituent principalement des phénomènes locaux sur des sites particulièrement dangereux et à proximité des couloirs de migration tels que le Golfe de Suez et le sud du Sinaï (Dr. S. Baha El Din *in litt.*).

3.4.3.2 Afrique centrale et Afrique de l'Ouest

La plus grande partie de cette région est classée en forêt par White (1983). Comme la forêt est le type de végétation le plus haut, on peut supposer que les collisions sont moins fréquentes car la végétation fait écran devant certaines parties des lignes électriques. D'autre part, la détection des victimes de collision (carcasses d'oiseaux) est moins facile dans la végétation forestière. Aucune information concernant les collisions des oiseaux de ces régions n'a été reçue ou trouvée dans la littérature.

3.4.3.3 Afrique de l'Est

La présence de la vallée du Rift et de ses lacs constitue dans cette région un élément important influençant les collisions d'oiseaux. Ces lacs sont essentiels pour les flamants qui sont très vulnérables vis-à-vis des collisions, en partie parce qu'ils volent de nuit.

Une évaluation rapide des risques d'interaction entre les plus grands oiseaux du Kenya et les infrastructures électriques a été menée dans les régions de Magadi et de Naivasha en janvier 2009 (Smallie & Virani, 2010). Plusieurs sites présentant de forts risques de collision ont été identifiés. Sur environ 24 espèces d'oiseaux dont l'état de conservation est préoccupant au Kenya, 17 (71%) sont exposées à un fort risque d'interaction directe avec les infrastructures électriques. Les espèces demandant une attention particulière sont : le Flamant nain (*Phoeniconaias minor*), le Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*), le Vautour à tête blanche (*Trigonoceps occipitalis*), le Vautour oricou (*Torgos tracheliotos*), le Vautour africain (*Gyps africanus*), le Vautour de Rüppell (*Gyps rueppellii*), l'Aigle martial (*Polemaetus bellicosus*), la Grue royale (*Balearica regulorum*), la Cigogne blanche et le Messenger sagittaire (*Sagittarius serpentarius*). Smallie & Virani (2010) formulent plusieurs recommandations pour traiter ce problème à l'échelle nationale.

En Ouganda, des Marabouts d'Afrique (*Leptoptilos crumeniferus*) ont été trouvés morts sous des lignes de transport électrique près du lac Katwe et dans le Parc National Queen Elizabeth. Ceux-ci ont probablement été victimes de collision car ces lignes sont mal placées et traversent des couloirs migratoires (Pomeroy *comm. pers.*).

3.4.3.4 Afrique australe

Certaines zones d'Afrique du Sud sont classées comme semi-désertiques (le Karro) mais elles ont été modifiées par les exploitants agricoles qui ont créé des barrages artificiels et des réservoirs, permettant à davantage d'espèces d'être présentes dans ces régions.

Au Lesotho, Jenkins *et al.* (2009) ont réalisé le suivi de 56 kilomètres de lignes électriques de 22 à 132 kV. Ils y ont trouvé deux petits passereaux, un Francolin à ailes grises (*Francolinus africanus*), un Pic laboureur (*Geocolaptes olivaceus*) et un Ibis du Cap (*Geronticus calvus*), tous victimes de collision.

Les auteurs ont supposé que cette mortalité apparemment faible était due à une recherche intense des victimes de collision et d'électrocution par des personnes. Ces dernières pourraient être motivées par les prix forts proposés par les commerçants pour le rachat de parties de cadavres de rapaces et notamment de vautours pour la médecine traditionnelle. Un tel phénomène pourrait aussi affecter ce type d'étude ailleurs en Afrique. Allan (2001) a trouvé les restes de deux jeunes de Buse rounoir (*Buteo rufofuscus*) et un de Faucon lanier (*Falco biarmicus*) apparemment morts de collision sur la ligne électrique de Leribe-Katse (cinq prospections entre 1996 et 2000). En mai 2010, un Gypaète barbu équipé d'un transmetteur satellite est mort d'une collision contre une structure en delta de 132 kV près de Mokhotlong (Van der Westhuysen *comm. pers.*).

Les données fournies par la Fondation Namibienne pour la Nature – le partenaire stratégique de Nampower sur les incidents- font état de 23 outardes, 32 flamants, deux espèces chassables, deux Messagers sagittaires, deux oiseaux d'eau et trois passereaux, tous pouvant être considérés comme des victimes de collision.

En Afrique du Sud, les données de mortalité aviaire sur les lignes électriques sont collectées et gérées par le partenariat stratégique Eskom-EWT (EWT : Endangered Wildlife Trust – Organisation pour la Faune sauvage menacée) dans son *Registre central des incidents*. D'août 1996 à mai 2011, un total de 1808 victimes de collision a été enregistré sous des lignes de distribution et de transport de 132 kV et de tension inférieure, ainsi que 486 victimes sous les lignes de plus de 132 kV. Les espèces pour lesquelles au moins cinq victimes ont été notées sont présentées dans les figures 9 et 10.

Comme pour les cas d'électrocution, les espèces de grande taille sont majoritaires dans les données. Cela pourrait s'expliquer par leur plus forte vulnérabilité vis-à-vis des collisions comme discuté dans ce rapport et/ou par la plus grande détectabilité de leurs cadavres. Les outardes, les grues, les cigognes et les flamants sont particulièrement touchés en Afrique du Sud. Nombre de taxons figurant à l'Annexe 2 de l'AEWA sont affectés par ce problème (voir annexe 4).

Le *Registre central des incidents* reste soumis aux aléas en matière de détection et d'enregistrement des électrocutions. Il souffre de différents biais et sous-estime le nombre réel de victimes. Des études plus systématiques et concernant ces problèmes de données ont été conduites en Afrique du Sud, l'une d'entre-elles étant présentée dans le paragraphe ci-dessous.

Shaw *et al.* (2010) ont effectué le suivi de 199 kilomètres de lignes de transport et de distribution de l'Overberg dans la province du Cap-occidental. Les Grues de paradis étaient les oiseaux les plus touchés (54% des cas). Le comptage des cadavres les plus récents a permis, après correction des biais, d'estimer le taux de collision de cette espèce à 0,31 oiseau/km/an (95%, 0,13–0,59/km/an). Cela signifie qu'environ 12% (5–23%) de la population totale de Grues de paradis de la zone d'étude de l'Overberg pourrait être victime chaque année de collisions contre les lignes électriques. Cette mortalité additionnelle menace la pérennité de la population, ce qui souligne le besoin urgent de plus amples recherches sur les facteurs de risque. Sur les 199 kilomètres suivis, 123 oiseaux d'au moins 18 espèces ont été trouvés. Les collisions étaient plus fréquentes que les électrocutions et concernaient apparemment 88% des oiseaux trouvés sous les lignes électriques. Les oiseaux terrestres de grande taille étaient les plus communs avec de forts effectifs de Grues de paradis et d'Outardes de Denham.

Jenkins *et al.* (*in press*) ont commencé à étudier l'Outarde de Ludwig (*Neotis ludwigii*), une espèce quasi endémique d'Afrique australe, extrêmement vulnérable vis-à-vis des collisions. Les premiers taux de collision calculés atteignent $0,63 \pm 0,12$ victime par kilomètre de ligne de transport d'électricité par an. L'extrapolation de ces taux sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce suggère que 11 à 15% de la population pourrait être tuée chaque année sur des lignes à haute tension. La mortalité réelle sur les lignes aériennes est probablement beaucoup plus forte compte tenu des biais relatifs à la détection des carcasses (oiseaux blessés se déplaçant et allant mourir en dehors de la zone prospectée, prélèvement des cadavres par les charognards, types d'habitats) et du fait que l'estimation n'inclut pas la mortalité sur les lignes à basse tension, les lignes de distribution à moyenne tension et les câbles téléphoniques. La population globale étant estimée entre 56 000 et 81 000 oiseaux à la fin des années 80, l'étude démographique suggère que cette mortalité menace la pérennité de l'espèce.

3.5 Atténuation et prévention des risques de collision

Les principales mesures pour éviter les collisions sont : le choix des tracés des lignes, le câblage souterrain, la suppression des câbles de garde (avec modification de la mise à la terre) et l'équipement de la ligne. Ces mesures peuvent prendre plusieurs formes : d'une part celles qui tendent à diminuer l'effet « obstacle » de la ligne, c'est-à-dire la surface avec laquelle les oiseaux peuvent entrer en collision, d'autre part celles qui maintiennent les oiseaux à distance et finalement celles qui rendent les lignes plus visibles. Comme pour l'atténuation des risques d'électrocution, le câblage souterrain est la meilleure solution pour supprimer les collisions. Toutefois, pour des raisons financières, la mesure de prévention actuellement la plus pratiquée dans le monde est le balisage des câbles avec des dispositifs anti-collision rendant les câbles plus visibles pour les oiseaux en vol (voir figure 11). En Hongrie par exemple, le coût de l'enfouissement des lignes (environ 54 000 US\$ /km) est estimé à 20 fois supérieur à celui du balisage des câbles (Antal, 2010).



Figure 11. Dispositifs de balisage des lignes (non exhaustif) placés à intervalles réguliers sur les conducteurs et/ou les câbles de garde pour les rendre plus visibles par les oiseaux en vol. Sur chaque photo figure un stylo (d'environ 14 cm) afin de fournir une échelle (Photo: EWT-WEP).

Les lignes directrices présentées dans un document séparé (Prinsen *et al.*, 2011) fournissent au travers d'une démarche détaillée et progressive des recommandations pour éviter, réduire et modérer les risques de collision des oiseaux, sur les nouvelles lignes comme sur les lignes existantes. Il convient de se référer à ce document pour plus d'informations techniques sur ce sujet. Quelques exemples présentés ci-après montrent comment les risques de collisions ont été évités ou atténués dans certains pays de la région Afrique-Eurasie, principalement en Europe et en Afrique.

3.5.1 Exemples de mesures de prévention des collisions en Europe

Europe du Nord et de l'Ouest

En Scandinavie, les tétraonidés comptent souvent parmi les victimes de collision. Bevanger & Brøseth (2001) ont constaté une diminution de 50% des accidents après la suppression du câble de garde.

De nombreuses publications présentent les résultats de tests d'efficacité des dispositifs de balisage visant à atténuer les risques de collisions en Europe de l'Ouest. La plupart de ces études, menées entre 1970 et 1990, mentionnent des diminutions de 50 à 90% de la mortalité (voir Jenkins *et al.*, 2010 ; Barrientos *et al.* 2011). La présente synthèse fait état de quelques études récentes menées en Europe de l'Ouest et qui n'ont pas été mentionnées dans des synthèses antérieures.

Entre 2002 et 2005, la société d'électricité allemande RWE a développé un nouveau système de balisage constitué de bandes de plastique rigide de 50 cm, noires et blanches, fixées sur une attache en aluminium. Depuis l'été 2005, plus de 13 000 de ces balises appelés « bird flappers » ont été fixées sur les câbles de garde des lignes à haute tension en Allemagne et aux Pays-Bas, à l'aide d'un hélicoptère spécialement équipé pour garantir une installation rapide sans entraver l'alimentation en électricité. Bernshausen & Kreuziger (2009) font état d'une diminution de plus de 90% des collisions de laridés sur un tronçon de ligne ainsi équipé et situé à proximité d'un grand reposoir fréquenté par ces oiseaux. Plus récemment, dans une étude menée aux Pays-Bas, Hartman *et al.* (2010) ont constaté une réduction significative de 80% du nombre de collisions nocturnes de canards (Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et Canard siffleur (*Anas penelope*)) sur quatre kilomètres d'une ligne électrique de 150 kV ainsi équipée et traversant des prairies sur polders riches en oiseaux. Toutefois, la réduction du nombre d'accidents de Foulque macroule (*Fulica atra*) est restée négligeable, des dizaines d'oiseaux ayant été victimes de collision probablement pendant la nuit. Pour les espèces percutant les lignes pendant la journée (telles que les laridés, les limicoles et les pigeons) une diminution statistiquement significative de 67% a été enregistrée, mais le nombre de victimes par espèce était trop faible pour calculer des diminutions spécifiques.

Deux études portant sur des balisages similaires ont été menées par Sudmann *et al.* (2000) et Brauneis *et al.* (2003) dans différentes régions d'Allemagne. Elles font également état d'une réduction importante de la mortalité par collision impliquant surtout des espèces de cygnes, d'oies et de canards.

Au Royaume-Uni, Frost (2008) a constaté une diminution de 95% des collisions de Cygne tuberculé suite à l'installation de grandes spirales rouges comme dispositif d'éloignement des oiseaux sur une ligne électrique de 132 kV connue pour avoir causé des pertes importantes chez cette espèce.



Figure 12. Ligne à haute tension (150 kV) aux Pays-Bas équipée de balises ou « bird flappers » (voir encadré et flèches) placées à intervalles réguliers sur les deux câbles de garde (Photo: Bureau Waardenburg).

Europe du Sud

Les mesures d'atténuation prises en Europe du Sud sont très semblables à celles adoptées ailleurs en Europe. L'enfouissement des lignes de distribution à moyenne tension n'a été réalisé que de manière limitée et dans quelques pays tels que la France, Monaco, l'Italie, l'Espagne et le Portugal. Il y a de grandes différences entre pays dans l'application des mesures et la quantité d'information disponible. Alors que des mesures de prévention des risques sont bien prises en compte dans certains pays (voir ci-après), dans d'autres peu d'efforts sont faits pour résoudre ce problème. En Grèce par exemple, la prise de conscience de la nécessité de mesures de protection des oiseaux vis-à-vis des lignes électriques est faible et peu d'études ont été menées sur le sujet. Même dans les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), les seules mesures mentionnées sont le groupage et l'isolation des fils conducteurs sur les lignes à moyenne tension. Cela rend les lignes plus épaisses et ainsi plus visibles, afin de prévenir les risques de collisions (Schürenberg *et al.*, 2010).

En 2008, le Ministère italien de l'Environnement de la Terre et de la Mer a publié un rapport intitulé *Linee guida per la mitigazione dell'impatto delle linee elettriche sull'avifauna* (Lignes directrices pour l'atténuation de l'impact des lignes électriques sur les oiseaux). Ce rapport présente des solutions pratiques illustrées pour atténuer les risques de collision et d'électrocution (comprenant des pylônes, des isolateurs et des câbles sans danger pour les oiseaux en particulier pour les nouvelles lignes) et il propose des procédures pour diminuer le danger sur les lignes existantes ou dont la construction est programmée. Certaines de ces lignes directrices ont été mise en œuvre au cours de la réalisation du projet LIFE *Amélioration des habitats de l'avifaune et renouvellement du réseau d'électricité* initié en juillet 2001. Ce projet, le premier et le plus conséquent en Italie, visait à réduire les dangers des lignes électriques dans une région d'une grande importance au niveau naturel : le Parc Régional du Delta du Pô dans la région d'Emilie-Romagne. Dans cette région, les lignes électriques ont été graduellement remplacées sur environ 110 kilomètres par de nouveaux équipements qui, d'une part respectent les besoins écologiques des oiseaux fréquentant le Delta du Pô et d'autre part assurent la pleine efficacité du système d'acheminement de l'électricité. Le projet s'est concentré sur 340 kilomètres de lignes à haute et moyenne tension traversant le parc naturel, 35% de ce linéaire se trouvant sur des zones critiques pour les oiseaux. Certaines des mesures comprenaient la mise en place de plateformes de nidification (pour les Cigognes blanches et les Balbuzards pêcheurs) ainsi que l'installation de spirales

blanches et rouges (placées tous les 18 à 20 mètres) sur les câbles pour les rendre plus visibles par les oiseaux en vol. Sur les 26 actions prévues sur le site, 14 comprenaient l'enfouissement complet ou partiel de la ligne.

En Espagne, le balisage des câbles avec de dispositifs d'éloignement des oiseaux constitue la principale mesure de prévention des risques de collision mise en œuvre (Murillo, 2003 ; Gil del Pozo & Roig, 2003 ; Palacios & García-Baquero, 2003). Des lignes ont également été enfouies dans les zones très dangereuses pour les oiseaux et les surfaces de collision potentielle ont été restreintes grâce à la diminution du nombre de câbles sur le plan vertical. (Compañía Sevillana de Electricidad, Iberdrola & REE, 1995 ; Palacios & García-Baquero, 2003). Des expériences ont été menées pour déterminer les mesures les plus efficaces, en particulier pour les espèces les plus vulnérables vis-à-vis des collisions.

Une expérience a utilisé des formes de rapaces (statue réaliste d'Aigle royal et silhouette d'*Accipiter*) placées sur le sommet des pylônes afin de tester leur effet sur le comportement des oiseaux en vol (et sur les risques de collision). Le nombre de groupes d'oiseaux en vol, le nombre de traversées et la hauteur des vols n'ont pas été modifiés par la présence de ces formes. Les victimes potentielles telles que les oiseaux d'eau, les cigognes et les vanneaux se sont montrées indifférentes vis-à-vis des effigies. Les rapaces ont fréquemment attaqué ces formes augmentant ainsi leurs risques de collisions (Janss *et al.*, 1999). Alonso *et al.* (1993, 1994) ont évalué l'efficacité du balisage du câble de garde comme méthode de diminution de la mortalité aviaire causée par une ligne de transport d'électricité dans le sud de l'Espagne. L'intensité des vols et la fréquence des collisions ont diminué de 60% sur les travées balisées par rapport aux mêmes travées avant balisage. La fréquence des oiseaux volant entre les câbles a diminué suite au balisage, alors que le nombre d'oiseaux survolant la ligne a augmenté.

Janss & Ferrer (1998) ont testé l'efficacité de trois différents types de balise en comparant la mortalité sous des travées balisées et non balisées d'une même ligne. L'utilisation de spirales (30 x 30 cm) a réduit les collisions de 81% sans que ce soit de manière significative pour la Grue cendrée. Des bandes noires croisées (35 x 5 cm) se sont également montrées efficaces (76% de réduction) pour certaines espèces mais pas pour l'Outarde barbut. Le troisième balisage constitué de fines bandes noires (70 x 0.8 cm) n'a pas permis de réduire la mortalité.

Au Portugal, les mesures de prévention des collisions sont principalement le balisage des tronçons de lignes électriques présentant un fort risque pour l'avifaune. Lorsqu'il n'est pas possible de déplacer les lignes hors de zones critiques pour les oiseaux, ces lignes font l'objet d'un renforcement des mesures d'atténuation tel que la réduction du nombre de plans de collision (nombre de câbles ou nappes de câbles dans un plan vertical) ou l'utilisation de technologies qui augmentent la visibilité des câbles. La visibilité d'un conducteur peut par exemple être amplifiée par le balisage grâce à de grandes spirales placées tous les sept mètres sur les lignes à moyenne tension ou tous les cinq mètres sur les lignes à haute et très haute tension. La comparaison de différentes balises est actuellement en cours et leur efficacité est testée. Les résultats préliminaires confirment que les balises statiques de petite taille ou les spirales du type « queue de cochon » sont les moins efficaces, alors que les balises mobiles telles que les disques pivotants ou les ailettes lumineuses appelée « FireFly BFD » ont fait preuve de la plus grande efficacité. L'utilisation de petites spirales peu efficaces est actuellement réexaminée et les parties prenantes impliquées dans les protocoles mentionnés précédemment réfléchissent à l'abandon de ce dispositif (information provenant du questionnaire renvoyé pour le Portugal ; J. Loureiro, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, *in litt.*)

En Israël, des dispositifs anti-collision ont été utilisés pour les Cigognes blanches et les Pélicans blancs, mais les résultats ne sont pas connus. Pour plus d'information sur les mesures d'atténuation en Israël voir paragraphe 2.5.2.

3.5.2 Exemples de mesures de prévention des collisions en Afrique

En Afrique du Sud, Anderson (2002) fait état de 67% de réduction du taux global de collision concernant principalement la Grue de paradis et l'Outarde de Ludwig, après la pose de balise de 30 cm de long tous les 10 mètres sur les deux câbles de garde d'une ligne de 132 kV dans la région du Karoo. Après l'équipement complémentaire de cette ligne par des ailettes pivotantes sur les tronçons les plus problématiques, le taux de mortalité a diminué de plus de 80%. Un tronçon de ligne de 400 kV équipé

de balises de 90 cm de long affichait tout de même un taux de collision de 42% plus important que celui d'une ligne non balisée située à proximité. Il a été conclu que le balisage n'était pas efficace pour l'Outarde de Ludwig et que la variabilité de la présence et de l'abondance des outardes et grues dans les zones semi-arides ne permettaient pas de tester l'efficacité du balisage pour ces espèces.

4. Dérangement et perte d'habitats

Indépendamment des électrocutions et des collisions qui ont des effets clairement négatifs sur les oiseaux, les lignes électriques peuvent aussi avoir une influence négative sur l'avifaune par le dérangement et la perte d'habitats qu'elles provoquent. Le dérangement peut provenir du bruit des conducteurs, de l'effet des champs magnétiques et électriques, d'une augmentation du risque de prédation et des barrières constituées par la présence de lignes électriques, et il peut ainsi effectivement induire une perte d'habitats (Altemüller & Reich, 1997). Ces facteurs ont une influence sur la reproduction, l'alimentation et le repos des oiseaux.

Malgré la diversité des effets potentiels de ces types de dérangement, peu de recherches les ont quantifiés. Les études disponibles traitent généralement d'espèces ou de groupes d'espèces en particulier et on note un manque de connaissance globale du sujet. La complexité du problème est illustrée par le fait que certaines tentatives d'étude du dérangement n'ont pas fourni de résultats clairs ni de conclusions. Ces recherches se sont heurtées aux problèmes de protocoles d'étude induits par le grand nombre de variables déterminant et influençant le comportement ainsi que la répartition des oiseaux (Niemi & Hanowski, 1984). Ainsi, de nombreuses questions dans ce domaine de recherche restent actuellement sans réponse.

La plupart des études sur le sujet ont été menées en Allemagne. La diversité des espèces, des lieux et des périodes d'études rend difficile toute conclusion générale. Toutefois, les résultats individuels fournissent des informations intéressantes. Dès 1976, Heijnis a publié un rapport dans lequel il affirme que les limicoles nichant dans les prairies cultivées sur polders (Vanneau huppé, Barge à queue noire, Chevalier gambette, Bécassine des marais et Combattant varié) évitent de nicher à proximité des lignes électriques. Pour toutes ces espèces, la densité des couples nicheurs s'est révélée plus faible dans un rayon de 100 mètres autour des lignes. L'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*) faisait exception en nichant souvent près des lignes. Heijnis a aussi mentionné l'importance probable de l'augmentation du risque de prédation à proximité des lignes, en raison d'une plus forte densité de prédateurs attirés par la présence régulière de victimes de collision. Altemüller & Reich (1997) ont également étudié l'influence de lignes à haute tension sur les oiseaux nicheurs de prairies cultivées mais leurs résultats contredisent en partie ceux de Heijnis. Ils se sont intéressés à trois espèces en particulier : le Vanneau huppé, le Courlis cendré (*Numenius arquata*) et l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*). Les résultats n'ont pas mis en évidence d'effet de la ligne électrique sur la présence du Vanneau huppé et du Courlis cendré. Toutefois, la densité de mâles chanteurs d'Alouette des champs était plus faible dans un rayon de 100 mètres autour de la ligne.

Gutsmiedl & Troschke (1997) ont montré que la construction d'une ligne de 110 kV à environ 500 mètres d'une colonie de Hérons cendrés (*Ardea cinerea*) n'a pas eu d'effet sur le nombre de couples nicheurs de la colonie ni sur le taux d'éclosion des pontes.

Balassus & Sossinka (1997) ont étudié les effets d'une ligne à haute tension sur la fréquentation d'une zone par des oies hivernantes. Pour les lignes électriques de faible hauteur (< 60m), ils ont trouvé que la pression de pâturage augmentait avec la distance à la ligne électrique. Ils ont également montré que cette pression était généralement réduite sur les petits secteurs séparés des zones principales par une ligne électrique. Ils ont émis l'hypothèse que cet effet pourrait être expliqué par le comportement en vol et les caractéristiques phénologiques des groupes d'oies hivernantes. En résumé, ils concluent que la présence de lignes électriques engendre une perte d'habitat supplémentaire s'ajoutant à celle liée à l'occupation de la ligne elle-même.

Raab *et al.* (2010) ont montré que la présence d'une ligne électrique influençait la direction de vol des Outardes barbues après leur envol. Ils ont trouvé que « jusqu'à une distance de 800 mètres de la plus proche ligne électrique, la direction moyenne de vol des Outardes barbues après l'envol était significativement différente d'une distribution aléatoire ». L'influence de l'emplacement des réseaux de transport d'électricité sur les populations d'Outardes canepetières (*Tetrax tetrax*) a été étudiée au Portugal. Des données récemment publiées montrent que ces oiseaux évitent ce type de lignes dont la

présence constitue le principal facteur déterminant la densité de couples nicheurs sur les sites présentant des habitats favorables à nidification de l'espèce (Silva, 2010 ; Silva *et al.*, 2010).

La présence de champs électriques et magnétiques constitue un des facteurs possibles de dérangement les plus spécifiques générés par les lignes électriques. La force de ces champs dépend de la tension, de la distance à la source électrique et de la configuration de la ligne (Ferne & Reynolds, 2005 ; Foster & Repacholi, 2002). De nombreuses spéculations sont émises au sujet des effets des champs électromagnétiques sur les oiseaux, toutefois presque aucune étude quantitative n'a été réalisée sur le sujet. Ferne & Reynolds (2005) ont analysé ce sujet et affirment que la plupart des études indiquent que l'exposition des oiseaux aux champs électromagnétiques « change généralement, mais pas systématiquement en effet ou en direction, le comportement, le succès de reproduction, la croissance et le développement, la physiologie et l'endocrinologie ainsi que le stress oxydatif ». Il est clair que la présence de ces champs influence au moins certaines espèces d'oiseaux, toutefois il existe encore beaucoup d'incertitudes quant à la nature, la direction et l'impact de ces effets. Dans une étude récente, Dell'Omo *et al.* (2009) ont montré que les champs magnétiques générés par les lignes électriques n'avaient pas influencé les courbes de croissance, le taux de mélatonine, le nombre de leucocytes et le succès à l'envol de jeunes Faucons crécerelles nés sur un pylône de ligne à haute tension. Parallèlement au débat sur les effets éventuels des champs électromagnétiques, personne ne sait actuellement si et comment les oiseaux détectent ces champs (Ballasus & Sossinka, 1997 ; Altemüller & Reich, 1997). Ferne & Reynolds (2005) ont même suggéré que les oiseaux pourraient les détecter au même titre que la lumière, ce qui pourrait mener à des changements dans leurs rythmes saisonniers.

En résumé, il est clair que pour certaines espèces la présence d'une ligne électrique peut provoquer un dérangement et ainsi une perte d'habitat. Cependant il semble aussi évident que des recherches complémentaires sont nécessaires pour déterminer l'importance, l'impact, la nature spécifique et la localisation de ces effets.

5. Effets positifs des lignes électriques pour les oiseaux

5.1 Introduction

Les lignes, poteaux et pylônes électriques peuvent présenter un intérêt pour les oiseaux tels que les cigognes, les rapaces et les corvidés, comme lieu de nidification, de repos et de dortoir ainsi que pour se percher. Cela est particulièrement le cas dans les zones où il existe peu de sites naturels favorables à ces activités, telles que les plaines, les zones cultivées ou semi-désertiques et les déserts. Dans les régions très forestières telles que le nord de l'Europe, les installations électriques sont rarement utilisées par les oiseaux comme site de nidification, de repos ou de dortoir, excepté par le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*). Ainsi, en Norvège, peu d'oiseaux nichent sur les pylônes, sauf dans certaines parties de la région de Finnmark. Les grands rassemblements d'oiseaux sur les pylônes sont également rares et n'ont pas été observés ailleurs en Scandinavie (Bevanger, 1994).

Il existe de nombreuses mentions d'oiseaux utilisant les pylônes électriques comme site de nidification, postes d'affût ou perchoirs. APLIC (2006) a réalisé une synthèse détaillée sur le sujet, principalement axée sur l'Amérique du Nord. Un état des lieux synthétique est présenté ici pour la région Afrique-Eurasie.

5.2 Cigognes

Les Cigognes blanches (*Ciconia ciconia*) utilisent communément les poteaux et les pylônes comme sites de nidification partout dans la région, en particulier dans l'est et le sud de l'Europe. En Europe de l'Ouest où de nombreuses plateformes de nidification artificielles ont été mises en place sur des poteaux en bois ou sur les toits, les cigognes sont moins attirées par les installations électriques. Par exemple aux Pays-Bas, sur environ 750 couples nicheurs en 2009, moins de 15 ont niché sur des installations électriques. Cela peut également venir du fait que la plupart des lignes de distribution à basse et moyenne tension du nord-ouest de l'Europe (dont les Pays-Bas) ont été enfouies, offrant ainsi moins d'opportunités pour la nidification qu'ailleurs en Europe.

En Hongrie, le nombre de nids de cigognes construits sur des poteaux électriques a augmenté de manière exponentielle depuis les années 70 (Boldogh, 1998 ; Rekasi & Jakab, 1984). En 1994, près de 80% de la population de cigogne de ce pays nichaient sur des poteaux (Lovaszi, 1998). Cependant, les oiseaux utilisant des sites traditionnels (cheminées, arbres) semblaient avoir un succès de reproduction supérieur et les oiseaux âgés préféraient ces sites à leurs équivalents modernes sur les poteaux électriques (Boldogh, 1998).

De même en Pologne, environ 60% et localement jusqu'à 80% des Cigognes blanches nichent sur des poteaux électriques (Dolata, 2006 ; Schürenberg *et al.*, 2010). Une augmentation de l'utilisation de ces structures a été enregistrée entre 1983 et 2006, mais aucune différence du succès de reproduction n'a été montrée par rapport aux autres sites de nidification. Il n'y avait pas non plus de différences entre les nids construits sur les poteaux électriques avec ou sans plateformes artificielles (Tryjanowski *et al.*, 2009).

En Ukraine, les Cigognes blanches utilisent les poteaux électriques pour nicher depuis la fin des années 50. Le nombre de nids a également augmenté rapidement et les poteaux constituent aujourd'hui les supports les plus courants avec 60% des nids dans certaines régions (Grishchenko, 2008).

Au Portugal, au cours du dénombrement national des Cigognes blanches de 2004, Rosa *et al.* (2005) ont constaté que 24,3% des nids du pays ($n = 7681$) étaient construits sur des pylônes électriques, ce qui, dans certaines régions, a provoqué une augmentation locale de la population.

En Espagne, un suivi a été réalisé sur 4336 poteaux de cinq types différents. Le taux d'occupation par des nids était de 5%. La Cigogne blanche était de loin l'espèce nicheuse utilisant le plus souvent ces structures avec 79,2% du nombre total de nids. Les corvidés (Corneille noire (*Corvus corone*) et Grand Corbeau (*Corvus corax*)) ainsi que les rapaces occupaient respectivement 15,7% et 4,6% des nids construits sur des poteaux. Quelles que soient les espèces concernées, la présence de nids sur des pylônes était particulièrement commune près des terres agricoles irriguées ou des prairies boisées (Infante & Peris, 2003).

5.3 Rapaces

Les structures électriques fournissent aux rapaces des perchoirs servant de support de nid et de poste d'affût pour la chasse. Dans les milieux ouverts ne présentant pas de position dominante telle que des arbres et des buissons, les poteaux, pylônes et câbles électriques sont volontiers utilisés comme postes d'affût. Ils constituent souvent le plus haut point du secteur et permettent ainsi aux rapaces de scruter les environs. Les rapaces choisissent aussi les poteaux et les pylônes comme lieu de repos pour leur protection contre les intempéries et les prédateurs mais également pour leur proximité avec les ressources alimentaires. Dans la littérature, les exemples d'utilisation des installations électriques comme dortoirs pour les rapaces sont rares dans la région Afrique-Eurasie. Arevalo *et al.* (2004) décrivent l'importance des postes électriques des lignes de transport pour les dortoirs de Faucon crécerellette (*Falco naumanni*) en période estivale dans le nord de l'Espagne. Ces structures ne sont utilisées comme dortoir que pendant les mois d'été où d'importants rassemblements pré-migratoires y trouvent refuge. Ces rassemblements sur les sous-stations sont importants pour la conservation de cette espèce en déclin et ne semblent pas poser de problème aux oiseaux, ni modifier le fonctionnement normal des équipements (REE, 2005).

En Afrique australe, les vautours (principalement le Vautour africain (*Gyps africanus*)) se regroupent en grand nombre sur les pylônes (Ledger & Hobbs, 1999) et nichent également sur ces structures (Anderson & Hohne, 2007). Des regroupements de Vautours chasseur y ont également été observés (Smallie & Strugnell, 2011).

La nidification des rapaces sur les poteaux, les pylônes et autres installations électriques a été largement décrite dans la littérature. Certaines études ont mis en évidence un succès de reproduction et une productivité plus importants sur ces structures artificielles que sur des sites naturels, comme par exemple pour le Balbuzard pêcheur en Allemagne (Meyburg *et al.*, 1996). Les pylônes des lignes de transport d'électricité pourraient fournir des supports de nidification plus sûrs que les sites naturels en offrant une protection contre les mammifères prédateurs, la chaleur (grâce au vent et à l'ombre) ainsi que vis-à-vis des incendies (Steenhof *et al.*, 1993). La plupart des rapaces utilisent les poteaux et les pylônes pour nicher lorsqu'ils ne trouvent pas de site de nidification naturel dans leur zone de chasse. Les sociétés d'électricité peuvent ainsi facilement augmenter les opportunités de nidification de ces espèces en fournissant des supports de nid stables tels que des plateformes artificielles et des nichoirs et ainsi aider les populations de rapaces à prospérer et à s'étendre. Historiquement, les sociétés d'électricité ont combattu les oiseaux nichant sur leurs lignes en détruisant les nids mais souvent sans beaucoup de succès. La gestion des lieux de nidification des rapaces sur les installations est une solution plus durable et a déjà permis de résoudre de nombreux problèmes opérationnels. Elle constitue en outre une publicité très positive pour de nombreux opérateurs.

Les plateformes bien conçues protègent les nids des intempéries et sont positionnées de façon à ce que les matériaux de construction des nids, les restes de proies et les excréments qui tombent ne puissent pas provoquer de coupures d'alimentation ou de dégradations des isolateurs. APLIC (2006) présente un certain nombre de constructions sûres pour les oiseaux et les équipements électriques.

Les plateformes artificielles ont été utilisées avec succès en Allemagne où l'absence d'arbres pouvant accueillir des nids a amené plus de 75% des Balbuzards pêcheurs nicheurs à utiliser les poteaux et les pylônes (Meyburg *et al.*, 1996) (voir figure 13). De même en Finlande, le suivi des 951 nids de ce rapace a montré que 46% d'entre eux et jusqu'à 90% dans le sud du pays étaient construits sur des structures artificielles (Sauola 1997).



Figure 13. Balbuzard pêcheur nichant sur une plateforme artificielle aménagée sur une ligne électrique à moyenne tension, Parc National de Muritz, Allemagne (Photo : Bureau Waardenburg).

Nombre d'espèces de faucons dont le Faucon sacre (*Falco cherrug*), le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) et le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*), sont connus pour nicher régulièrement sur les pylônes électriques, souvent dans d'anciens nids de corvidés mais aussi dans des nichoirs. En Hongrie, 396 nichoirs ont été posés pour le Faucon sacre sur des pylônes de lignes de 132 kV. Aujourd'hui, la plupart des couples de cette espèce nichent dans des nichoirs (Biro, 2011 ; Podonyi, 2011). Bagyura *et al.* (2004) ont conclu que l'augmentation du nombre de couples nicheurs de cette espèce en Hongrie depuis le début des années 90 a en partie été favorisée par la mise en place de nombreux sites de nidification dans les arbres et sur les pylônes.

Actuellement dans plusieurs pays d'Europe de l'Est, des initiatives cherchent à fournir au Faucon sacre des opportunités de nidification sans danger sur les installations électriques. Dans les steppes de Mongolie, Dixon (2009) a trouvé des densités de 5,27 couples/100 km sur 171 kilomètres de ligne de transport électrique et de 2,94 couples/100 km sur 102 kilomètres de ligne de distribution. L'auteur a estimé que 400 à 500 couples de Faucon sacre nichaient sur les lignes électriques, ce qui équivaut à 10 à 20% de la population totale de ce pays.

Le Faucon pèlerin, le Faucon crécerelle et le Faucon hobereau sont également connus pour utiliser d'anciens nids de corvidés construits sur les installations électriques (voir ci-après).

En Serbie (province de Voïvodine), les Faucons sacres fréquentant les zones agricoles déboisées nichent majoritairement dans d'anciens nids de corvidés construits sur les installations électriques car il n'existe plus de sites de nidification naturels. Cette espèce bénéficie aussi des lignes électriques car elle a un comportement kleptoparasite sur les autres faucons tels que le Faucon crécerelle et le Faucon hobereau qui se perchent régulièrement sur les lignes et nichent sur les poteaux, ainsi que sur les corvidés - Corneille mantelée (*Corvus cornix*) et Choucas des tours (*Corvus monedula*) – et d'autres rapaces - Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) - (Puzovic, 2008).

Dans une étude réalisée au nord-est de l'Italie, 57% des nids ($n = 49$) d'une population de Faucon crécerelle occupaient d'anciens nids de corvidés sur des pylônes de lignes de transport à moyenne et haute tension. Ces sites de nidification avaient été choisis parmi d'autres sites (naturels) disponibles. Leur productivité était similaire à celles des autres sites, bien que les nids s'écroulaient plus souvent (Krueger, Jr., 1998). Pour une autre population de Faucon crécerelle, des nichoirs placés sur des

poteaux électriques ont été occupés par les oiseaux immédiatement après leur installation, ce qui suggère une rareté des sites naturels de nidification dans les environs. Le nombre de couples nicheurs de cette population a augmenté après cette opération (Dell’Omo *et al.*, 2005).

En Espagne, bien que les lignes électriques constituent une cause importante de mortalité de l’Aigle de Bonelli (*Aquila fasciata*), cette espèce utilise parfois les pylônes comme site de nidification (0,5% des nids) (Del Moral, 2006).

Pour l’Afrique du Nord, les informations sur les impacts positifs des installations électriques sont limitées. En Afrique australe, les grands aigles tels que l’Aigle Martial (*Polemaetus bellicosus*), l’Aigle ravisseur (*Aquila rapax*) et l’Aigle de Verreaux (*Aquila verreauxii*) nichent souvent et avec succès sur des pylônes, comme dans la région du Karoo en Afrique du Sud (Jenkins, 2007). Les autres rapaces connus pour nicher sur les installations électriques en Afrique du Sud sont le Faucon lanier, le Crécerelle aux yeux blancs (*Falco rupicoloides*) et le Grand-duc africain (Smallie, *obs. pers.*). Bien que ce phénomène puisse être considéré comme un aspect positif des lignes pour ces espèces, une analyse plus en profondeur considérant l’ensemble de l’avifaune de la zone pourrait révéler des effets secondaires tels que l’impact de l’augmentation de ces prédateurs sur les populations d’espèces proies.

En Europe et en Asie, il existe quelques informations sur la nidification des espèces du genre *buteo* et des aigles sur les pylônes. En Roumanie, T. Papp (*in litt.*) mentionne la nidification de la Buse féroce (*Buteo rufinus*) sur des pylônes. S. Dereliev (*in litt.*) a observé des Aigles impériaux nichant également sur des pylônes dans l’Ancienne République yougoslave de Macédoine. Toutefois, les informations quantitatives font défaut.

5.4 Autres espèces

Beaucoup d’autres espèces utilisent les installations électriques, tels que poteaux, pylônes et câbles, comme perchoirs ou comme postes de chasse. Dans les steppes et les zones semi-désertiques, les pies-grièches et les traquets chassent souvent à partir des poteaux et des lignes de distribution. C’est également le cas pour les martins-pêcheurs dans les zones humides lorsqu’ils peuvent se mettre à l’affût sur les lignes passant au dessus de canaux, de mares, etc. Beaucoup de passereaux des zones agricoles et semi-naturelles utilisent ces structures comme postes de chant pour délimiter leur territoire. Les oiseaux qui se regroupent en nombre, tels que les hirondelles et les Étourneaux sansonnets (*Sturnus vulgaris*), utilisent souvent les lignes pour se percher, par exemple lors des rassemblements de pré-dortoir.

Les Grands Cormorans et les corvidés sont connus pour utiliser les pylônes comme site de dortoir. Par exemple aux Pays-Bas, plusieurs gros dortoirs de Grands Cormorans (*Phalacrocorax carbo*) sont situés sur des pylônes de lignes à haute tension traversant les plans d’eau sur lesquels les oiseaux se nourrissent pendant la journée. Plusieurs centaines d’individus peuvent ainsi se rassembler sur un seul pylône.

La nidification sur les installations électriques a été décrite pour un certain nombre d’espèces. En dehors des espèces déjà mentionnées, le cas de hérons et de l’Oulette d’Égypte (*Alopochen aegyptiacus*) est notable (références citées par APLIC 2006). La nidification des corvidés présente un intérêt pour les rapaces qui peuvent par la suite utiliser leurs nids s’ils n’en construisent pas eux-mêmes, comme c’est le cas pour plusieurs espèces de faucons. La nidification du Grand Corbeau sur les pylônes de lignes à haute tension a été bien décrite en Amérique du Nord (APLIC, 2006), mais des exemples similaires existent également en Eurasie. Selon les références citées par Agić (2006), des Grands Corbeaux nichant sur des pylônes à haute tension ont été observés dans les années 60 dans la partie européenne de la Fédération de Russie et plus tard au Royaume-Uni, en Allemagne, dans l’ancienne Yougoslavie et en Pologne. En Croatie, 93 couples de Grands Corbeaux ont niché sur des pylônes d’un tronçon de 380 kilomètres de ligne suivi de 1995 à 2001. La population nicheuse a augmenté pendant cette période jusqu’à une densité de 2,45 couples pour 10 kilomètres de ligne, ce qui est la plus forte densité connue dans le monde pour cette espèce sur des pylônes (Agić, 2006). Une

étude réalisée en Pologne a montré que les Grands Corbeaux sont fidèles au poteau qu'ils ont choisi. Ainsi, sur 175 pylônes occupés par l'espèce de 1996 à 1998, 44% des nids ont été occupés pendant les trois années (dans cinq cas, 11 années sur 13) et 38 des nids étaient construits non seulement sur le même pylône mais exactement sur le même emplacement. En Pologne, la raison majeure ayant poussé les oiseaux à délaisser les pylônes les années suivantes est le dérangement humain causé par la mise en place de dispositifs d'effarouchement et par les travaux de rénovation des pylônes (Bednorz 2000 cité par Agić, 2006).

En Roumanie, plusieurs espèces de corvidés telles que le Grand Corbeau et la Corneille mantelée nichent régulièrement sur des pylônes et, les années suivantes, leurs nids sont utilisés par le Faucon crécerelle et Faucon hobereau. Dans certaines régions de Roumanie, des colonies de reproduction de corvidés peuvent même être observées sur les pylônes des lignes à haute tension (information provenant du questionnaire renvoyé pour la Roumanie ; T. Papp, Milvus Group, *in litt.*).

Dans le sud de la France, Kabouche *et al.* (2006) ont établi une synthèse des mentions d'espèces ayant niché sur des pylônes électriques, qui inclut la Cigogne blanche, le Faucon crécerelle, la Pie bavarde (*Pica pica*) et la Corneille noire (*Corvus corone*).

Enfin, des publications mentionnent des pics creusant leurs nids dans les poteaux électriques en bois par exemple en Suède, Finlande, République tchèque, Hongrie et Japon. Les pics du genre *Dendrocopus* sont couramment mis en cause, mais le Pic noir (*Dryocopus martius*), le Pic vert (*Picus viridis*) et le Pic cendré (*Picus canus*) sont également concernés (Turcek, 1960 et les références incluses). Des espèces cavernicoles telles que les mésanges peuvent ensuite occuper ces nids. En Afrique du Sud, un suivi à l'échelle nationale a été mené en 2004 pour évaluer l'étendue des dommages causés par des pics et/ou des barbus et barbicans sur les poteaux électriques et les consoles. Ce suivi a permis d'identifier les zones problématiques dans le pays. Les résultats montrent que les régions du nord et de l'est sont les plus affectées (Matshikiza *et al.*, 2004).

6. Vue d'ensemble sur la législation

Ce chapitre présente une vue d'ensemble des obligations légales et semi-légales précisées dans les conventions internationales, les traités, les mémorandums d'entente, etc., ainsi que dans les législations nationales. Ces éléments visent à encourager les compagnies d'électricité à mettre en œuvre des mesures d'atténuation pour diminuer le nombre d'électrocutions et de collisions d'oiseaux. Ces mesures ont été présentées dans le chapitre précédent et sont décrites plus en détails dans les lignes directrices jointes au présent document (Prinsen *et. al.*, 2011).

6.1 Introduction

Cette synthèse met en évidence l'importance de la perte de biodiversité aviaire directement imputable aux électrocutions et aux collisions avec les lignes électriques qui affectent chaque année plusieurs millions d'oiseaux (voir tableaux 2 & 3 et discussion en paragraphe 3.3). Les chapitres techniques du présent rapport montrent également que le problème de l'électrocution et des collisions d'oiseaux migrateurs avec les réseaux électriques ne fait l'objet d'une attention accrue que depuis très récemment. La bibliographie disponible traite plus souvent de cas particuliers (plus ou moins anecdotiques) à l'échelle locale ou régionale que de recherches systématiques menées sur le sujet.

Alors que ce problème a été mis en évidence dès l'installation des premières lignes électriques comme le témoigne la bibliographie, il est surprenant que peu d'actions aient été menées pour améliorer la recherche et le suivi de l'ampleur de ce phénomène, et pour inciter légalement les compagnies d'électricité à réduire les risques par des mesures d'atténuation appropriées. Cela n'a d'ailleurs pas seulement été le cas à l'échelle des pays mais également à l'échelle internationale.

La mise en place de mesures indirectes est plus commune. Au travers des réponses au questionnaire, il est apparu clairement que presque tous les pays ont développé au fil des années des législations soumettant la construction des lignes électriques à un régime d'étude d'impact environnemental (EIE), qui doit prendre en compte la législation sur la conservation des habitats et de la faune sauvage, pouvant elle-même inclure les oiseaux (voir annexe 5). De telles procédures d'EIE ont pour objectif de choisir et développer les meilleurs tracés pour les lignes électriques afin de réduire au minimum leur impact sur les paysages et la biodiversité (au sens large).

Les *Lignes Directrices pour la Conservation n°11* de l'AEWA intitulées *Lignes directrices pour éviter, minimiser ou atténuer l'impact des infrastructures et les perturbations associées affectant les oiseaux d'eau* (Tucker & Treweek, 2008) portent beaucoup d'attention aux aspects généraux de la planification des infrastructures (routes, lignes électriques, etc.). Elles constituent un document pratique d'une grande aide et propose un véritable pas-à-pas de l'ensemble des éléments nécessaires à la planification et la mise en œuvre des évaluations environnementales stratégiques (EES) et des études d'impact environnemental (EIE). L'Annexe B de ces lignes directrices n°11 de l'AEWA liste les conventions internationales et autres législations qui demandent une évaluation des impacts et renvoie vers des documents d'information. Une partie de cette information est répétée ci-dessous.

Cela est également valable à l'échelle internationale, où la mise en œuvre d'études d'impact environnemental à la fois bien conçues et détaillées, est largement recommandée par exemple dans les traités internationaux, de concert avec l'application du « principe de précaution » dont l'adoption a pu parfois rencontrer quelques difficultés. Toutefois, il existe peu de législations internationales qui, au travers de traités formels, traitent spécifiquement des oiseaux migrateurs, des lignes électriques et des mesures possibles pour réduire leurs impacts. En réalité, seules la Convention de Berne et la CMS portent une attention particulière à ce problème, en adoptant des résolutions et des documents d'orientation sur les possibilités de réduire l'impact négatif sur les oiseaux, le problème de l'électrocution étant traité prioritairement par rapport aux collisions.

Une synthèse des obligations les plus pertinentes est présentée ci-dessous. Elle prend en compte aussi bien les mesures réglementaires strictes que celles moins contraignantes, figurant dans les accords

internationaux et nationaux tels que les traités, conventions, résolutions de conventions, législations nationales (le plus souvent d'après les réponses au questionnaire comme résumé en annexe 5), ainsi que les déclarations informelles tenues par exemple à l'occasion de conférences. Au niveau national, l'information est donnée également lorsqu'il existe des accords informels, sous la forme notamment de mémorandums d'entente (si cette information a été fournie par les pays en question).

Cette synthèse ne fait référence qu'aux déclarations les plus générales et les plus importantes des conventions sur la conservation de la biodiversité, lorsqu'elles sont en rapport avec la problématique traitée. Elle n'a pas pour ambition de lister l'ensemble des obligations internationales relatives à la conservation de la biodiversité qui sont mises en œuvre (de manière répétée) par les pays à travers divers traités et plus précisément à travers la Convention sur la Biodiversité ou, pour les états membres de l'Union européenne, à travers la stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité pour 2020 (EU 2011).

6.2 Convention sur la diversité biologique (CDB)

La Convention sur la diversité biologique (CDB) n'a pas développé de recommandations ou de lignes directrices spécifiques au problème des oiseaux migrateurs et des lignes électriques. Dès les premières étapes du développement des politiques de mise en œuvre sous les auspices de la CDB, il a été convenu que les problèmes relatifs aux oiseaux migrateurs devraient en premier lieu être traités dans le cadre de la CMS, puis dans un second temps par la CDB, dans une prise en compte plus large des questions de biodiversité.

Toutefois, nombre d'orientations politiques globales portant sur la conservation et la restauration de la biodiversité en général ont également des implications sur les espèces migratrices. La CDB encourage fortement et demande aux Parties contractantes d'appliquer rigoureusement les procédures d'évaluation (EES et EIE) lorsque des activités pouvant avoir un impact sur la biodiversité sont planifiées (voir décision de la COP VIII/28 de mars 2006 ; voir également Cahier Technique CDB n° 26 : <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-26-fr.pdf>). Dans le cadre des EES et EIE, ces procédures incluent également des conseils sur la recherche d'énergies alternatives pour lesquelles les lignes électriques ne seraient pas nécessaires ou seraient réduites au minimum.

L'application de l'approche écosystémique et la prise en compte de la problématique à l'échelle transfrontalière sont toutes deux promues par la CDB. La spécificité des contextes transfrontaliers doit en effet être considérée comme une problématique essentielle dans l'évaluation de l'impact des lignes électriques sur les oiseaux migrateurs. Dans ce cadre, les accords bilatéraux peuvent s'avérer insuffisants et la mise en place d'accords multilatéraux peut être plus pertinente au regard de l'interconnexion possible des réseaux électriques, traversant souvent plusieurs frontières à l'instar des oiseaux migrateurs.

Les *Objectifs d'Aichi* pour la biodiversité (CDB 2011) constituent l'appel international pour la biodiversité le plus récent. Nombre de ces objectifs sont d'une portée générale et leur application au problème des lignes électriques et de la conservation des oiseaux est d'une grande utilité. Les *Objectifs d'Aichi* traitent de problématiques prioritaires telles que les causes sous-jacentes de la perte de la biodiversité, la réduction des pressions directes sur la biodiversité, la préservation des écosystèmes, la diversité spécifique et génétique ainsi que la planification participative pour améliorer la mise en œuvre des politiques de conservation de la biodiversité.

Depuis la planification de nouvelles infrastructures jusqu'aux mesures d'atténuation pour les lignes existantes, chacun des objectifs énoncés présente une utilité dans le cas des lignes électriques et de la conservation des oiseaux.

6.3 Convention sur les zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau (Convention de Ramsar)

Dans la longue histoire de la Convention de Ramsar (mentionnée ci-dessus dans son titre originel, étant donné que les oiseaux d'eau sont souvent victimes des lignes électriques) avec ses nombreuses résolutions et recommandations, il n'existe pas de document d'orientation spécifique aux lignes électriques et à la conservation des zones humides ou au problème d'électrocution et de collision des oiseaux d'eau.

Il existe de nombreux documents et lignes directrices traitant de l'importance et de l'usage durable des zones humides, ou encore des procédures d'étude d'impact environnemental en lien avec les menaces potentielles pesant sur les zones humides. Les questions liées aux lignes électriques ne sont pour autant pas traitées spécifiquement dans ces lignes directrices. Toutefois, l'obligation faite aux Parties contractantes de la Convention de Ramsar de protéger les zones humides en général doit être un critère important dans l'évaluation du tracé d'une ligne électrique à travers ou à proximité d'une zone humide. Ceci est essentiel lorsqu'une zone humide a été désignée formellement en tant que site Ramsar d'importance internationale. Cette désignation est fréquemment basée sur de forts effectifs d'oiseaux d'eau, ces derniers étant très vulnérables vis-à-vis des risques de collision avec les lignes électriques. (voir paragraphe 3.3). La planification de la traversée d'un site Ramsar par une ligne électrique peut être notifiée par les autorités ou les associations au Secrétariat de la Convention. Le Secrétariat peut alors dans le cadre d'une mission consultative Ramsar. (http://www.ramsar.org/cda/fr/ramsar-activities-advisory/main/ramsar/1-63-314_4000_1) fournir des conseils sur les possibilités de réduire les impacts ou de trouver des solutions alternatives.

Pour d'évidentes raisons de facilité de construction, (et donc de coûts moins élevés), les lignes électriques traversent plus souvent des milieux ouverts, incluant des zones humides, que des milieux forestiers, ces derniers demandant des investissements bien plus importants pour la construction des lignes.

Le *Key Concept Index to Ramsar Decisions and the Strategic Plan* (Index des concepts-clés pour la prise de décisions Ramsar et pour la mise en œuvre du Plan stratégique), disponible sur le site internet de la Convention, dresse un inventaire détaillé des modes opératoires utilisés par la Convention sur les questions telles que les études d'impact environnemental. Cet index se réfère au texte de la Convention, aux plans stratégiques, aux lignes directrices et à l'ensemble des décisions telles que retranscrites dans les résolutions et recommandations, incluant celles relatives aux procédures d'EIE et d'EES, aux principes d'usage durable, au maintien des caractéristiques écologiques des zones humides, etc. L'ensemble de ces éléments se révèle pertinent pour la conservation des zones humides et des oiseaux d'eau et doit être mis en œuvre lors de la planification d'une ligne électrique susceptible de traverser une zone humide.

Par ailleurs, et plus particulièrement au regard de sa dénomination originelle, la Convention de Ramsar prête attention à la conservation des oiseaux d'eau migrateurs. Ceci a été mis en relief par exemple à travers la résolution n° X.22 adoptée lors de la COP10 intitulée *Promouvoir la coopération internationale pour la conservation des voies de migration des oiseaux d'eau* qui :

« PRIE INSTAMMENT les Parties d'identifier et d'inscrire sur la Liste des sites Ramsar toutes les zones humides importantes pour les voies de migration des oiseaux d'eau, conformément au *Cadre stratégique et lignes directrices pour orienter l'évolution de la Liste des zones humides d'importance internationale* (Résolution VIII.11, modifiée). »

Enfin, il faut noter que la Convention de Ramsar prépare actuellement de nouvelles orientations (*Cadre pour l'évitement, l'atténuation et la compensation de la perte de zones humides, in prep., comm. pers.*, Secrétariat de la Convention) sur les changements probables des zones humides ou liés aux actions d'origine anthropique et devant être traités par les Parties contractantes. Ceci est important pour les Parties notamment dans le tracé de futures lignes électriques qui pourraient traverser ou avoir une influence notable sur les zones humides. Bien qu'une nouvelle ligne ne se traduise pas par la perte

directe de milieux humides (en dehors de zones restreintes nécessaires à l'installation des pylônes), elle influencera certainement le comportement et les mouvements des oiseaux d'eau.

6.4 Convention sur les espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS)

6.4.1 Dispositions générales

La *Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage*, dite CMS ou Convention de Bonn, est l'instrument le plus approprié pour traiter de la conservation des espèces migratrices et notamment des multiples aspects spécifiques à la conservation des oiseaux. Elle inclut des politiques de conservation et des lignes directrices portant sur les problèmes causés par des infrastructures humaines.

Le texte de la CMS met l'accent sur cette problématique dans différents articles, qui demandent par exemple aux États de la région Afrique-Eurasie et/ou aux Parties contractantes de prêter une attention particulière aux actions en faveur d'espèces ayant un statut de conservation défavorable et de prendre des mesures pour éviter que les espèces migratrices ne deviennent en danger (Art. II, §. 1 & 2). La CMS demande également aux Parties de tout mettre en œuvre pour empêcher et réduire les effets négatifs des activités et des obstacles susceptibles d'entraver ou d'empêcher la migration des espèces (Art. III, § 4b & 4c).

Il est également important de mettre en relief les accords spécifiques de la Convention portant sur les travaux de recherche relatifs aux oiseaux migrateurs (Art. II – 3a). Un tel article sur la nécessité fondamentale de mener des recherches scientifiques n'existe sous cette forme dans aucune autre convention. Il s'applique à toutes les problématiques importantes pour les espèces migratrices et donc aux problèmes liés aux structures d'origine anthropique telles que les lignes électriques.

Lors de la COP7 de la CMS en 2002, la résolution 7.2. portant sur l'évaluation d'impact et les espèces migratrices a été acceptée. Elle demande aux Parties de mettre en œuvre des procédures d'EES et EIE, qui semblent en effet appropriées pour traiter le problème grandissant des collisions et électrocutions des oiseaux migrateurs. Ceci est d'autant plus important que le problème affecte de nombreuses espèces de grande taille, souvent vulnérables, telles que les outardes, les grues, les cigognes et les rapaces, beaucoup d'entre-elles étant déjà en danger. Une évaluation prudente du besoin de création de nouvelles lignes électriques, et, si tel est le cas, de leurs tracés et paramètres de construction, peut atténuer significativement les problèmes d'électrocution et de collision.

6.4.2 Dispositions particulières portant sur les lignes électriques et les oiseaux migrateurs

S'agissant de la problématique des oiseaux migrateurs et des réseaux de lignes électriques, la COP7 (Bonn, Septembre 2002) a adopté une résolution (PNUE/CMS/Res. 7.4) portant une attention spécifique aux problèmes d'électrocution, et qui, ne serait-ce qu'à travers un paragraphe, mentionne également l'effet négatif des collisions.

Cette résolution appelle notamment les Parties à prêter une attention particulière au problème de l'électrocution et à mettre en œuvre des mesures d'atténuation ayant démontré leur efficacité dans la réduction de la mortalité aviaire. Ceci doit en premier lieu être appliqué lors de la construction de nouvelles lignes électriques. La résolution appelle également les Parties à prendre des mesures permettant de neutraliser les pylônes et lignes de transport d'électricité, afin de protéger des oiseaux de l'électrocution. Enfin, la résolution appelle également les Parties à intégrer les mesures d'atténuation dans leur législation nationale afin de minimiser l'électrocution et les collisions des oiseaux migrateurs.

A cette résolution a été jointe un document d'information pratique (PNUE/CMS/ Inf.7.21) mettant en relief certaines solutions techniques permettant d'éviter l'électrocution. Cette notice est une

publication conjointe de l'ONG de conservation allemande NABU et du Ministère allemand de l'environnement, de la conservation de la nature et de la sécurité nucléaire (BMU).

6.5 Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA)

Cet accord développé dans le cadre de la CMS est entré en vigueur en novembre 1999. Il a pour objet de rassembler les 119 États de la région Afrique-Eurasie autour d'une politique commune de protection des oiseaux migrateurs sur l'ensemble de la voie de migration, depuis l'Arctique jusqu'à l'Afrique australe. Le texte de l'Accord contient nombre d'obligations (voir ci-dessous) pertinentes pour traiter la problématique des oiseaux migrateurs et des lignes électriques. Afin d'appuyer les Parties dans la mise en œuvre des mesures générales de conservation, le Secrétariat de l'AEWA a publié à ce jour 12 documents présentant des lignes directrices pratiques pour traiter les problèmes de conservation pouvant avoir un impact sur le statut des oiseaux migrateurs. Comme précisé en introduction, les *Lignes Directrices pour la Conservation n°11* peuvent s'appliquer au problème des oiseaux migrateurs et des lignes électriques : *Guideline on how to avoid, minimise or mitigate impact of infrastructural developments and related disturbance affecting waterbirds* (Lignes directrices pour éviter, minimiser ou atténuer l'impact du développement des infrastructures et les dérangements associés affectant les oiseaux d'eau) (Tucker & Treweek, 2008).

Tucker et Treweek (2008) ont résumé les principales exigences et obligations formulées par l'AEWA (aussi bien dans le texte de l'Accord que dans le Plan d'action) pour la prise en compte globale des impacts des activités humaines et de leur atténuation. Ces exigences et obligations, applicables à la problématique des oiseaux d'eau et des lignes électriques, sont résumées et retranscrites ci-dessous.

Citation de Tucker & Treweek (2008)

Les principes fondamentaux de l'AEWA, tels que décrits à l'article II, précisent que « *1. Les Parties prennent des mesures coordonnées pour maintenir ou rétablir les espèces d'oiseaux d'eau migrateurs dans un état de conservation favorable* ». Pour atteindre cet objectif, elles doivent mettre en œuvre des mesures générales de conservation (décrites à l'Article III), ainsi que des mesures particulières précisées dans le Plan d'action de l'AEWA. En outre, dans la mise en application de ces mesures, « *les Parties devraient prendre en considération le principe de précaution* ».

Dans les mesures générales de conservation listées à l'article III, le point 2e s'applique particulièrement aux questions du développement des infrastructures et de l'évaluation d'impact. Il précise que les Parties « *étudient les problèmes qui se posent ou se poseront vraisemblablement du fait d'activités humaines et s'efforcent de mettre en œuvre des mesures correctrices, y compris des mesures de restauration et de réhabilitation d'habitats, et des mesures compensatoires pour la perte d'habitats* ». Les mesures concernant l'évaluation des impacts contribuent également à la mise en œuvre des actions 2c et 2d relatives à l'identification, la protection et la gestion des sites et réseaux d'habitats présentant une importance particulière pour les oiseaux d'eau.

La Section 4 du Plan d'action de l'AEWA traite de la gestion des activités humaines et inclut plusieurs mesures pertinentes devant être prises par les Parties pour ce qui concerne les impacts des infrastructures et les dérangements induits. L'action 4.3.1. traite spécifiquement des évaluations d'impact et précise que « *les Parties évaluent l'impact des projets qui sont susceptibles de créer des conflits entre les populations figurant au tableau 1 [Oiseaux d'eau migrateurs] qui se trouvent dans les aires mentionnées au paragraphe 3.2 ci-dessus [zones de conservation] et les intérêts humains, et font en sorte que les résultats de ces évaluations soient mis à la disposition du public* ».

L'action 4.3.5. renvoie également aux mesures concernant les impacts des infrastructures. Elle précise : « *Les Parties, dans la mesure du possible, encouragent l'application de normes environnementales élevées dans la planification et la construction d'équipements en vue de réduire à un niveau minimal l'impact de ceux-ci sur les populations figurant au tableau 1. Elles devraient envisager les mesures à prendre pour réduire à un niveau minimal l'impact des équipements déjà*

existants lorsqu'il devient évident que ceux-ci ont un impact défavorable sur les populations concernées. »

L'action 4.3.6. relative aux impacts du dérangement, qui peuvent notamment être induits par le développement d'infrastructures, précise : « *Au cas où les perturbations humaines menacent l'état de conservation des populations d'oiseaux d'eau figurant au tableau 1, les Parties s'efforcent de prendre des mesures pour réduire la menace. Les mesures appropriées pourraient comporter, entre autres, à l'intérieur de zones protégées, la création de zones libres de toute perturbation et dont l'accès serait interdit au public. »*

Fin de citation

L'AEWA prête une attention particulière au problème des oiseaux d'eau migrateurs et des obstacles d'origine anthropique tels que les lignes électriques. Les oiseaux d'eau sont, en général, des espèces de grande taille et qui fréquentent des milieux ouverts (tels que les steppes, les zones humides, les prairies, etc.), deux caractéristiques les soumettant à un risque plus élevé de collision et d'électrocution. Les suivis et les résultats de recherches scientifiques ont d'ailleurs démontré que les oiseaux d'eau sont plus fréquemment victimes de collisions (voir chapitre 3).

6.6 Mémoire d'Entente sur la conservation des oiseaux de proie migrateurs en Afrique et Eurasie

Ce Mémoire d'Entente (MdE) a été conclu en octobre 2008, son Secrétariat étant basé à Abu Dhabi depuis 2009. Le Plan d'action du Mémoire (qui constitue son Annexe 3) inclut quelques activités liées aux lignes électriques, aux rapaces migrateurs, aux électrocutions et plus rarement aux collisions. Le tableau 2 du Plan d'action liste des activités pertinentes au regard de la problématique des lignes électriques. Celles-ci sont citées *in extenso* ci-dessous.

« 1.4 Examiner la législation pertinente et entreprendre des démarches, quand cela s'avère possible, pour s'assurer que cette législation exige que toutes les nouvelles lignes électriques soient conçues de manière à éviter l'électrocution des oiseaux de proie. »

« 2.3 Mener des analyses de risque sur les sites importants (y compris ceux cités dans le tableau 3) afin d'identifier et de traiter les causes de mortalité accidentelle réelles ou potentielles d'origine humaine (dont les incendies, le dépôt de poisons, l'usage de pesticides, les lignes électriques, les éoliennes). »

« 2.4 Entreprendre des évaluations environnementales stratégiques des développements d'infrastructures importants prévus au sein d'importantes voies de migration afin d'identifier les zones présentant un risque majeur. »

« 3.2 Là où c'est faisable, entreprendre les actions nécessaires pour s'assurer que les lignes électriques existantes qui constituent le plus grand risque pour les oiseaux de proie soient modifiées pour éviter leur électrocution. »

Avec le soutien financier du PNUE/FEM, Birdlife International a mis en place en 2009 un projet portant sur les voies de migration et visant une partie de la région concernée par le MdE sur les oiseaux de proie (<http://www.birdlife.org/regional/africa/pdfs/Factsheet-MSBs-Updated.pdf>). Ce projet de conservation des grands rapaces planeurs s'intéresse aux problèmes d'électrocution et de collision avec les réseaux de lignes électriques et met ainsi en œuvre certains éléments du Plan d'action.

6.7 Mémoire d'Accord pour la conservation et la gestion des populations d'Europe Centrale de Grande Outarde

Ce Mémoire d'Accord est entré en vigueur en 2001 et a pour objectif la conservation des populations d'Outarde barbue (ou Grande Outarde) *Otis tarda* dans les pays d'Europe centrale, notamment en Hongrie mais également dans les autres pays de la région.

La partie 1 du Plan d'action (aspects généraux) comporte un point spécifique aux lignes électriques, qui précise au Point 2.3.2. : « *Les lignes existantes qui traversent les zones où la Grande Outarde est présente doivent être enterrées ou balisées de manière visible. De nouvelles lignes ne devraient pas être construites dans les zones où l'espèce est présente.* »

Plusieurs projets, dont certains financés par le programme LIFE de l'Union européenne, ont permis, grâce à la mise en œuvre de mesures d'atténuation sur les lignes existantes, de résoudre certains problèmes rencontrés par cette espèce.

6.8 Convention de Berne

La *Convention relative à la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels de l'Europe*, dite Convention de Berne (conclue en 1979), est administrée par le Conseil de l'Europe. En tant que telle, elle contient dans son texte les accords généraux sur la conservation, la protection des espèces et des habitats, ainsi que des obligations d'évaluation des impacts d'origine anthropique sur les habitats, les paysages et les espèces.

L'article 2 de la Convention demande aux Parties de prendre les mesures nécessaires pour maintenir les populations de la faune sauvage à un niveau qui « *correspond notamment aux exigences écologiques, scientifiques et culturelles, tout en tenant compte des exigences économiques* ».

Il est intéressant de noter que dans ce cas, les aspects économiques sont inclus dans la Convention.

Dans sa longue histoire la Convention de Berne a souvent prêté attention à des problèmes de conservation spécifiques, notamment la problématique des oiseaux et des lignes électriques. Ceci a été le cas en 2003 et 2004. En 2003, elle a publié un rapport intitulé *Protéger les oiseaux des lignes électriques : guide pratique sur les risques liés aux réseaux électriques pour les oiseaux et solutions pour en minimiser les effets adverses* (T-PVS/Inf (2003) 15; BirdLife International avec l'appui de NABU).

Le contenu de ce rapport est similaire au rapport soumis par NABU et le Gouvernement allemand lors de la COP7 de la CMS en 2002 à Bonn.

Les discussions entre les Parties de la Convention sur ce rapport furent suivies en 2004 de l'adoption de la Recommandation 110 (3 décembre 2004) par le Comité permanent (dans les faits, par la Conférence des Parties). Cette recommandation vise « *l'atténuation des nuisances des installations aériennes de transport d'électricité (lignes électriques) pour les oiseaux* ».

Cette Recommandation demande aux Parties de prendre « *les mesures appropriées les plus efficaces pour réduire la mortalité liée aux réseaux électriques* », et fait référence à la Résolution 7.4. de la CMS. La Recommandation demande également aux Parties d' « *appliquer autant que possible les mesures en faveur de la sécurité des oiseaux telles que suggérées par le rapport technique* » (rapport cité ci-dessus T-VS/Inf (2003) 15). La Recommandation inclut un tableau listant des groupes d'espèces et précisant leur vulnérabilité vis-à-vis de l'électrocution ou des collisions. Il spécifie également certains aspects techniques relatifs à la construction des pylônes et des lignes, ainsi que des techniques d'atténuation.

Ceci illustre la volonté des Parties, des pays d'Europe pour la plupart mais aussi quelques pays africains, de prendre des mesures appropriées pour traiter le problème des lignes électriques et des oiseaux, et plus particulièrement les problèmes d'électrocution.

En 2010, la Convention de Berne a publié un rapport (T-PVS/Files (2010) 11) intitulé *Mise en œuvre de la Recommandation N°110/2004 visant l'atténuation des nuisances des installations aériennes de transport d'électricité (lignes électriques) pour les oiseaux- Rapports nationaux*. Il compile 14 rapports nationaux produits par les Parties, précisant les modalités de mise en œuvre de la Recommandation par chaque État, comme demandé en 2004. Cela signifie que moins de la moitié des Parties ont répondu dans les temps impartis.

Le questionnaire diffusé aux Parties de la CMS et de l'AEWA dans le cadre du présent projet contient des questions similaires et les réponses reçues apportent également une information similaire ou légèrement mise à jour. Lorsqu'elles ont été jugées pertinentes, les deux sources d'information ont été utilisées pour la rédaction du chapitre portant sur les législations nationales et de l'annexe 5 récapitulant les réponses émanant de chaque pays.

6.9 Directives européennes

L'Union européenne dispose de plusieurs instruments législatifs permettant de traiter le problème des oiseaux migrateurs et des lignes électriques. Au niveau des espèces, c'est le cas de la Directive Oiseaux (79/409/EEC) et de la Directive Habitats (92/43/EEC) qui comportent, compte tenu de leurs objectifs propres, des articles relatifs aux mesures préventives et à l'évaluation des programmes et projets.

En outre, l'Union européenne a établi des Directives portant sur les procédures d'EIE et d'EES, en précisant leurs modalités de mise en œuvre. Ces procédures sont particulièrement adaptées aux problématiques de construction de lignes électriques. La Directive sur les EIE inclut une obligation spécifique pour les lignes aériennes de 220 kV (ou plus) et d'une longueur supérieure à 15 kilomètres. Les deux procédures d'évaluation recommandent de porter une attention particulière lorsque la construction de lignes électriques est susceptible d'impacter des sites Natura 2000 et des Zones de Protection Spéciale (ZPS).

À travers l'instrument financier LIFE, l'Union européenne soutient un certain nombre de projets ayant pour objectif de réduire la mortalité d'espèces en danger, causée par les électrocutions et les collisions avec les lignes électriques (ces espèces sont souvent de grande taille, telle l'Outarde barbue qui fait l'objet d'un Mémoire d'Accord dans le cadre de la CMS et qui a bénéficié d'un projet LIFE en Autriche, Slovaquie et Hongrie). L'instrument LIFE a également permis de financer la pose d'équipements techniques sur les lignes électriques afin de limiter les risques de collision et d'électrocution dans certains pays membres de l'UE.

6.10 Législations nationales

L'information a pu être collectée seulement auprès de 33 pays (en incluant l'Union européenne) ayant renvoyé le questionnaire (voir annexe 2). Des informations additionnelles de cinq autres pays ont été compilées à partir du rapport T-PVS/Files (2010) 11 de la Convention de Berne intitulé *Mise en œuvre de la Recommandation N°110/2004 visant l'atténuation des nuisances des installations aériennes de transport d'électricité (lignes électriques) pour les oiseaux-Rapports nationaux*.

L'information disponible est résumée en annexe 5. Elle est cependant quelque peu biaisée car les données sont en majorité issues des pays européens et de quelques pays d'Afrique. Pour la Fédération de Russie, le Moyen-Orient et l'Asie (la zone incluse dans le MdE de la CMS sur les rapaces), les informations collectées par le biais du questionnaire étaient presque inexistantes et les données bibliographiques étaient difficiles à évaluer ou très rares.

Les législations nationales sur le problème des lignes électriques et des oiseaux sont visiblement rares et limitées. Dans presque tous les pays, ce problème est traité au travers des procédures d'EES et d'EIE lorsque la construction d'une nouvelle ligne électrique est programmée. Ces procédures vont de pair avec les législations ou obligations nationales et internationales relatives à la conservation de la faune sauvage et des habitats (par exemple lorsqu'un pays est Partie contractante d'une Convention ou membre de l'Union européenne). Pour autant, l'information fournie ne permet pas de savoir si les pays ont l'obligation, dans le cadre de leurs procédures nationales d'EIE, de mettre en œuvre des suivis ornithologiques sur la zone où est prévue la construction d'une ligne électrique, ou d'utiliser les meilleures informations disponibles sur l'avifaune pour identifier les zones et tracés de lignes électriques présentant des risques potentiels au regard de l'électrocution et des collisions aviaires.

Les possibilités d'application plus ou moins strictes d'une législation nationale sur la faune sauvage déterminent sa capacité éventuelle à empêcher la construction de certaines lignes électriques. La législation nationale est souvent orientée vers une protection maximale des espèces ou des individus, plus particulièrement pour les espèces en danger au niveau international (listes rouges de l'UICN, Annexes de la CMS et de l'AEWA, etc.) ou ayant un statut de protection strict au niveau national. Par sa nature, cette protection stricte s'oppose à la construction d'infrastructures en général et plus spécifiquement à la construction de lignes électriques lorsqu'un risque de mortalité aviaire par électrocution ou collision est connu.

Les informations fournies par les États montrent différentes politiques mises en œuvre pour traiter et réduire les problèmes des lignes électriques et des oiseaux. Toutes les lignes de distribution à basse et moyenne tension ont été enterrées aux Pays-Bas et cette procédure est en cours en Belgique, au Royaume-Uni, en Norvège, au Danemark et en Allemagne. Grâce à ces mesures, les problèmes d'électrocution et de collisions ont ainsi été résolus ou très fortement réduits dans ces pays. De rares pays européens, tels que le Danemark ou la Suisse, travaillent même à l'enfouissement de certains tronçons de lignes à haute tension, ce qui constitue un véritable challenge technologique et représente d'importants investissements. Certains pays appliquent également des mesures d'atténuation de l'électrocution et des collisions dès les tous premiers stades de la construction de lignes.

Il est intéressant de noter que certains pays n'ont pas choisi l'option réglementaire pour éviter la mortalité aviaire imputable aux réseaux électriques, mais ont en lieu et place développé des accords volontaires entre les compagnies d'électricité, les autorités gouvernementales et les ONG. Ces accords volontaires ont pour objectif la mise en œuvre d'orientations permettant de réduire les dommages (APLIC, 2005 ; Antal, 2010). Ils incluent fréquemment des lignes directrices pour la mise en place de suivis, la contribution aux programmes de recherche et pour déterminer les tronçons de réseaux électriques devant prioritairement faire l'objet de mesures d'atténuation.

6.11 Déclarations issues de rencontres et conférences internationales, ONG, etc.

On compte un nombre considérable de déclarations et messages lancés à l'occasion de rencontres internationales et de conférences traitant du sujet des lignes électriques et des oiseaux. De telles déclarations restent informelles et ne sont pas juridiquement contraignantes pour les États qui y prennent part. Elles se révèlent toutefois importantes dans la mesure où elles contiennent souvent des informations actualisées et stimulent la mise en œuvre d'actions par les gouvernements. Certaines des déclarations les plus pertinentes ont par la suite été adoptées intégralement et d'une manière formelle par les États, au travers de résolutions lors des conférences des Parties de la Convention de Ramsar ou de la CMS par exemple.

Ceci a récemment été le cas avec la Déclaration d'Édimbourg adoptée lors de la conférence internationale *Waterbirds around the World* (Oiseaux du Monde), qui s'est tenue à Édimbourg en avril 2004. Cette déclaration demande la mise en œuvre d'actions globales de conservation, de recherche, de gestion durable relatives aux oiseaux d'eau sur l'ensemble des voies de migration. La mise en œuvre de ces actions contribuerait également à résoudre le problème des oiseaux migrateurs et des lignes électriques.

La Déclaration d'Édimbourg a été reconnue officiellement et jointe aux résolutions de la Convention de Ramsar (Résolution X. 22 : « Promouvoir la coopération internationale pour la conservation des voies de migration des oiseaux d'eau », en 2008), et de l'AEWA (Résolution 3.7. : « Mise en œuvre des conclusions de la conférence *Oiseaux du Monde* », en 2005). Elle a également été mentionnée dans la CMS (Résolution 9.2. « Priorités des accords de la CMS », en 2008). A travers cette adoption formelle, les Parties ont accepté de mettre en œuvre les actions demandées et sont obligées d'agir en conséquence. Il est à noter que la déclaration d'Édimbourg ne contient pas d'items spécifiques aux problèmes des lignes électriques.

Parmi les déclarations récentes concernant l'Europe, on peut citer : le Message d'Athènes (2009), la Déclaration de la Haye (2010), les Priorités de Cibeles (EU, 2010), la Conférence de l'UNESCO *Science et politiques de la biodiversité* (2010). D'une manière générale, elles mettent fortement l'accent sur les objectifs communs en matière de biodiversité tels qu'agréés dans le cadre de la CDB.

La Déclaration de Budapest (2011), adoptée très récemment suite à une conférence européenne spécialement dédiée aux problèmes de réseaux électriques et de mortalité aviaire induite, cible spécifiquement ce problème (voir encadré 1).

Pour les oiseaux (d'eau) migrateurs, la Déclaration de La Haye : *Flyway Conservation in action - La conservation par la voie de migration à l'œuvre* est d'importance puisqu'elle a été agréée en clôture du symposium célébrant le 15^{ème} anniversaire de l'AEWA en juin 2010, à la Haye aux Pays-Bas. Elle réaffirme nombre des actions prévues dans la Déclaration d'Édimbourg, tout en mettant l'accent sur l'utilisation durable, l'implication des communautés locales et l'intégration des thématiques liées aux oiseaux migrateurs dans d'autres aspects sociétaux tels que l'aménagement du territoire et la coopération pour le développement. La construction des lignes électriques et les problèmes de conservation des oiseaux sont donc également concernés.

Aucun de ces documents, excepté la Déclaration de Budapest, ne mentionne spécifiquement le problème des oiseaux migrateurs et des lignes électriques. Il est cependant important de noter que ces déclarations représentent des obligations morales très fortes et sont, dans ce sens, de bons instruments pour rappeler constamment aux États leurs obligations dans le cadre d'instruments plus formels tels que les conventions lorsqu'ils en sont Parties contractantes ou les Directives européennes pour les États membres de l'UE.

Les *Principes de l'Équateur* sont également à placer dans cette catégorie. Ils constituent un ensemble de référentiels mis en place sur la base du volontariat, pour déterminer, évaluer et gérer les risques sociaux et environnementaux dans le financement de projet en général. De ce fait, les financeurs souhaitent que les bénéficiaires prennent en compte ces principes et appliquent également leur propre législation nationale sur la conservation de la nature et de la faune sauvage. Cela pourrait constituer une façon de traiter le problème des oiseaux et des lignes électriques, mais à ce jour cette problématique n'est pas spécifiquement mentionnée dans le référentiel et il n'existe aucune information attestant d'une application de ces principes à la construction de lignes électriques.

Pour ce qui concerne l'implication des ONG internationales, Birdlife International a présenté en 2007 une *Déclaration de position sur les oiseaux et les lignes électriques*. Bien que cette déclaration ne soit pas juridiquement contraignante, elle est néanmoins très claire sur le sujet et prend en compte les législations nationales et internationales ad hoc existantes. La déclaration propose la mise en œuvre de mesures d'atténuation ainsi que le développement de recherches et de suivis. Il est important de mentionner cette déclaration car elle est soutenue par tous les partenaires nationaux Birdlife, qui sont des parties prenantes incontournables avec les compagnies d'électricité et les agences gouvernementales, lors d'initiatives nationales visant à réduire la mortalité aviaire due aux lignes électriques. Enfin, il semble important de signaler la publication du rapport de BirdLife Europe *Meeting Europe's renewable energy targets in harmony with nature* (Atteindre les objectifs d'énergies renouvelables de l'Europe en harmonie avec la nature) à paraître en novembre 2011. Ce rapport décrit les possibilités pour les décideurs politiques de contribuer à rendre la révolution des énergies

renouvelables réellement « verte » et comprend une section dédiée aux risques que représentent les lignes électriques en termes de conservation (BirdLife Europe, 2011).

Encadré 1 : la Déclaration de Budapest

La Déclaration de Budapest sur la protection des oiseaux vis-à-vis des lignes électriques a été adoptée lors de la conférence Power lines and Bird mortality in Europe (Réseaux électriques et mortalité aviaire en Europe) à Budapest en Hongrie, 13 avril 2011. Cette conférence était coorganisée par BirdLife Hongrie, le Ministère hongrois du développement rural et Birdlife Europe et généreusement accueillie par la société MAVIR (la société hongroise de transport d'électricité). Elle faisait partie du programme officiel de la Présidence hongroise de l'Union européenne en 2011. Au total, 123 participants issus de 29 pays européens et d'Asie Centrale ainsi que la Commission Européenne, le PNUE/AEWA, six sociétés d'énergie et entreprises de service public, des experts, des consultants et des ONG ont pris part à cet événement.

Les participants à cette conférence ont adopté une Déclaration appelant les institutions européennes (Commission et Parlement) ainsi que les gouvernements, à « réconcilier la production d'énergie, son transport et sa distribution avec la protection des oiseaux sauvages dans et en dehors des aires protégées ».

La déclaration se réfère aux résolutions telles qu'adoptées par la Convention de Berne (2004) et la CMS (2002) et, pour les États membres de l'Union européenne, aux réglementations mises en place dans le cadre de la Directive « Oiseaux ». La nécessité d'appliquer les procédures d'EIE et d'EES lorsqu'une nouvelle ligne électrique est programmée, est également soulignée. La Conférence a appelé toutes les Parties intéressées à entreprendre toutes les actions susceptibles d'atténuer les effets des lignes électriques sur la mortalité aviaire, Elle a formulé de nombreuses actions et activités dont les suivantes :

- *mettre en place dans chaque pays et au plan international des groupes d'experts de la sécurité des oiseaux vis-à-vis des lignes électriques, chargés d'examiner, de consolider et de diffuser les normes techniques disponibles en la matière ;*
- *élaborer des programmes nationaux et européens de prévention et d'atténuation de l'électrocution et des collisions aviaires ;*
- *promouvoir les échanges d'expériences techniques, biologiques et administratives et soutenir la mise en œuvre de ces programmes ;*
- *élaborer des protocoles de suivi standard à l'échelle internationale ; lancer une mobilisation paneuropéenne pour améliorer la sécurité des oiseaux sur les lignes électriques, comprenant notamment de la recherche, des projets de communication et une coopération volontaire entre l'industrie, les pouvoirs publics et la société civile ;*
- *soutenir les échanges actuels d'expérience entre les pays membres et non membres de l'UE afin de réduire, voire éliminer, les électrocutions et les collisions d'oiseaux sur les lignes électriques ;*
- *définir les priorités de mise en œuvre de mesures d'atténuation en fonction des données sur la répartition des oiseaux et en consultation avec les experts compétents des administrations, de l'industrie, des milieux universitaires et des ONG ;*
- *promouvoir et soutenir financièrement une surveillance internationalement standardisée des impacts des lignes électriques sur les oiseaux, assortie de l'indispensable évaluation de l'efficacité des mesures d'atténuation.*

Pour accéder au texte complet de la déclaration et aux présentations de la conférence :

<http://www.mme.hu/termeszetvedelem/budapest-conference-13-04-2011>

6.12 Conclusions générales sur les accords internationaux et nationaux

Seuls quelques instruments internationaux pour la conservation incluent des recommandations et des actions spécifiques formulées à l'attention de leurs Parties sur le problème de l'électrocution et des collisions des oiseaux (migrateurs) en relation avec la construction de nouvelles lignes électriques ou avec les réseaux existants. Ce sont bien sûr les instruments qui, plus que d'autres, traitent de la conservation des oiseaux migrateurs, telle que la CMS par exemple avec trois de ses accords plus spécifiques : l'AEWA, le MdA sur l'Outarde barbue et le MdE sur les rapaces.

Les textes de ces instruments ne contiennent que des aspects généraux de conservation à mettre en œuvre, mais une attention particulière a été donnée aux problèmes d'électrocution et de collision aussi bien dans les Plans d'action que, par la suite, dans les Résolutions et Recommandations adoptées par les Conférences des Parties, ainsi que dans divers documents d'information diffusés notamment auprès des Parties.

Tous les autres instruments internationaux de conservation comprennent pour le développement d'infrastructures des obligations demandant une mise en œuvre rigoureuse des procédures standardisées d'EIE et d'EES ainsi que l'application du principe de précaution. Cependant, ces obligations sont d'ordre très général, et au regard de l'étendue du problème, il serait souhaitable que, par exemple, la CDB elle aussi, puisse prêter davantage attention à ce phénomène d'ampleur mondiale que constituent les interactions entre oiseaux et lignes électriques.

Au niveau national, une politique similaire, basée sur les procédures d'EIE et d'EES, est mise en œuvre par les agences gouvernementales. Cela signifie que la construction de lignes électriques est presque toujours soumise aux procédures d'EIE (ou, au préalable, la nécessité même de construction de la ligne est soumise à une procédure d'EES), dans laquelle les aspects de conservation, incluant les oiseaux migrateurs, doivent être pris en compte. Ces éléments liés à la conservation sont souvent basés sur d'autres législations nationales traitant de la conservation des habitats et de la faune sauvage. Selon qu'elle soit plus ou moins stricte, la législation sur la conservation pourra avoir une influence effective sur :

- la façon dont les lignes électriques sont mises en place dans le paysage ;
- le type de mesures d'atténuation mises en œuvre ;
- la décision de ne pas construire de ligne électrique sur certains sites en raison d'enjeux de conservation majeurs ;
- la nécessité de dépenses largement plus élevées induites par l'enfouissement des lignes électriques.

En tant que tel, cela devrait dans l'opinion de la plupart des pays être suffisant pour prévenir ou au moins minimiser les problèmes d'électrocution et de collision. Les législations spécifiques sur les oiseaux et les lignes électriques sont très rares ou font partie d'autres législations relatives à la conservation.

Par ailleurs, le problème juridique de l'application du « principe de précaution » reste posé. Presque toutes les conventions internationales ont intégré cette question directement dans leur texte ou l'ont inscrite comme une obligation dans les décisions prises ultérieurement. Les dommages potentiels causés à la faune sauvage en général et aux oiseaux (migrateurs) en particulier étant largement connus, l'application du principe de précaution lors de la planification de la construction d'une ligne électrique devrait s'imposer comme un élément incontournable des procédures d'EIE et EES.

Les accords pris, sur une base volontaire ou sous une légère pression des législations existantes, et signés entre les autorités en charge de la conservation, les ONG et les sociétés d'électricité chargées de la construction et de la maintenance des réseaux électriques, sont largement plus fréquents.

Ces accords peuvent également être pris au niveau gouvernemental uniquement, entre les autorités chargées de la conservation de la faune sauvage (dont les oiseaux migrateurs) et celles responsables du secteur de l'énergie, assurant ainsi la prise en compte de la conservation des oiseaux migrateurs. Dans ce sens, on peut par exemple citer le mémorandum d'entente liant l'US Fish and Wildlife Service

(Service en charge de la pêche et de la faune sauvage aux États-Unis) et le US Department of Energy (Service en charge de l'énergie aux États-Unis), qui précise les responsabilités de chacune des agences fédérales pour la protection des oiseaux migrateurs. Un accord similaire a également été conclu en 2011 entre l'US Federal Energy Regulatory Commission (FERC) (Commission fédérale de régulation de l'énergie des États-Unis) et l'US Fish and Wildlife Service, pour la mise en œuvre d'un décret sur les responsabilités des agences fédérales pour la protection des oiseaux migrateurs : *Responsibilities of Federal Agencies to Protect Migratory Birds*.

Les États-Unis prêtent une attention particulière au problème des lignes électriques et des oiseaux migrateurs à travers le Comité national sur les interactions entre oiseaux et lignes électriques (Avian Power Line Interaction Committee - APLIC), chargé d'apporter une expertise technique pour traiter les problèmes soulevés par les sociétés d'électricité. Sur cette question, l'APLIC mène également une coopération de longue date avec les services de gestion de la faune sauvage (US Fish and Wildlife Service) et ils ont publié conjointement des lignes directrices pour le Plan de protection aviaire (*Avian Protection Plan (APP) guidelines*, publiées par exemple en 2005).

Des accords multilatéraux, prenant souvent la forme de mémorandums d'entente liant les parties prenantes, sont en place dans un nombre croissant de pays et ont été d'une grande aide pour réduire les impacts négatifs des lignes électriques (Antal, 2010). Ils représentent un progrès indéniable mais ne peuvent pas complètement remplacer une législation qui reste encore nécessaire.

7. Conclusions

Les lignes électriques constituent une des causes majeures de mortalité non naturelle de l'avifaune dans une grande partie de la région Afrique-Eurasie, le nombre exact de victimes restant inconnu mais s'élevant chaque année à des dizaines de millions d'oiseaux. La présente synthèse met l'accent sur les différences importantes trouvées précédemment entre les deux impacts majeurs des lignes électriques sur les oiseaux que sont les électrocutions et les collisions. Ces différences concernent les aspects temporels et spatiaux du problème, les espèces concernées et le nombre de victimes.

Électrocutions

Les électrocutions ont généralement lieu sur les lignes de distribution à moyenne tension (de 1 kV à 60 kV) en raison du faible espace entre les composants électriques. Elles concernent souvent les espèces de grande taille qui se perchent fréquemment telles que les cigognes, les rapaces et les corvidés car ces oiseaux peuvent toucher simultanément deux câbles ou des composants sous tension et la structure de la ligne.

Les électrocutions ont principalement lieu dans les milieux ouverts (déserts, plaines, steppes, prairies et zones humides) n'offrant pas assez de perchoirs naturels ou d'arbres pour la nidification, le repos ou les dortoirs. Les oiseaux sont touchés en particulier pendant la saison de reproduction lorsque la construction du nid, la chasse et les comportements territoriaux exposent les adultes à des risques, comme par exemple pour la Cigogne blanche, le Grand-duc d'Europe et les aigles. En été, la dispersion des jeunes et le début de la migration induisent également une augmentation des électrocutions.

Peu d'études ont estimé le nombre total de victimes d'électrocution à un niveau national mais en général il semble qu'il soit au moins de l'ordre de milliers d'oiseaux par pays, voire de dizaines de milliers. D'après les données publiées, le taux d'électrocution dans la péninsule ibérique se situe entre 0,04 victime par poteau (en Catalogne, Espagne) et 1,52 victime/poteau/an (au Portugal).

Comparativement aux collisions, les électrocutions touchent moins d'espèces d'oiseaux et un nombre d'individus bien inférieur. Toutefois de nombreuses espèces concernées sont relativement rares, longévives et présentent un faible taux de reproduction annuel. Ainsi l'électrocution peut constituer une cause majeure de mortalité pour ces populations et être à l'origine de leur déclin et/ou de leur extinction à l'échelle locale ou régionale.

Collisions

Les collisions peuvent se produire sur toutes les lignes aériennes bien qu'elles soient plus courantes sur les lignes à haute tension qu'à moyenne et basse tension. Cela vient du fait que les lignes à haute tension sont souvent constituées de plusieurs nappes de conducteurs les unes au dessus des autres et d'un câble de garde plus fin situé au dessus des câbles électriques. Les conducteurs de phase des lignes à basse et moyenne tension sont quant à eux souvent disposés sur un seul plan horizontal, avec un câble de garde, lorsqu'il y en a un, situé légèrement au dessus d'eux. De plus, les lignes à haute tension sont généralement des constructions plus grandes avec de hauts pylônes (35 mètres ou davantage pour les lignes de 150 kV ou plus) et ainsi les câbles occupent une surface verticale plus large.

Les collisions d'oiseaux se produisent dans tous les habitats de la région Afrique-Eurasie, depuis les régions densément boisées de la Scandinavie, les zones de cultures intensives d'Europe de l'Ouest, les chaînes de montagnes des Alpes, jusqu'aux déserts d'Afrique et aux steppes d'Asie. Ce phénomène touche également une grande diversité d'espèces d'oiseaux.

D'une manière générale, toutes les espèces qui volent courent un risque de collision, qui varie pour chacune d'entre-elles en fonction de la durée d'exposition à ce risque (fréquence des vols près des lignes), des conditions environnementales (habitat, moment de la journée, etc.) et des caractéristiques de l'espèce (taille, capacités visuelles, etc.). Les espèces qui nichent, se reposent ou se nourrissent régulièrement à proximité d'une ligne électrique sont les plus exposées à ce danger. La visibilité influence également le degré de risque, la plupart des collisions se produisant au crépuscule et pendant la nuit lorsque la visibilité est la plus faible. De plus, les études montrent que les espèces les plus exposées sont celles de grande taille, lourdes, manœuvrant moins facilement (souvent dotées d'ailes courtes et rondes) ou ayant un vol rapide. Cela inclut nombre de groupes d'espèces rarement victimes

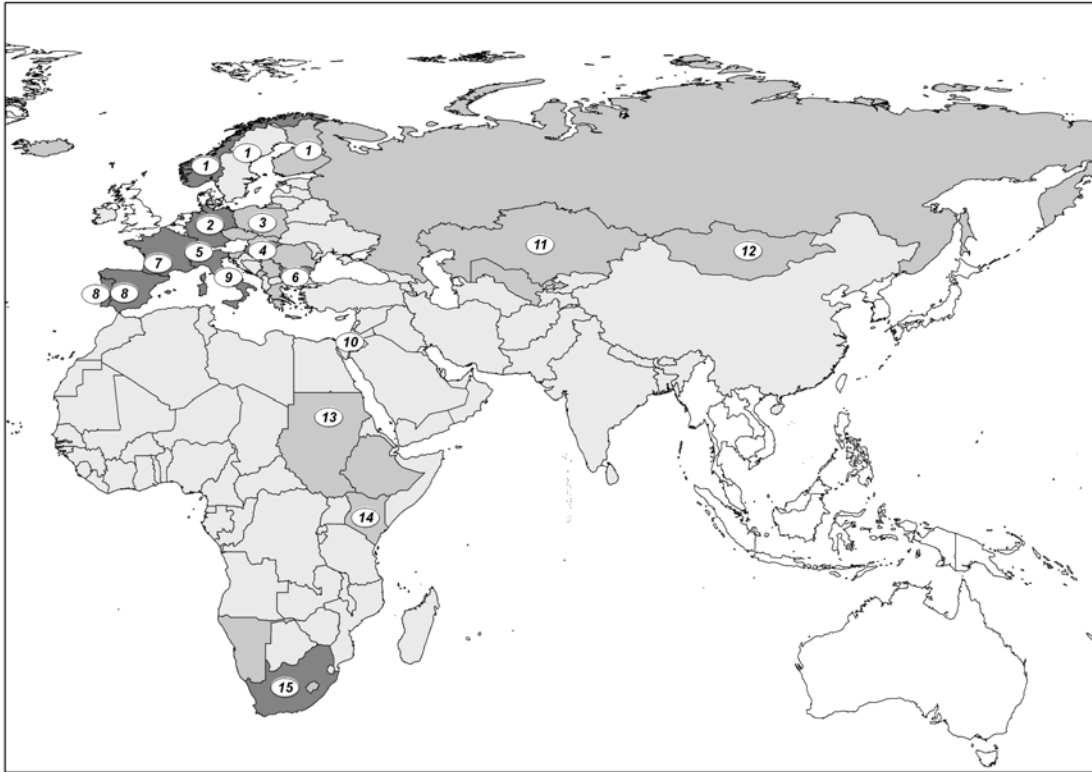
d'électrocution tels que les pélicans, les flamants, les canards, les rallidés, les tétraonidés, les grues, les outardes, les limicoles et les laridés. Les oiseaux tels que les grives, les fringilles et autres espèces de petite taille sont plus rarement mentionnés mais sans que l'on sache si cela provient d'un risque de collision réellement moindre ou d'une détectabilité plus faible.

Par ailleurs, les rapaces et les cigognes sont moins concernés par les collisions que par les électrocutions dans une grande partie de la région Afrique-Eurasie. Les collisions sont plus que les électrocutions réparties tout au long de l'année, mais la saisonnalité joue un rôle dans certains lieux comme à proximité des rassemblements d'oiseaux hivernants et des voies de migration importantes.

Pour nombre de pays de la région, l'effectif annuel moyen de victimes de collision est de l'ordre de centaines de milliers d'oiseaux ou même plus et dépend bien sûr du linéaire total du réseau d'acheminement de l'électricité ainsi que du nombre d'oiseaux présents. Cela confère aux collisions le rang de cause majeure de mortalité d'origine anthropique pour les oiseaux dans une grande partie de la région Afrique-Eurasie, aux côtés de la circulation routière, des collisions contre les baies vitrées et de la prédation par les chats domestiques. D'après les données publiées, les taux moyens de collision varient largement de 2,95 oiseaux/km/an dans neuf zones représentant les habitats les plus caractéristiques de la péninsule ibérique, à 113 oiseaux/km/an pour un large panel de milieux aux Pays-Bas et jusqu'à 390 oiseaux/km/an dans une zone humide d'Allemagne.

Zones critiques

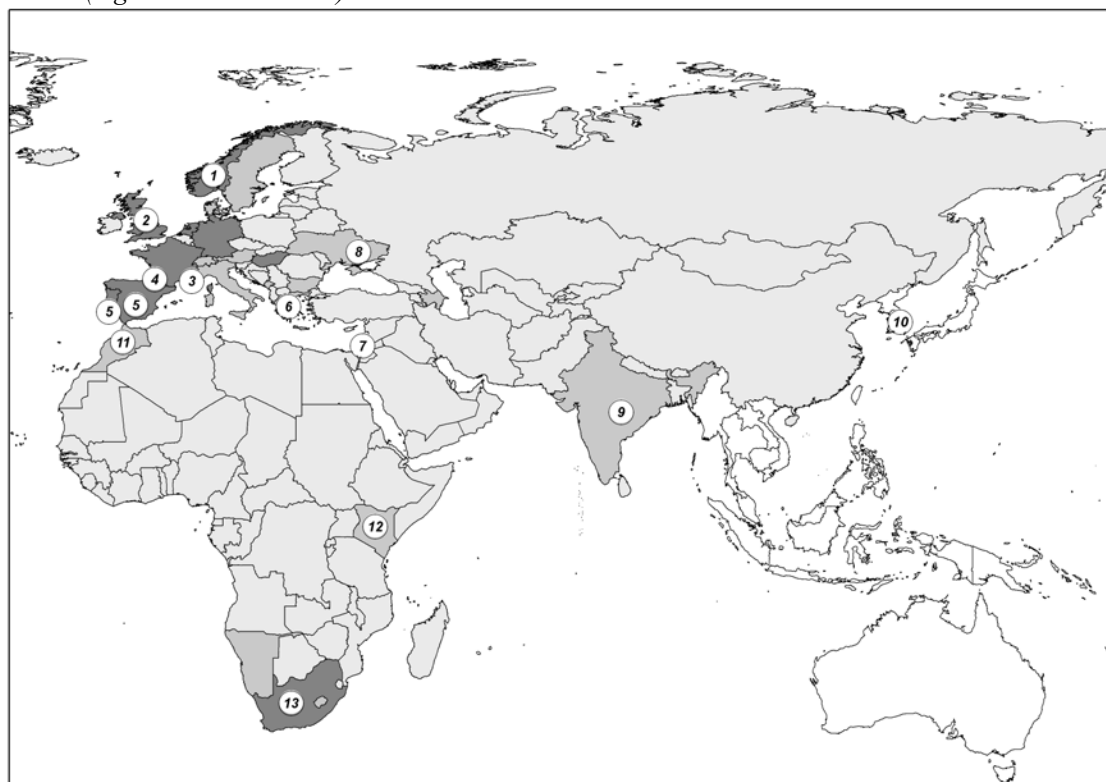
D'après les informations disponibles pour cette synthèse, il n'est pas possible de définir des cartes détaillées des zones critiques. On peut néanmoins généraliser certains résultats concernant des groupes d'espèces plus vulnérables que d'autres vis-à-vis de l'électrocution ou des collisions. Ces informations ont été résumées dans les annexes 3 et 4. Lorsqu'un ou plusieurs de ces groupes d'espèces sont présents dans les zones d'implantation de lignes électriques actuelles ou futures, les oiseaux seront probablement confrontés à ces problèmes si des mesures d'atténuation ne sont pas appliquées. L'étendue du phénomène dépend du nombre d'oiseaux impliqués et de leurs comportements (oiseaux se perchent régulièrement sur les poteaux, vols croisant fréquemment une ligne) ainsi que de la configuration de la ligne et de l'agencement de ses composants. Les informations synthétisées dans ce rapport concernent de nombreuses zones critiques caractérisées par de forts effectifs de victimes induisant un impact potentiel sur les populations régionales, nationales ou internationales des espèces touchées. Ces résultats sont résumés dans les cartes ci-après figurant les zones critiques pour l'électrocution (figure 14) et les collisions (figure 15). Pour obtenir des informations sur ces zones à une échelle géographique plus précise, il serait nécessaire de mener des analyses bien plus approfondies que ce qui était possible dans le cadre de cette synthèse.



Zones critiques	Pays	Espèces (groupes)	Amplitude du problème
1	Norvège, Suède, Finlande	Grand-duc d'Europe	20-45% de la mortalité connue
		Chouette de l'Oural	7% de la mortalité connue
2	Allemagne	Grand-duc d'Europe Erreur ! Signet non défini.	26% de la mortalité connue
3	Pologne	Cigogne blanche Erreur ! Signet non défini.	510 victimes annuelles
4	Hongrie	Aigle royal, Faucon sacre, Rollier d'Europe	0,5 à 1,5% de la mortalité annuelle de la population totale
5	Suisse	Cigogne blanche	> 40% de la mortalité connue
		Grand-duc d'Europe	24% de la mortalité connue dans le nord-ouest du pays
6	Bulgarie	Aigle impérial, Faucon sacre Faucon crécerellette, Vautour moine	En cours d'étude
		Cigogne blanche	25% de la mortalité
7	France	Aigle de Bonelli	Sur 20 oiseaux trouvés morts, 85% étaient morts électrocutés, cause majeure de mortalité
8	Espagne Portugal	Cigogne blanche	137 victimes en trois ans au Portugal
		Aigle de Bonelli	9, 16 et 17 victimes rapportées dans 3 études
		Aigle ibérique	~40% de la mortalité totale
9	Italie	Grand-duc d'Europe	17% des jeunes dans les Alpes et les Apennins
10	Israël	Vautour fauve	5% de la population chaque année
11	Kazakhstan	Aigle des steppes	48 victimes en un mois sur 11 km de ligne électrique, 8% de la mortalité annuelle de la population totale
12	Mongolie	Faucon sacre	54% de la mortalité des adultes
13	Soudan	Vautour percnoptère	Plusieurs dizaines chaque année sur un tronçon de ligne électrique de 31 km
14	Kenya	Parmi les victimes : vautours spp., Aigle martial, Buse augure	Évaluation des risques, pas de recherche sur les collisions
15	Afrique du Sud	Vautour chasseur Erreur ! Signet non défini.	Jusqu'à 80 victimes par an dans la population du Cap-Occidental

Figure 14. Aperçu des zones critiques (n° sur la carte et le tableau) pour l'électrocution dans la région Afrique-Eurasie, basé sur les informations collectées et disponibles pour cette synthèse.

L'intensité des zones grisées correspond à la quantité d'information (rendue) disponible pour ce travail (légende voir annexe 2).



Zones critiques	Pays	Espèces (groupes)	Amplitude du problème
1	Norvège	Tétraonidés <i>spp.</i>	>300 victimes en six ans
2	Royaume-Uni	Cygne tuberculé	Nombreuses victimes
		Cygne de Bewick	25% de la mortalité d'origine connue
3	France (Camargue)	Flamant rose	122 victimes en cinq ans
4	France (Pyrénées)	Gypaète barbu	12 victimes de 1979 à 2008
5	Espagne Portugal	Grue cendrée	Victime commune dans la zone d'hivernage d'Estrémadure
		Outarde barbue Outarde canepetière	Respectivement 2% et 1% de la population au cœur de l'aire de répartition
		Aigle de Bonelli, Aigle impérial	Plusieurs victimes trouvées
6	Grèce	Pélican frisé	environ. 3% de la population nicheuse locale (49 victimes)
7	Israël	Pélican blanc	20 à 60 victimes/an
8	Ukraine	Outarde barbue	33 victimes enregistrées en 10 ans au cœur de l'aire de répartition
9	Inde	Grue antigone	1% de la population locale (35 victimes)
10	Corée du Sud	Grue du Japon Grue à cou blanc	Cause de mortalité additionnelle principale après l'empoisonnement
11	Maroc	Outarde barbue	23,3% de la mortalité totale
12	Kenya	Parmi les victimes : Messager sagittaire, Cigogne blanche, Flamant nain	Évaluation des risques, pas de recherche sur les collisions
13	Afrique du Sud	Grue de paradis	5 à 23% de la population de l'Overberg tués chaque année
		Outarde de Ludwig	11-15% de la population totale tués chaque année

Figure 15. Aperçu des zones critiques (n° sur la carte et le tableau) pour les collisions dans la région Afrique-Eurasie, basé sur les informations collectées et disponibles pour cette synthèse. L'intensité

des zones grisées correspond à la quantité d'information (rendue) disponible pour ce travail (légende voir annexe 2).

Lacunes dans les connaissances

La problématique de la disponibilité des informations concernant le conflit oiseaux/lignes électriques dans la région Afrique-Eurasie pour la réalisation de cette synthèse est résumée en annexe 2. En combinant ces cartes avec les informations sur les réseaux de lignes électriques aériennes de la région, il est évident que de vastes lacunes persistent dans les connaissances actuelles. En particulier, peu de choses sont connues (ou au moins accessibles) sur l'ampleur de la mortalité des oiseaux par électrocution et collision ainsi que sur son impact réel sur les populations en Asie et en Afrique. ABS Energy Research a récemment mis à jour son tableau de bord de tous les réseaux d'électricité dans le monde (ABS, 2011). A partir de ce rapport, l'extraordinaire étendue du réseau national et international de lignes électriques peut être appréhendée.

Par exemple, de vastes zones de la Fédération de Russie sont sillonnées par un minimum de 502 000 kilomètres de lignes de transport d'électricité et 2 100 000 kilomètres de lignes de distribution. Le Kazakhstan présente quant à lui 68 281 kilomètres de lignes de transport et presque 460 000 kilomètres de lignes de distribution. Dans l'Inde densément peuplée, un réseau de plus de 263 000 kilomètres de lignes de transport et presque 6 500 000 kilomètres de lignes de distribution alimente en électricité ses nombreux consommateurs. Seul un très faible pourcentage de ces réseaux a été enfoui (ABS, 2011). Bien que cela ne soit basé que sur une poignée de publications traitant des effets des lignes électriques dans ces pays (aucune autre information n'a été reçue malgré les efforts pour les obtenir) et présentées dans les chapitres 2 et 3, il semble évident que des réseaux de lignes électriques si étendus ont certainement provoqué, et si aucune mesure n'est prise continueront à provoquer, une multitude d'accidents. De nombreuses lignes de distribution avec des poteaux potentiellement dangereux ainsi que des lignes de transports sans balisage des câbles traversent des milieux ouverts immenses. Dans l'état actuel de nos connaissances, presque aucun effort n'a été fait pour étudier les impacts des lignes électriques dans ces régions et encore moins pour développer des plans d'atténuation détaillés.

En Afrique, le réseau d'acheminement de l'électricité s'étend sur moins de 2 000 000 de kilomètres avec seulement 700 000 kilomètres en Afrique sub-saharienne. L'électrification du continent est toutefois en augmentation rapide. Comme une grande partie des configurations et des constructions de nouvelles lignes seront probablement similaires à celles existant dans les quelques zones critiques dangereuses pour les oiseaux étudiées sur ce continent, la croissance du réseau d'électricité est susceptible de générer une menace croissante pour l'avifaune.

En dehors des lacunes de connaissances mentionnées précédemment et concernant les régions où les ressources humaines et financières ne permettent pas de mener des programmes de recherche approfondis à long terme, il est important de mentionner que ce type de lacunes existent aussi en Europe. Cela peut paraître curieux car il existe énormément d'informations disponibles sur le sujet en Europe. Toutefois, de nombreuses études ont un caractère anecdotique et ne décrivent souvent que ce qui a été trouvé sous les tronçons de lignes électriques. Cela s'explique par de mauvaises conceptions spatiales et temporelles des études, un manque de prise en compte des biais, un accent mis sur les espèces de grande taille les plus visibles, etc.

Les espèces vulnérables touchées par ce problème sont bien connues, car elles sont au centre de la plupart des études, mais l'impact démographique sur les populations d'oiseaux concernées est moins bien appréhendé. D'autre part, l'importance du problème pour les espèces communes, telles que les canards, les oies, les cygnes, les rallidés et les limicoles est rarement traitée. Enfin, peu de mesures d'atténuation se sont révélées efficaces contre les collisions nocturnes et de plus amples développements sont nécessaires dans ce domaine. Pour comprendre quels types de balises, quelles conceptions et configurations de poteaux et pylônes constituent les meilleures mesures d'atténuation pour des espèces données, des études à long terme plus approfondies sont nécessaires. Elles permettront, dans des circonstances similaires, de comparer ces mesures pour différents milieux et groupes d'espèces.

Du fait de l'envergure du réseau de lignes électriques, il n'est pas possible d'étudier et/ou d'atténuer l'impact sur les oiseaux à l'échelle d'une région ou même d'un pays. Ainsi, une stratégie est

nécessaire pour donner la priorité, à travers des cartes de zonage par exemple, à des tronçons potentiellement problématiques, en prenant en compte des listes de zones de conservation et d'espèces clés. Il est important que des données de qualité sur la présence des espèces vulnérables et leurs déplacements soient incorporées dans ce processus. Dans ce sens, des protocoles et des méthodes de recherche standards doivent également être définis pour permettre la comparaison et l'extrapolation des résultats. Ces éléments ainsi que d'autres étapes nécessaires pour atténuer les effets des lignes électriques sur les oiseaux sont inclus dans le chapitre des recommandations et sont décrites plus en détail dans le document intitulé : *Lignes directrices pour éviter ou atténuer l'impact des lignes électriques sur les oiseaux migrateurs dans la région Afrique-Eurasie* (Prinsen et al., 2011).

Législation

Peu de traités internationaux ont prêté attention au problème des électrocutions et collisions d'oiseaux sur les lignes électriques. Bien que cette synthèse ne concerne que la région Afrique-Eurasie, il s'agit bien d'un problème global qui implique des dizaines de millions d'oiseaux. Ainsi, il est important que cette menace fasse l'objet de plus d'attention, par exemple dans le cadre de la Convention sur la Diversité Biologique et également de la Convention de Ramsar, qui pourrait la souligner par une résolution distincte, compte tenu du fait que les oiseaux d'eau sont des victimes fréquentes et que les lignes électriques traversent souvent des zones humides.

Au niveau national, le problème des lignes électriques et des oiseaux est traité au travers des procédures d'EES (bien que ce ne soit pas une obligation légale dans certains pays) et d'EIE. En particulier, les procédures d'EIE sont effectives dans la plupart des pays, garantissant la prise en compte des intérêts généraux de la nature. Étant donné le grand nombre d'oiseaux victimes des lignes électriques, cette problématique devrait constituer une haute priorité dans les EIE et même être mise en avant à travers des obligations distinctes.

La majorité des risques potentiels encourus par les oiseaux peut être évitée dans la phase de planification de la construction des lignes électriques, à condition que des données fiables sur la répartition et les déplacements des oiseaux soient disponibles. Il est donc conseillé, si les données n'existent pas, qu'un suivi de terrain d'une année au minimum soit intégré à l'EIE.

Nombre de pays ont une bonne expérience des accords volontaires entre les agences gouvernementales, les ONG et les compagnies d'électricité pour atténuer l'impact des lignes électriques sur les oiseaux. Il serait souhaitable que de tels accords soient développés dans chaque pays, même si, dans le cadre de la planification des procédures et des mesures d'atténuation, la législation en place oblige déjà à utiliser par exemple des données ornithologiques de qualité et actualisées.

8. Recommandations

Les Parties contractantes de la CMS et de l'AEWA devraient établir des Groupes de travail nationaux (de nature temporaire) afin de développer des Mémoires d'entente (MdE) entre les compagnies d'électricité, les agences gouvernementales et les ONG impliquées dans la conservation des oiseaux et la recherche. Leur objectif serait de définir un accord sur les politiques et actions nécessaires pour réduire la mortalité aviaire (par électrocution et collision) sur les lignes électriques actuelles ou futures. Un tel Groupe de travail devrait passer en revue la situation nationale et discuter des actions prioritaires en termes de mesures d'atténuation.

Plusieurs pays ont déjà développé de tels MdE et ont prouvé que ce sont des outils performants pour travailler ensemble à la mise en œuvre de mesures d'atténuation appropriées sur les lignes existantes, à une planification plus adéquate et prudente des nouvelles lignes ainsi qu'au développement de la recherche et du suivi des conséquences pour certaines populations d'oiseaux. Si ces initiatives sont développées correctement, avec une reconnaissance des responsabilités de chacun, elles ont de grandes chances de réussir à réduire la mortalité aviaire par électrocution et collision.

Il est aussi recommandé qu'au niveau des gouvernements, des MdE similaires soient préparés entre les différents ministères, tels que ceux responsables de la conservation du patrimoine naturel, de l'aménagement du territoire et de l'énergie. Cela éviterait également les conflits portant sur l'interprétation de la législation nationale et internationale sur ces thématiques, lorsque, au départ, des incertitudes existent sur les lois ou politiques sectorielles pouvant (potentiellement) prévaloir l'une sur l'autre.

Il est recommandé que ces Groupes de travail s'accordent aussi sur l'implication des partenaires en charge de la recherche et du suivi à mener sur l'ampleur des collisions et des électrocutions, et responsables également de la collecte des données nécessaires à l'analyse des effets des mesures d'atténuation. Le financement de ces activités de recherche et de suivi devrait être assuré aussi bien par le secteur privé (tel que les compagnies d'électricité) que par les gouvernements.

Il est très important que, dès les premières étapes de la planification, par exemple lors des EES et de l'élaboration des schémas directeurs des réseaux, la construction et les tracés potentiels des lignes électriques soient évalués en relation avec la présence d'habitats et de populations d'oiseaux vulnérables. Le développement de cartes nationales de zonage figurant les niveaux de risque pour les oiseaux constitue un outil important dès les premières étapes de la planification. Les informations contenues dans la présente synthèse (résumées dans les tableaux des annexes 3 et 4) montrent que certains groupes d'espèces sont plus vulnérables que d'autres vis-à-vis de ces dangers ; des cartes de zonage constitueraient donc un outil pratique pour localiser les sites fréquentés par ces espèces.

Il est fortement recommandé qu'une attention particulière soit prêtée aux espèces vulnérables et en danger figurant dans la législation nationale ou internationale. Cela devrait orienter la planification à long terme vers une diminution des risques d'électrocution et de collision pour les oiseaux nicheurs et migrateurs. Cela réduirait également les risques de procédures si par exemple les obligations internationales relatives à la conservation ne sont pas prises en compte.

La législation sur les EES et les EIE devrait par conséquent contenir des règles sur l'utilisation des données ornithologiques existantes (atlas des oiseaux nicheurs, atlas des migrations, etc.) et/ou sur la mise en place de programmes de suivi de terrain approfondis de l'avifaune nicheuse et migratrice si l'information n'est pas disponible ou si elle est limitée. Une législation adéquate devrait également exister pour que les compagnies d'électricité appliquent le plus possible les mesures d'atténuation sur les lignes en construction. Les coûts de telles mesures d'atténuation devraient dès le début être inclus dans le budget total de la construction des lignes électriques.

Il est recommandé que lors de la planification de lignes électriques, au stade de l'EIE, des suivis ornithologiques de terrain soient mis en place sur une durée minimale d'une année afin de caractériser

les mouvements d'oiseaux à l'échelle locale et régionale, comprenant les vols réguliers entre les zones de nidification, d'alimentation et de repos ainsi que les migrations saisonnières. De telles investigations devraient inclure des recherches sur les déplacements des oiseaux pendant la journée, au crépuscule et pendant la nuit (espèces, nombre d'individus, hauteur de vol et localisation des principaux axes de vol). Pour cela il est recommandé d'utiliser des techniques de recherche modernes telles que les radars, les équipements de vision nocturne et/ou des systèmes automatiques de détection par caméra.

La présente synthèse montre que peu de données issues de recherches et de suivis sur les interactions oiseaux/lignes électriques sont disponibles pour de grandes parties de la région Afrique-Eurasie et en particulier pour l'Asie et l'Afrique. Il serait utile de persévérer dans la collecte d'informations complémentaires – si elles existent, car il n'y a presque pas eu de réponses au questionnaire – afin de mieux appréhender l'ampleur du problème dans ces vastes régions. Des financements seraient nécessaires pour mener des suivis de terrain dans des zones traversées par des lignes électriques, en portant une attention particulière aux espèces d'oiseaux vulnérables et en danger, qu'elles soient sédentaires ou migratrices.

En présence d'un risque d'électrocution (potentiel) pour les oiseaux, ce qui est particulièrement le cas pour les lignes de distribution à moyenne tension, il est nécessaire de cartographier la présence des oiseaux de grande taille ayant l'habitude de se percher, tels que les rapaces, les hérons et les cigognes, ainsi que leur répartition et leurs zones d'alimentation ou de chasse les plus fréquentées, afin de fournir des informations sur la localisation et les types de mesures d'atténuation nécessaires (par ex. distances entre les conducteurs, longueurs d'isolation, etc.).

Il est recommandé d'appliquer, autant que possible, les solutions techniques de réduction de la mortalité aviaire sur les lignes électriques de transport mentionnées dans la présente synthèse et plus développées dans les lignes directrices publiées séparément en tant que Série Technique AEWA/CMS N°. XX, intitulée *Lignes directrices pour éviter ou atténuer l'impact des réseaux lignes électriques sur les oiseaux migrants dans la région Afrique-Eurasie* (Prinsen *et al.*, 2011). Pour assurer la sécurité de l'avifaune sur les équipements électriques de transport et de distribution, il est recommandé de prendre au minimum les mesures suivantes :

- Enfouir les lignes électriques de basse à haute tension, existantes ou nouvelles, lorsque cela est faisable techniquement et financièrement, et en particulier dans les zones importantes pour la conservation des oiseaux ;
- Développer et soutenir une planification stratégique à long terme des réseaux d'acheminement d'électricité à l'échelle nationale, appliquant les procédures d'Évaluation environnementale stratégique (EES) et d'Étude d'impact environnemental (EIE) pour définir avec précaution la localisation des lignes lors de la planification, en incorporant toutes les informations disponibles sur l'existence d'aires protégées, de zones accueillant des espèces clés et des espèces vulnérables et en incluant également les axes de vols et de migration importants ;
- Utiliser les derniers acquis technologiques en matière de sécurité des oiseaux pour les lignes existantes ainsi que pour les nouvelles lignes, tels que :
 - . remplacer les isolateurs dressés sur les consoles par des isolateurs suspendus ou poser des protections de nouvelle génération sur les isolateurs dressés,
 - . placer les lignes électriques (conductrices) sous les consoles,
 - . utiliser des chaînes d'isolateurs d'au moins 70 cm de long,
 - . isoler les câbles électriques sur au moins 70 cm de chaque côté de la console,
 - . isoler tous les autres composants sous tension qui sont à moins de 70 cm d'un perchoir potentiel.
 - . installer des perchoirs et/ou des sites de nidification assurant la sécurité des oiseaux,
 - . réduire le nombre de plans de collision (nombre de câbles conducteurs séparés et disposés les un au dessus des autres dans le plan vertical) et supprimer les câbles de garde,
 - . installer sur les conducteurs sous tension et les câbles de garde des balises très visibles et fortement contrastées (par ex. noir et blanc) et/ou des dispositifs anti-collision mobiles et réfléchissants.

Les dangers d'électrocution et de collision que présentent les lignes électriques existantes devraient être évalués grâce à des protocoles standards. Lorsque les ressources financières sont disponibles, des mesures d'atténuation appropriées devraient être mises en œuvre le plus tôt possible.

Les lignes électriques et câbles superflus devraient être supprimés.

Il existe un besoin évident de conseils et d'orientations vers les meilleures pratiques en matière de standardisation des méthodes d'étude, car les informations fournies jusqu'à présent par les pays et présentées dans la littérature sont collectées de manières très diverses du point de vue des méthodes et de l'échelle temporelle et spatiale des suivis de terrain. Cela rend difficile l'évaluation plus précise de l'étendue du problème et l'analyse cohérente des résultats des mesures d'atténuation. Il est ainsi demandé au Conseil scientifique de la CMS et au Comité technique de l'AEWA de développer des lignes directrices pour la recherche et le suivi. Cela permettra d'avoir un meilleur aperçu du nombre réel d'oiseaux concernés, des espèces touchées, des effets possibles des mesures d'atténuation et fournira des données plus fiables et moins biaisées qui faciliteront des prises de décision étayées.

Les Secrétariats PNUE/CMS et PNUE/AEWA devraient assurer le suivi des principales étapes prévues ou adoptées par les Parties pour mettre en œuvre les recommandations formulées ci-dessus, ainsi que la collecte des informations nécessaires à l'évaluation et au suivi des interactions oiseaux/lignes électriques. Il est recommandé de créer un centre d'échange d'information sur le Web. Cela pourrait constituer un point central pour la dissémination de techniques d'atténuation efficaces, d'informations sur la formation et la recherche en lien avec les études et le suivi des interactions oiseaux/lignes électriques. Le site internet pourrait être à la disposition de toutes les parties prenantes concernées, en offrant des informations actualisées, complètes et facilement accessibles, des documents téléchargeables tels que des lignes directrices et des conseils, des synthèses bibliographiques ainsi que des liens vers des réseaux d'experts.

Les Secrétariats PNUE/CMS et PNUE/AEWA (Conférence des Parties) doivent inciter à une large mise à disposition de l'information et des recommandations.

Compte tenu de l'étendue globale du problème des lignes électriques et de l'avifaune, causant chaque année la mort de dizaines de millions d'oiseaux, il est recommandé que les Secrétariats PNUE/CMS et PNUE/AEWA recherchent le soutien de l'ensemble des organismes de conservation pour mener des actions en vue de résoudre ce problème. La Convention sur la diversité biologique devrait notamment fournir des orientations à ses Parties à ce sujet.

Afin de transmettre aux Parties les informations les plus actualisées sur les meilleures techniques et mesures d'atténuation, il est recommandé de mettre à jour la présente synthèse ainsi que le document des lignes directrices d'ici cinq ans environ.

Bibliographie

- ABS Energy Research**, 2011. Global transmission & distribution report. Ed 9- 2010, United Kingdom, London.
- AEWA (Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds)**, 2008. International single species action plan for the conservation of the Eurasian Spoonbill *Platalea leucorodia*. AEWA Technical Series No. 35.
- Agic, I.J.**, 2006. Ravens, *Corvus corax* (L. 1758), nesting on high-voltage transmission line pylons in Croatia. *Belgrad Journal of Zoology* 136: 167-171.
- Allan, D.G.**, 2001. The impact of the inundation of Katse Dam in the Lesotho highlands on the local avifauna, based on a comparison of information collected during a pre-inundation baseline survey (1991) and a post-inundation monitoring study (1996-2000) - LHDA Project 615 - Birds. Durban Natural Science Museum Bird Department Research Reports 13: 1-351.
- Alonso, J.A. & Alonso, J.C.**, 1999. Collisions of birds with overhead transmission lines in Spain. In: Ferrer, M. & Janss, G.F.E. (Eds.). *Birds and Power Lines*. Quercus, Madrid.
- Alonso, J.C., Alonso, J.A. & Muñoz-Pulido, R.**, 1993. Marking electric power lines for protection of birds. REE, Madrid. (en espagnol)
- Alonso, J.C., Alonso, J.A. & Muñoz-Pulido, R.**, 1994. Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. *Biological Conservation* 67(2): 129-134.
- Alonso, J.C., Palacín, C., Martín, C.A., Muati, N., Arhzaf, Z.L. & Azizi, D.**, 2005. The Great Bustard *Otis tarda* in Morocco: a re-evaluation of its status based on recent survey results. *Ardeola* 52: 79-90.
- Altemüller, M. & Reich, M.**, 1997. Influence of high-tension power lines on breeding meadow birds. *Vogel und Umwelt* 9 (Sonderheft): 111-127. (en allemand, résumé en anglais)
- Andersen-Harild, P. & Bloch, D.**, 1973. Birds killed by overhead wires on some locations in Denmark. *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 65: 89-97. (en danois, résumé en anglais)
- Anderson, M.D. & Hohne, P.**, 2007. African White-backed Vultures nesting on electricity pylons in the Kimberley area, Northern Cape and Free State provinces, South Africa. *Vulture News* 57: 44.
- Andryushchenko, Y.A., Beskaravayny, M.M. & Stadnichenko, I.S.**, 2002. Demise of Great Bustards and other bird species because of their collision with power lines on the wintering grounds. *Branta* 5: 97-112. (en russe, résumé en anglais)
- Angelov, I., Hashim, I., & Opper, S.**, 2011. Persistent electrocution mortality of Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* over 28 years in East Africa. Unpublished report.
- Anonymus**, 1970. Victims of high-tension power lines. *De Lepelaar*: 8-9. (en néerlandais)
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee)**, 1994. Mitigating bird collisions with power lines: The state of the art in 1994. Edison Electric Institute, Washington, D.C.
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee)**, 2006. Suggested practices for avian protection on power lines: The state of the art in 2006. Edison Electric Institute, Washington, D.C.

- Arroyo, B., Ferreiro, E. & Garza, V.**, 1998. Understanding the decline of Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* in Central Spain. Pp: 291-304. In: Chancellor, R.D., Meyburg B.-U. & Ferrero, J.J. (Eds.). Holarctic Birds of Prey. ADENEX-WWGBP. (en espagnol)
- Bagyura, J., Szitta, T., Haraszthy, L., Demeter, I., Sándor, I., Dudás, M., Kállay, G. & Viszló, L.**, 2004. Population trend of the Saker Falcon *Falco cherrug* in Hungary between 1980 and 2002. Pp: 663-672. In: Chancellor, R.D. & Meyburg, B.-U. (Eds.). Raptors worldwide. World Working Group on Birds of Prey, Berlin & MME-BirdLife Hungary, Budapest.
- Bahat, O.**, 1997. Conservation of threatened raptor populations in Israel. Pp: 177-189. In: Leshem, Y., Froneman, A., Mundy, P. & Shamir, H. (Eds.). Wings over Africa. Proceedings of the International Seminar on Bird Migration and Flight Safety.
- Ballasus, H. & Sossinka, R.**, 1997. The impact of power lines on field selection and grazing intensity of wintering White-fronted- and Bean Geese *Anser albifrons*, *A. fabalis*. Journal of Ornithology 138: 215-228.
- Bayle, P.**, 1999. Preventing birds of prey problems at transmission lines in Western Europe. Journal of Raptor Research 33: 43-48.
- Beadnell, C.M.**, 1937. The toll of animal life exacted by modern civilisation. Proc. Zool. Soc. London, serie A107(II): 173-182.
- Bednorz, J.**, 2000. Ravens *Corvus corax* (L. 1758), nesting on electricity pylons in the Wielkopolska region. Acta zool. cracov. 43: 177-184.
- Beer, J.V. & Ogilvie, M.A.**, 1972. Mortality. Pp 125-142. In: Scott, P. & the Wildfowl Trust (Eds.). The swans. Houghton Mifflin Co., Boston.
- Beijersbergen, R.B.**, 1975. Bird collisions at the Ventjagersplassen. Het Vogeljaar 23: 278-279. (en néerlandais)
- Bergerud, A.T.**, 1985. The additive effect of hunting mortality on the natural mortality rates of grouse. Pp: 345-366. In: Beasom S.L. & Robertson S.F. (Eds.). Game Harvest Management. Cesar Kleberg Wildlife Research Institute, Kingsville, Texas.
- Bernshausen, F. & Kreuziger, J.**, 2009. Review of the effectiveness of new developed wire markers based on behaviour observations of overwintering and year round present birds at the Alfsee/Niedersachsen. Planungsgruppe für Natur und Landschaft, Hungen. (en allemand)
- Bevanger, K.**, 1993. Hunting mortality versus wire-strike mortality of Willow Grouse *Lagopus lagopus* in an upland area of Soutern Norway. Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim, Norway.
- Bevanger, K.**, 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. Ibis 136(4): 412-425.
- Bevanger, K.**, 1995. Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. Journal of Applied Ecology 32(4): 745-753.
- Bevanger, K.**, 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. Biological Conservation 86(1): 67-76.

- Bevanger, K. & Overskaug, K.**, 1998. Utility structures as a mortality factor for raptors and owls in Norway. Pp: 381-391. In: Chancellor, R.D., Meyburg B.-U. & Ferrero, J.J. (Eds.). *Holarctic Birds of Prey*, ADENEX-WWGBP.
- Bevanger, K. & Brøseth, H.**, 2001. Bird collisions with power lines - an experiment with ptarmigan (*Lagopus* spp.). *Biological Conservation* 99(3): 341-346.
- Bevanger, K. & Brøseth, H.**, 2004. Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. *Biodiversity and Conservation* 27: 67-77.
- Bevanger, K., Bartzke, G., Brøseth, H., Ove, J., Gjershaug, F.H., Jacobsen, K.O., Kvaløy, P., May, R., Nygård, T. & Pedersen, H.C.**, 2009. Optimal design and routing of power lines; ecological, technical and economic perspectives (OPTIPOL). Progress Report 2009. – NINA Report 504. Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim.
- BirdLife Europe**, 2011. Meeting Europe's renewable energy targets in harmony with nature (Eds. Scrase, I. & Gove, B.). The RSPB, Sandy, UK.
- Biro, G.**, 2011. Bird protection on high voltage transmission system. Presentation at International Conference on Power Lines and Bird Mortality in Europe, Budapest, Hungary. Site internet, voir ci-après.
- Boldogh, S.**, 1998. Studies for the effective protection of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in Borsod-Abauj-Zemplen county, NE Hungary. *Ornis Hungarica* 8: 133-136.
- Boshoff, A.F., Minnie, J.C., Tambling, C.J. & Michael, M.D.**, 2011. The impact of power line-related mortality on the Cape Vulture *Gyps coprotheres* in a part of its range, with an emphasis on electrocution. *Bird Conservation International* 21: Published online.
- Brauneis, W., Watzlaw, W. & Horn, L.**, 2003. The behaviour of birds in the proximity of a selected part of the 110 kV power line between Bernburg and Susigke (Bundesland Sachsen-Anhalt). Flight behaviour, collisions, breeding populations. *Ökol. Vögel* 25: 69-115. (en allemand, résumé en anglais)
- Breuer, W.**, 2007. Stromopfer und Vogelschutz an Energiefreileitungen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 39: 69-72.
- Cheylan, G.A., Ravayrol, A., Cugnasse, J.-M., Billet, J.-M. & Joulot, C.**, 1996. Dispersion des Aigles de Bonelli *Hieraetus fasciatus* juvéniles bagués en France. *Alauda* 64: 413-419.
- Compañia Sevillana de Electricidad**, 1995. Analysis of the impacts of power lines on birds of protected areas: manual for risk assessment and mitigation. Iberdrola & REE. (en espagnol)
- Costa, J. & Infante, S.**, 2010. Monitoring and mitigating the impacts of power lines on birds. Unpublished Report, Spain.
- Crivelli, A.J., Jerrentrup, H. & Mitchev, T.**, 1988. Electric power lines: a cause of mortality in *Pelecanus crispus* Bruch, a world endangered species. *Col. Waterbirds* 11: 301-305.
- Del Moral, J.C.**, 2006. Bonelli's Eagle in Spain. Population in 2005 and census methods. SEO/BirdLife, Madrid. (en espagnol)
- Dell'Omo, G., Costantini, D., Di Lieto, G. & Casagrande, S.**, 2005. Birds and power lines. *Alula* 12: 103-114. (en Italien)

- Dell’Omo, G., Costantini, D., Lucini, V., Antonucci, G., Nonno, R. & Polichetti, A.**, 2009. Magnetic fields produced by power lines do not affect growth, serum melatonin, leukocytes and fledging success in wild Kestrels. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 150: 372-376.
- Demerdzhiev, D.A., Stoychev, S.A., Petrov, T.H., Angelov, I.D. & Nedyakov, N.P.**, 2009. Impact of power lines on bird mortality in Southern Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica* 61(2): 177-185.
- Demerdzhiev, D.A.**, 2010. Mortality rate in wild birds caused by 20 kV power lines. Electrocutation in six studied protection sites in the Natura 2000 Network in Bulgaria. Bulgarian Society for the Protection of Birds.
- Del Moral, J.C.**, 2006. Bonelli’s Eagle in Spain. Population in 2005 and census methods. SEO/BirdLife, Madrid. (en espagnol)
- Demeter, I.**, 2004. Medium-voltage power lines and bird mortality in Hungary. MME BirdLife Hungary, Budapest, Hungary.
- Directorate of Culture and Cultural and Natural Heritage (DCCHN)**, 2010. Implementation of recommendation No. 110/2004 on minimising adverse effects of above ground electricity transmission facilities (power lines) on birds. Report by the governments to the 30th meeting of the Standing Committee of the Bern Convention, Strasbourg. T-PVS/Files (2010) 11. Council of Europe.
- Dixon, A.**, 2009. Saker Falcon breeding population estimates. Part 2. Asia. *Falco* 33: 4-10.
- Dolata, P.T.**, 2006. The White Stork *Ciconia ciconia* protection in Poland by tradition, customs, law and active efforts. Pp. 477-492. In: Tryjanowski, P., Sparks, T.H. & Jerzak, L. (Eds.). *The White Stork in Poland: studies in biology, ecology and conservation*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Drewitt, A. L. & Langston, R.H.W.**, 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134: 233-266.
- Erickson, W.P., Johnson, G.D. & Young Jr, D.P.**, 2005. A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191.
- Eskom-EWT Strategic Partnership**, 2011. Data from Central Incident Register. Unpublished data.
- Faanes, C.A.**, 1987. Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats. United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Fish and Wildlife Technical Report 7. Washington, D.C.
- Fagundes, A.I.**, 2009. Monitoring and mitigation of the impacts resulting from the interaction between bird and Powerlines in the Island of Madeira (Portugal) – Final Report. Unpublished report, SPEA, Lisbon. (en Portugais)
- Fernández-García, J.M.**, 1998. Relationship between mortality in electric power lines and avian abundance in a locality of Leon (NW of Spain). *Ardeola* 45: 63-67
- Fernie, K. J. & Reynolds, S.J.**, 2005. The effects of electromagnetic fields from power lines on avian reproductive biology and physiology: a review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 8(2): 127-140.
- Ferrer, M., de la Riva, M. & Castroviejo, J.**, 1991. Electrocutation of raptors on power lines in Southwestern Spain. *Journal of Field Ornithology* 62: 181-190.

- Ferrer, M. & Hidalgo, F.**, 1992. Man-induced sex-biased mortality in the Spanish imperial eagle. *Biological Conservation* 60: 57-60.
- Foster, K.R. & Repacholi, M.H.**, 2002. Environmental impacts of electromagnetic fields from major electrical technologies. Proceedings of International Seminar Effects of Electromagnetic Fields on The Living Environment. Ismaning, Germany.
- Frost, D.**, 2008. The use of 'flight diverters' reduces mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. *Conservation Evidence* 5: 83-91.
- Gaget, V. & Barbey, F.**, 1998. Comparaison de mortalité de l'avifaune entre deux lignes THT 400 kV entre Saint-André-de-Corcy et Sainte-Olive dans l'Ain. CORA Rhône, Lyon. Rapport non publié. (en français)
- Gangoso, L. & Palacios, C.J.**, 2002. Endangered Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) entangled in a power line ground-wire stabilizer. *Journal of Raptor Research* 36: 238-239.
- Garrido, J.R. & Fernández-Cruz, M.**, 2003. Effects of power lines on a White Stork *Ciconia ciconia* population in Central Spain. *Ardeola* 50: 191-200.
- Gerdzhikov, G.P. & Demerdzhiev, D.A.**, 2009. Data on bird mortality in "Sakar" IBA (BG021), caused by hazardous power lines. *Ecologia Balkanica* 1: 67-77.
- Gil, J.A.**, 2009. Assessment of collision and electrocution risks on power lines in Special Protection Areas, under the scope of the Lammergeir (*Gypaetus barbatus*) recovery plan in Aragón. *Pirineos* 164: 165-172. (en espagnol)
- Gil del Pozo, M. & Roig, J.**, 2003. Interaction between BirdLife and Red Electrica's transmission facilities: experience and solutions. Proceedings of the 4th technical session on power lines and the environment, Madrid.
- González, L.M., Margalida, A., Mañosa, S., Sánchez, R., Oria, J., Molina, J.I., Caldera, J., Aranda, A. & Prada, L.**, 2007. Causes and spatio-temporal variations on non-natural mortality in the vulnerable Spanish Imperial Eagle *Aquila adalberti* during a recovery period. *Oryx* 41: 495-502.
- Goudie, R.I.**, 2006. Effects of powerlines on birds. Harlequin Enterprises. St. John's, Newfoundland.
- Grishchenko, V.N.**, 2008. Changes in nest site selection of the White Stork in Ukraine. *Berkut* 16: 52-74.
- Gutsmiedl, L. & Troschke, T.**, 1997. Study of the influence of a 110-kV power line at a Grey Heron colony and resting (migratory) birds. *Vogel und Umwelt* 9 (Sonderheft): 191-209. (en allemand, résumé en anglais)
- Guzmán, J. & Castaño, J.P.**, 1998. Electrocution of raptors on power lines in Sierra Morena Oriental and Campo de Montiel. *Ardeola* 45: 161-169. (en espagnol)
- Haack, C.T.**, 1997. Collisions of White-fronted Geese (*Anser albifrons*) with a high tensin power line at Rees (Lower Niederrhein), Nordrhein-Westfalen. *Vogel und Umwelt* 9 (Sonderheft): 295-299. (en allemand, résumé en anglais)
- Haas, D.**, 2010. Bad Engineering affects the Paradise. A short Picture-Story from Ethiopia about „Killer-Poles“. Unpublished report distributed by author via email.

- Haas, D.**, 2011. Electrocutation of birds. Some further aspects of international high significance. Presentation at International Conference on Power Lines and Bird Mortality in Europe, Budapest, Hungary. Site internet, voir ci-après.
- Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W. & Schürenberg, B.**, 2005. Lignes à haute tension : comment protéger les oiseaux ? Sauvegarde de la nature, n°140. Éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg. (en français).
- Haas, D. & Nipkow, M.**, 2006. Caution: Electrocutation! NABU Bundesverband. Bonn, Germany.
- Haas, D. & Schürenberg, B.**, 2008. Bird electrocutation; general principles and standards of bird protection at power lines. Proceedings of the Conference 'Stromtod von Vögeln, Grundlagen und Standards zum Vogelschutz an Freileitungen' in Muhr am See, April 2006. Ökologie der Vögel, Band 26, Hamburg. (en allemand)
- Harness, R. & Gombobaatar, D.R.S.**, 2008. Raptor electrocutations in the Mongolia Steppe. WINGING IT 20: 1-6.
- Harness, R., Gombobaatar, D.R.S. & Yosef, R.**, 2008. Mongolian distribution of power lines and raptor electrocutations. Rural Electric Power Conference, Charleston, South Caroline.
- Hartman, J.C., Gyimesi, A. & Prinsen, H.A.M.**, 2010. Are bird flaps effective wire markers in a high-tension power line? – Field study of collision victims and flight movements at a marked 150 kV power line. Report nr. 10-082, Bureau Waardenburg bv, Culemborg. (en néerlandais)
- Heynen, D. & Schmid, H.**, 2007. Priority regions to remediate medium-tension power lines to protect White Stork and Eagle Owl from electrocutation. Schweizerische Vogelwarte, Sempach. (en allemand)
- Heijnis, R.**, 1976. Birds underway. Thousands of birds victim of high-tension power lines (en néerlandais).
- Heijnis, R.**, 1980. Bird mortality from collision with conductors for maximum tension. Ökologie der Vogel 2(Sonderheft): 111-129. (en allemand, résumé en anglais)
- Henderson, I.G., Langston, R.H.W. & Clark, N.A.**, 1996. The response of Common Terns *Sterna hirundo* to power lines: an assessment of risk in relation to breeding commitment, age and wind speed. Biological Conservation 77(2-3): 185-192.
- Hoerschelmann, H. von, Haack, A. & Wohlgemuth, F.**, 1988. Bird casualties and bird behaviour at a 380-kV-power line. Ökologie der Vogel 10: 85-103. (en allemand, résumé en anglais)
- Horvath, M., Nagy, K., Demeter, I., Kovacs, A., Bagyura, J., Toth, P., Solt, S. & Halmos, G.**, 2011. Birds and power lines in Hungary: Mitigation planning, monitoring and research. Presentation at International Conference on Power Lines and Bird Mortality in Europe, Budapest, Hungary. Site internet, voir ci-après.
- Horvath, M., Nagy, K., Papp, F., Kovacs, A., Demeter, I., Szugyi, K. & Halmos, G.**, 2008. The evaluation of the Hungarian medium-voltage electricity network from a bird conservation perspective. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest. (en hongrois)
- Hunting, K.**, 2002. A roadmap for PIER research on avian power line electrocutation in California. California Energy Commission, California.

- Infante, S., Neves, J., Ministro, J. & Brandão, R.**, 2005. Impact of distribution and transmission power lines on birds in Portugal. Quercus, ICN and SPEA, Castelo Branco. Unpublished report. (en portugais)
- Jaklitsch, H., Bierbaumer, M., Wegleitner, S., Edelbacher, K. & Schindler, S.**, 2011. Monitoring of bird behaviour on a wire-marked 110kV power line in Lower Austria. Poster presented at the International Conference in Budapest: Power lines and bird mortality in Europe. Site internet voir ci-après.
- Janss, G.F.E.**, 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation* 95(3): 353-359.
- Janss, G.F.E. & Ferrer, M.**, 1998. Rate of bird collision with power lines: effects of conductor-marking and static wire-marking. *Journal of Field Ornithology* 69(1): 8-17.
- Janss, G.F.E. & Ferrer, M.**, 1999. Mitigation of raptor electrocution on steel power poles. *Wildlife Society Bulletin* 27: 263-273.
- Janss, G.F.E., Lazo, A. & Ferrer, M.**, 1999. Use of raptor models to reduce avian collisions with powerlines. *Journal of Raptor Research* 33: 154-159.
- Janss, G.F.E. & Ferrer, M.**, 2000. Common Crane and Great Bustard collision with power lines: collision rate and risk exposure. *Wildlife Society Bulletin* 28: 675-680.
- Jenkins, A.**, 2007. Electric Eagle Project. Unpublished report to Eskom.
- Jenkins, A.R., Allan, D.G. & Smallie, J.J.**, 2009. Does electrification of the Lesotho Highlands pose a threat to that country's unique montane raptor fauna? Dubious evidence from surveys of three existing power lines. *Gabar* 20(2): 1-11.
- Jenkins, A.R., Smallie, J.J. & Diamond, M.**, 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International* 20(3): 263-278.
- Jenkins, A.R., Shaw, J.M., Smallie, J.J., Gibbons, B., Visagie, R. & Ryan, P.G.**, In press. Estimating the impacts of power line collisions on Ludwig's Bustards *Neotis ludwigii*. *Bird Conservation International*.
- Kabouche, B., Bayeul, J., Zimmermann, L. & Bayle, P.**, 2006. Mortalité des oiseaux sur le réseau électrique aérien - enjeu et perspectives en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport DIREN PACA – LPO PACA, Hyères. (en français)
- Kaiser, N.**, 1993. Étude du Cygne tuberculé *Cygnus olor* sur les lacs subjurassiens). Travail de licence, Université de Neuchâtel. (en français)
- Karyakin, I.V.**, 2008. Lines-killers continue to harvest the mortal crop in Kazakhstan. *Raptors Conservation* 11: 14-21.
- Karyakin, I.V., Kovalenko, A.V. & Novikova, L.M.**, 2006. The Imperial Eagle in the Volga-Ural Sands: results of researches in 2006. *Raptors Conservation* 6: 39-47.
- Karyakin, I.V. & Novikova, L.M.**, 2006. The Steppe Eagle and power lines in Western Kazakhstan. Does coexistence have any chance? *Raptors Conservation* 6: 48-57.

- Koops, F.B.J.**, 1987. Collision victims in the Netherlands and the effects of marking. Vereniging van directeuren van electriciteitsbedrijven in Nederland, Arnhem. (en néerlandais)
- Koops, F.B.J. & Jong, J. de**, 1982. Reduction of collision victims by marking of high-tension power lines close to Heerenveen. *Elektrotechniek* 60(12): 641-646. (en néerlandais)
- Kovacs, A., Demeter, I., Fater, I., Bagyura, J., Nagy, K., Szitta, T., Firmanszky, G. & Horvath, M.**, 2008. Current efforts to monitor and conserve the Eastern Imperial Eagle *Aquila heliaca* in Hungary. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 37: 457-459.
- Krueger Jr., T.E.**, 1998. The use of electrical transmission pylons as nesting sites by the Kestrel *Falco tinnunculus* in North-East Italy. Pp: 141-148. In: Chancellor, R.D., Meyburg, B.-U. & Ferrero, J.J. (Eds.). *Holarctic Birds of Prey*. ADENEX-WWGBP.
- Lane, S.J., Alonso, J.C. & Martín, C.A.**, 2001. Habitat preferences of Great Bustard *Otis tarda* flocks in the arable steppes of central Spain: are potentially suitable areas unoccupied? *Journal of Applied Ecology* 38(1): 193-203.
- Larsen, R.S. & Stensrud, O.H.**, 1988. Electricity mortality the greatest threat to owl populations in Southeast Norway. *Vår Fuglefauna* 11: 29-33. (en norvégien)
- Lasch, U., Zerbe, S. & Lenk, M.**, 2010. Electrocution of raptors at power lines in Central Kazakhstan. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 9: 95-100.
- Lehman, R.N., Kennedy, P.L. & Savidge, J.A.**, 2007. The state of the art in raptor electrocution research: a global review. *Biological Conservation* 136: 159-174.
- Lislevand, T.**, 2004. Birds and powerlines. Methods to reduce the risk of collisions and electrocution. Norsk Ornitologisk Forening (NOF), Trondheim. (en norvégien, résumé en anglais)
- Litzbarski, H. & Watzke, H.**, 2007. Comments on protection of the Great Bustard population in Russia. Pp: 131-138. In: Litzbarski, H. & Watzke, H. (Eds.). *Great Bustards in Russia and Ukraine*. Bustard Studies 6. Förderverein Großtrappenschutz e.V., Germany.
- Lovaszi, P.**, 1998. Status of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in Hungary: results of national censuses between 1941 and 1994. *Ornis Hungarica* 8: 1-8.
- López-López, P., Ferrer, M., Madero, A., Casado, E. & McGrady, M.**, 2011. Solving man-induced large-scale conservation problems: the Spanish Imperial Eagle and power lines. *PLoS ONE* 6: e17196.
- Mañosa, S.**, 1997. Strategies to identify dangerous electricity pylons for birds. *Biodiversity and Conservation* 10: 1997-2012.
- Mañosa, S. & Real, J.**, 2001. Potential negative effects of collisions with transmission lines on a Bonelli's Eagle population. *Journal of Raptor Research* 35: 247-252.
- Manville, A.M., II.**, 2005. Bird strikes and electrocutions at power lines, communication towers, and wind turbines: state of the art and state of the science-next steps toward mitigation. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Albany, California, USA.
- Margalida, A., Heredia, R., Razin, M. & Hernández, M.**, 2008. Sources of variation in mortality of the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in Europe. *Bird Conservation International* 18: 1-10.

- Martínez, J.E.**, 2003. Impact of power lines on raptor populations in the Sierra Espuña Regional Park (Murcia) (en espagnol). Proceedings of the III International Conference on Prevention Strategies for Fires in Southern Europe, Barcelona.
- Marti, C.**, 1998. Effects of power lines on birds: Documentation. Schriftenreihe Umwelt Nr. 292. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. (en allemand, résumé en anglais)
- Matics, R.**, 2000. Mortality rate of Barn Owl (*Tyto alba* Scop. 1769) in Hungary based on ringing data. *Aquila* 105-106: 125-133.
- Matsyna, A.I. & Matsyna, E.L.**, 2011. Protection of birds on the power lines in Russia. Poster presented on International Conference on Power Lines and Bird Mortality in Europe, Budapest, Hungary. Site internet, voir ci-après.
- Matshikiza, M. & van Rooyen, C.**, 2004. Quantification of bird damage to wooden poles in distribution. Unpublished report to Eskom.
- Martin, G.R.**, 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- Martin, G. R. & Shaw, J.M.**, 2010. Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biological Conservation* 143: 2965-2702.
- Marques, A.T.**, 2009. Factors influencing Great Bustard and Little Bustard mortality by collision at transmission power lines. Local and regional scale analyses and implications for spatial planning. MSc. Thesis, Universidade Nova de Lisboa. (en portugais)
- Marques, A.T., Rocha, P. & Silva, J.P.**, 2008. Evaluation of the conflicts between power lines and the Great and Little Bustards in Castro Verde Special Protection Area. Unpublished Report. ICNB, Lisboa. (en portugais)
- Mathiasson, S.**, 1993. Mute Swans, *Cygnus olor*, killed from collision with electrical wires, a study of two situations in Sweden. *Environmental Pollution* 80: 239-246.
- Meyburg, B., Manowsky, O. & Meyburg, C.**, 1996. The Osprey in Germany: its adaptation to environments altered by man. Pp: 125-135. In: Bird, D.M., Varlan, D.E. & Negro, J.J. (Eds.). *Raptors in Human Landscapes: Adaptations to Built and Cultivated Environments*. Academic Press.
- Mihelic, T. & Denac, D.**, 2011. Eagle Owl *Bubo bubo* and White Stork *Ciconia ciconia* electrocution on middle voltage electric poles in Slovenia. Poster presented at International Conference on Power Lines and Bird Mortality in Europe, Budapest, Hungary. Site internet, voir ci-après.
- Mishra, A.K.**, 2009. Nature Watch; Sarus Crane: On its Way to Extinction. *Resonance* 14(12): 1206-1209.
- Moleón, M., Bautista, J., Garrido, J.R., Martín-Jaramillo, J., Ávila, E. & Madero, A.**, 2007. The correction of power lines in areas of dispersion of Bonelli's Eagles: potential positive effects on the community of birds of prey. *Ardeola* 54(2): 319-325.
- Moritzi, M., Spaar, R. & Biber, O.**, 2001. Causes of death of White Storks (*Ciconia ciconia*) ringed in Switzerland (1947-1997). *Vogelwarte* 41: 44-52.
- Murphy, R.K., McPherron, S.M., Wright, G.D. & Serbousek, K.L.**, 2009. Effectiveness of avian collision averters in preventing migratory bird mortality from powerline strikes in the Central Platte river, Nebraska. University of Nebraska-Kearney, Kearney.

- Murillo**, 2003. Environmental impact and preventive and corrective measures for power lines and substations. Proceedings of the 4th technical session on power lines and the environment. Red Eléctrica de España, Madrid.
- Negro, J.J. & Ferrer, M.**, 1995. Mitigation measures to reduce electrocution of birds on power lines: a comment on Bevanger's review. *Ibis* 137: 423-424.
- Negro, J.J., Ferrer, M., Sandosa, C. & Regedor, S.**, 1989. Efficacy of two methods to deter avian electrocutions of distribution power lines. *Ardeola* 36: 201-206. (en espagnol)
- Neves, J. & Infante, S.**, 2008. Monitoring and mitigating distribution and transmission lines' impact on birds. Unpublished Report, SPEA and Quercus, Castelo Branco, Portugal. (en portugais)
- Neves, J., Infante, S., Ministro, J. & Brandão, R.**, 2005. Impact of transmission lines on birds in Portugal. Unpublished Report, SPEA and Quercus, Castelo Branco, Portugal. (en portugais)
- Newton, I., Wyllie, I. & Asher, A.**, 1991. Mortality causes in British Barn Owls *Tyto alba*, with a discussion of aldrin-dieldrin poisoning. *Ibis* 133: 162-169.
- Niemi, G.J. & Hanowski, J.A.M.**, 1984. Effects of a transmission line on bird populations in the Red Lake Peatland, northern Minnesota. *The Auk* 101(3): 487-498.
- Niklaus, G.**, 1984. Large numbers of birds killed by electric power line. *Scopus* 8: 42.
- Osieck, E. & Miranda, F. de**, 1972. Bird mortality at high tension power lines. Unpublished Report. Vogelbescherming Nederland. (en néerlandais)
- Palacios, M.J.**, 2003. Power lines in Extremadura: conservation action and bird conservation. Proceedings of the National Conference on Power lines and Bird Conservation in Protected Areas, Dirección General de Medio Ambiente, Murcia. (en espagnol)
- Palacios, M.J. & García-Baquero, M.J.**, 2003. Power lines in Extremadura: conservation and protection of BirdLife. Proceedings of the 4th technical session on power lines and the environment, Red Eléctrica de España, Madrid. (en espagnol)
- Piironen, J.**, 1997. Bird collision risk assessment of transmission grid (110-400 kV) of "IVO Voimansiirto". University Press, Helsinki. (en finnois)
- Ponce, C., Alonso, J.C., Argandona, G., García Fernandez, A. & Carrasco, M.**, 2010. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation* 13: 603-612.
- Podonyi, G.**, 2011. Service and living space (Bird-friendly solutions on the MV power lines). Presentation at International Conference on Power Lines and Bird Mortality in Europe, Budapest, Hungary. Site internet, voir ci-après.
- Prinsen, H.A.M., Smallie, J.J., Boere, G.C. & Pires, N.**, 2011. *Lignes directrices pour éviter ou atténuer l'impact des lignes électriques sur les oiseaux migrateurs dans la région Afrique-Eurasie*. CMS Série technique N° XX, AEW A Série technique N° XX. Bonn, Allemagne.
- Puzovic, S.**, 2008. Nest occupation and prey grabbing by Saker falcon (*Falco cherrug*) on power lines in the province of Vojvodina (Serbia). *Arch. Biol. Sci. Belgrade* 60: 271-277.

- Raab, R., Spakovszky, P., Julius, E., Schütz, C. & Schulze, C.H.**, 2010. Effects of power lines on flight behaviour of the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population. Bird Conservation International: 1-14.
- Rayner, J.M.V.**, 1988. Form and function in avian flight. Pp: 1-66. In: Johnston, R.F. (Ed.). Current Ornithology (5). Plenum, New York.
- Real, J., Grande, J.M., Mañosa, S. & Sánchez-Zapata, J.A.**, 2001. Causes of death in different areas for Bonelli's Eagle *Hieraaetus fasciatus* in Spain. Bird Study 48: 221-228.
- Rees, E.**, 2006. Bewick's swan. T & AD Pysers, London.
- Regidor, S., Santos, C., Ferrer, M. & Negro, J.J.**, 1988. An experiment with modified electric pylons in Doñana National Park. Ecología 2: 251-256. (en espagnol)
- Reiter, A.S.**, 2000. Casualties of Great Bustards (*Otis tarda* L) on overhead power lines in the western Weinviertel (Lower Austria). Egretta 43: 37-54.
- Rekasi, J. & Jakab, B.**, 1984. Ecological investigations on the stork population of North-Bacska in the last ten years. Aquila 91: 101-107. (en hongrois)
- Renssen, T.A.**, 1977. Birds under high-tension. Stichting Natuur en Milieu i.s.m. Vogelbescherming Nederland, Zeist. (en néerlandais)
- Robinson, J.A., Colhoun, K., McElwaine, J.G. & Rees, E.C.**, 2004. Whooper Swan *Cygnus cygnus* (Iceland population) in Britain and Ireland 1960/61 – 1999/2000. Waterbird Review Series, The Wildfowl & Wetlands Trust/Joint Nature Conservation Committee, Slimbridge.
- Rollan, À., Real, J., Bosch, R., Tintó, A. & Hernández-Matías, A.**, 2010. Modelling the risk of collision with power lines in Bonelli's Eagle *Hieraaetus fasciatus* and its conservation implications. Bird Conservation International 20: 279-294.
- Rosa, G., Encarnação, V. & Candelária, M.**, 2005. National Census of White Stork *Ciconia ciconia* (2004). SPEA & ICN, Lisboa. (en portugais)
- Rose, P. & Baillie, S.**, 1989. The effects of collisions with overhead lines on British Birds: an analysis of ringing recoveries. British Trust for Ornithology, Thetford, UK.
- Rubolini, D., Gustin, M., Bogliani, G. & Garavaglia, R.**, 2005. Birds and powerlines in Italy: an assessment. Bird Conservation International 15(2): 131-145.
- Sampaio, H.**, 2009. Evaluation of the interaction between birds and power lines in the Azores: Final report. Unpublished report, SPEA, Lisbon. (en portugais)
- Schaub, M. & Pradel, R.**, 2004. Assessing the relative importance of different sources of mortality from recoveries of marked animals. Ecology 85(4): 930-938.
- Schaub, M., Aebischer, A., Gimenez, O., Berger, S. & Arlettaz, R.**, 2010. Massive immigration balances high anthropogenic mortality in a stable eagle owl population: Lessons for conservation. Biological Conservation 143: 1911-1918.
- Schürenberg, B., Schneider, R. & Jerrentrup, H.**, 2010. Implementation of recommendation No. 110/2004 on minimising adverse effects of above ground electricity transmission facilities (power lines) on birds. Report by the NGOs to the 30th meeting of the Standing Committee of the Bern Convention, Strasbourg. T-PVS/Files (2010) 21. Council of Europe.

- Scott, R.E., Roberts, L.J. & Cadbury, C.J.**, 1972. Bird deaths from power lines at Dungeness. *British Birds* 65(7): 273-285.
- Sergio, F., Marchesi, L., Pedrini, P., Ferrer, M. & Penteriani, V.**, 2004. Electrocutation alters the distribution and density of a top predator, the Eagle owl *Bubo bubo*. *Journal of Applied Ecology* 41: 836-845.
- Shaw, J.M., Jenkins, A.R., Smallie, J.J. & Ryan, P.G.**, 2010. Modelling power-line collision risk for the Blue Crane *Anthropoides paradiseus* in South Africa. *Ibis* 152: 590-599
- Shaw, J.M., Jenkins, A.R., Ryan, P.G. & Smallie, J.J.**, 2010. A preliminary survey of avian mortality on power lines in the Overberg, South Africa. *Ostrich* 81: 109-113.
- Shimada, T.**, 2001. Choice of daily flight routes of Greater White-fronted Geese: effects of power lines. *Waterbirds* 24(3): 425-429.
- Silva, J.P.**, 2010. Factors affecting the abundance of the Little Bustard *Tetrax tetrax*: implications for conservation. PhD Thesis, Universidade de Lisboa.
- Silva, J.P., Santos, M., Queirós, L., Leitão, D., Moreira, F., Pinto, M., Lecoq, M. & Cabral, J.A.**, 2010. Estimating the influence of overhead transmission power lines and landscape context on the density of Little bustard *Tetrax tetrax* breeding populations. *Ecological Modeling* 221: 1954-1963.
- Smallie, J., Diamond, M. & Jenkins, A.**, 2009. Lighting up the African continent – what does it mean for our birds? Pp: 38-43. In Harebottle, D.M., Craig, A.J.F.K., Anderson, M.D., Rakotomanana, H. & Muchai, M. (Eds.). Proceedings of the 12th Pan-African Ornithological Congress, 2008, Cape Town. Animal Demography Unit.
- Smallie, J. & Strugnell, L.**, 2011. Use of camera traps to investigate Cape Vulture roosting behaviour on power lines in South Africa. Unpublished report to Eskom.
- Smallie, J. & Virani, M.**, 2010. A preliminary assessment of the potential risks from electrical infrastructure to large birds in Kenya. *Scopus* 30: 32-39.
- Smallie, J.**, In preparation. A power line risk assessment for selected South African bird species of conservation concern. Currently undergoing final corrections for submission for Master of Science in the field of Environmental Science.
- Steenhof, K., Kochert, M.N. & Roppe, J.A.**, 1993. Nesting raptors and common ravens on electrical transmission line towers. *Journal of Wildlife Management* 57: 271-281.
- Stjernberg, T., Koivusaari, J., Högmander, J., Ollila, T., Keränen, S., Munsterhjelm, G. & Ekblom, H.**, 2007. Population size and nesting success of the White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Finland, 2005-2006. *Linnut-vuosikirja 2006*: 14-19. (en finnois, résumé en anglais)
- Stoychev, S. & Karafeisov, T.**, 2003. Power line design and raptor protection in Bulgaria. Sixth world conference on Birds of Prey and Owls, Budapest, Hungary.
- Sudmann, S.R., Hüppeler-Borcherding, S. & Klostermann, S.**, 2000. The behaviour of overwintering, arctic geese in the proximity of marked and unmarked high-tension power lines at the Niederrhein. *Naturschutzzentrum im Kreis Kleve*. (en allemand)
- Sultanov, E.G.**, 1991. Estimation of the damage of bird mortality due to high-tension power lines and communication lines in the Southeastern part of the Republic Azerbaijan. Unpublished report, Stavropol. (en russe)

- Sultanov, E.G., Karabanova, N.I., Guseinov, R.A., Kamarli, R.A. & Magerramov, Sch.**, 1991. On bird mortality due to high-tension power lines during spring migration in the Southeastern part of the Republic Azerbaijan. Unpublished report, Stavropol. (en russe)
- Sundar, K.S.G. & Choudhury, B.C.**, 2005. Mortality of Sarus Cranes (*Grus antigone*) due to electricity wires in Uttar Pradesh, India. *Environmental conservation* 32(3): 260-269.
- Thompson, L.S.**, 1978. Mitigation through engineering and habitat modification. Pp: 51-92. In Avery, M.L. (Ed.). *Impacts of transmission lines on birds in flight*. U.S. Fish and Wildl. Serv., Washington, D.C.
- Tintó, A. & Real, J.**, 2003. Application of mitigation measures to reduce Bonelli's Eagle electrocution in Catalonia. In *Proceedings of Jornadas Nacionales de Líneas Eléctricas y Conservación de Aves en Espacios Naturales*, Murcia. (en espagnol)
- Tintó, A., Real, J. & Mañosa, S.**, 2005. A classification method of power lines to prevent forest fires caused by bird electrocution. *Proceedings of the III International Conference on Prevention Strategies for Fires in Southern Europe*, Barcelona.
- Tintó, A., Real, J. & Mañosa, S.**, 2010. Predicting and correcting electrocution of birds in Mediterranean areas. *Journal of Wildlife Management* 74: 1852-1862.
- Tryjanowski, P., Kosicki, J.Z., Kuzniak, S. & Sparks, T.H.**, 2009. Long-term changes and breeding success in relation to nesting structures used by the white stork, *Ciconia ciconia*. *Annales Zoologici Fennici* 46: 34-38.
- Tucker, G., Bassi, S., Anderson, J., Chiavari, J., Casper, K. & Fergusson, M.**, 2008. Provision of evidence of the conservation impacts of energy production. Institute for European Environmental Policy (IEEP), London.
- Turcek, F.J.**, 1960. On the damage by birds to power and communication lines. *Bird Study* 7: 231-236.
- Virani, M. Z.**, 2006. In Steep Decline. SWARA (Magazine of the East African Wildlife Society) April – June 2006.
- Vlas, M.J. de & Butter, M.E.**, 2003. Collision victims in the Westbroekstermadepolder. Unpublished Report, Rijksuniversiteit Groningen, Haren, The Netherlands. (en néerlandais)
- Watzke, H.**, 2007. Reproduction and causes of mortality in the breeding area of the Great Bustard in the Saratov region of Russia. Pp: 53-64. In: Litzbarski, H. & Watzke, H. (Eds.). *Great Bustards in Russia and Ukraine*. Bustard Studies 6. Förderverein Großtrappenschutz e.V., Germany.
- White, F.**, 1983. Vegetation map of Africa. UNESCO/AETFAT/UNSO
- Winkelman, J.E., Kistenkas, F.H. & Epe, M.J.**, 2008. Ecological and conservational aspects of wind turbines on land. *Alterra-rapport 1780*, Alterra, Wageningen. (en néerlandais)
- Yoo, S.H., Lee, K.S. & Park, C.H.**, 2010. Accident cases and causes of electric line collision of cranes at Cheorwon, Korea. *Korean Journal of Ornithology* 17(4): 331-343.
- Zohmann, M., Nopp-Mayr, U. & Grünsachner-Berger, V.**, 2010. Impacts of overhead wires and lifts on grouse in Austria. Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien. (en allemand)

Zwarts, L.R.G., Bijlsma, R., van der Kamp, J. & Wymenga, E., 2009. Living on the edge: wetlands and birds in a changing Sahel. KNNV Publishing, Zeist, The Netherlands.

Sites internet utiles :

BirdLife International : www.BirdLife.org

Convention sur les zones humides d'importance internationale, dite *Convention de Ramsar* :
www.ramsar.org

Wetlands International : www.wetlands.org

Outil du Réseau de Sites Critiques du projet *Wings Over Wetlands* :
www.wingsoverwetlands.org/csntool

Posters et présentations de la Conférence Internationale sur les lignes électriques et la mortalité aviaire en Europe, Budapest, Hongrie, Avril 2011:
www.mme.hu/termeszetvedelem/budapest-conference-13-04-2011/presentations.html

Information sur les dispositifs anti-collision « Bird Flappers » :
www.rwerheinruhrnetzservice.com

Information sur les dispositifs anti-collision « FireFly »:
www.hammarprodukter.com

Information sur la prévention des risques d'électrocution des oiseaux en Allemagne :
www.birdsandpowerlines.org

Glossaire

(Les définitions de ce glossaire sont basées sur le glossaire d'APLIC (2006) et sur des sources Internet)

Bretelle de raccordement ou Câble de raccordement

Conducteur sous tension utilisé pour connecter divers types d'équipements électriques. Les câbles de raccordement sont aussi utilisés pour acheminer le courant d'un conducteur électrique à l'autre lors d'un changement de direction dans la ligne (par ex. aux poteaux d'angle, poteaux d'extrémité).

Câble de garde ou câble de mise à la terre

Un câble (ou des éléments) électriquement relié à la terre et dont le potentiel est celui de la terre.

Câble de mise à la terre

Voir Câble de garde

Câble de raccordement

Voir Bretelle de raccordement

Commutateur ou Dispositif de commutation

Un dispositif électrique utilisé pour sélectionner les sources d'énergie électrique.

Conducteur

Matériau (en général cuivre ou aluminium), essentiellement sous la forme d'un fil ou d'un câble, adapté au transport du courant électrique.

Conducteur de neutre Voir Câble de garde

Configuration

L'arrangement des parties ou de l'ensemble d'un équipement, par exemple une configuration de distribution comprendrait la disposition des consoles, des bretelles de raccordements, des isolateurs, etc. soutenant un ou plusieurs conducteurs.

Console ou Traverse

Une partie horizontale d'un pylône ou poteau, en bois, ciment ou acier, de longueur variée et servant à soutenir les conducteurs électriques et les équipements de distribution d'électricité.

Corvidés

Famille d'oiseaux comprenant les corneilles, corbeaux, pies et geais.

Coupure d'alimentation

Événement qui se produit quand la source d'énergie est coupée de son alimentation, voir aussi Perturbation.

Défaut Voir Perturbation

Dispositif de commutation Voir Commutateur

Hors tension

Se dit d'un matériel conduisant l'électricité qui est déconnecté de toute source d'électricité.

Isolateur

Matériau non conducteur, habituellement en porcelaine ou en polymère, conçu pour soutenir physiquement un conducteur sous tension et pour l'isoler électriquement d'un autre conducteur ou objet.

Kilovolt ou kV

1000 volts

Ligne électrique de distribution Circuit de câbles à moyenne tension, alimentés par une tension de ~1 kV à 60 kV, utilisé pour distribuer de l'électricité aux différents clients : particuliers, industriels et commerciaux.

Ligne électrique de transport Ligne conçue pour transporter l'énergie électrique de tension supérieure à 60 kV.

Ligne électrique Un ensemble de conducteurs utilisés pour transporter ou distribuer l'énergie électrique, généralement soutenu par des poteaux ou des pylônes à treillis.

Lignes à basse tension Les lignes électriques sont classées en fonction du niveau de leur tension. Différentes classifications peuvent être utilisées par divers auteurs. Dans la présente synthèse, les définitions de Haas *et al* (2005) et d'APLIC (2006) ont été utilisées. Les lignes à basse tension ont une tension 100 fois inférieure à celle des lignes à moyenne tension (<600 volts). Dans la plupart des pays, elles ont été enfouies et ne présentent aucun risque pour les oiseaux. Quant elles sont aériennes, elles sont généralement assez bien isolées. Ces lignes sont souvent épaisses, de couleur sombre et assez visibles, elles présentent ainsi relativement peu de risques de collisions.

Lignes à haute tension Les lignes électriques à haute tension (de 60 kV à 700 kV) sont utilisées dans les réseaux de transport de l'électricité. Sur ces lignes présentant en général de longs isolateurs suspendus, le risque d'électrocution des oiseaux est relativement faible. Par contre, le risque de collision peut être élevé, surtout si les câbles conducteurs et les câbles de garde sont disposés à des hauteurs différentes. Le câble de garde est souvent assez fin et présente donc un fort risque de collision.

Lignes à moyenne tension Celles-ci comprennent les lignes de distribution électrique des sociétés d'électricité (~1 kV à 60 kV). Même si dans certains pays la majorité de ces lignes a été enfouie, sur le plan mondial la plupart des réseaux sont aériens. Les lignes à moyenne tension sont celles qui présentent le plus de risques d'électrocution pour les oiseaux si elles n'ont pas été conçues pour les éviter. Il existe en outre un risque de collisions, mais en général moindre que pour les lignes à haute tension car les conducteurs sont le plus souvent disposés sur un même plan et sont plus près du sol que sur les lignes à haute tension.

Modification

La modification de la structure d'une ligne électrique existante pour la rendre sûre pour les oiseaux.

Perturbation ou Défaut

Perturbation électrique, par exemple causée par l'électrocution d'un animal, qui interrompt la qualité de l'alimentation en électricité.

Phase à la terre

Le contact entre un conducteur sous tension et un potentiel de terre. Un oiseau peut être la cause d'un défaut de phase à la terre lorsque des parties charnues de son corps (ou des plumes humides des ailes ou de la queue) touchent simultanément une phase sous tension et un câble ou un élément relié à la terre.

Phase

Conducteur électrique sous tension.

Phase-à-phase

Contact entre deux conducteurs sous tension. Les oiseaux peuvent causer un défaut phase-à-phase quand la partie charnue de leurs ailes ou d'autres parties du corps (y compris les plumes humides des ailes ou de la queue) entre simultanément en contact avec deux conducteurs.

Poignet ou articulation carpienne

Articulation au milieu du bord antérieur de l'aile d'un oiseau.

Poste électrique ou Sous-station

Élément du réseau où la tension du système de transport ou de distribution est augmentée ou diminuée au moyen de transformateurs.

Poteau à problème

Poteau utilisé par les oiseaux pour se percher, nicher ou se reposer et qui a provoqué l'électrocution d'oiseaux ou qui présente un fort risque d'électrocution.

Poteau

Structure verticale, généralement en bois, ciment ou acier, de hauteur diverse et utilisée pour soutenir les conducteurs électriques et les équipements de distribution d'énergie électrique.

Sans danger pour les oiseaux

Un poteau ou pylône électrique conçu pour atténuer les risques d'électrocution, sur lequel la distance entre les conducteurs sous tension (ou phases) et les éléments reliés à la terre est supérieure à la distance entre les deux poignets ou entre la tête et les pattes d'un oiseau. Si cette distance ne peut pas être respectée, les éléments dénudés et accessibles doivent être recouverts afin de réduire le risque d'électrocution, ou alors une gestion des perchoirs doit être mise en œuvre.

Séparation

Distance physique entre les conducteurs et/ou entre un conducteur et les éléments reliés à la terre.

Sous tension

Se dit d'un matériel conduisant l'électricité et qui est connecté à une source d'électricité.

Sous-station

Voir Poste électrique

Structure

Un pylône ou un treillis qui soutient l'équipement électrique pour le transport ou la distribution de l'électricité.

Support de nid ou de repos

Le support sur lequel un nid est construit ou sur lequel les oiseaux se reposent et dorment. Dans le cas présent cela peut correspondre à des poteaux électriques, des plateformes, des boîtes et des treillis de pylônes électriques.

Tension ou Voltage

Force électromotrice mesurée en volts.

Transformateur

Dispositif utilisé pour augmenter ou diminuer la tension.

Traverse

Voir Console

Traversée (de transformateur)

Un isolateur, généralement en porcelaine, inséré sur le dessus d'un transformateur afin d'en isoler les câbles électriques. Pour éviter un contact dangereux avec les oiseaux, la traversée peut être couverte.

Volt

Unité de mesure de la tension électrique (potentiel).

Voltage

Voir Tension

Index des espèces

- Accipiter gentilis* Autour des palombes, 15, 20, 22, 123
Accipiter nisus Épervier d'Europe, 18, 43, 50, 123
Aegypius monachus Vautour moine, 17, 18, 19, 20, 21, 29, 85, 122, 125
Alauda arvensis Alouette des champs, 63
Alectoris rufa Perdrix rouge, 51
Anas clypeata Canard souchet, 36, 122
Anas penelope Canard siffleur, 43, 59, 122
Anas platyrhynchos Canard colvert, 36, 37, 43, 48, 49, 59, 122
Anas querquedula Sarcelle d'été, 48, 122
Anser albifrons Oie rieuse, 35, 36, 42, 122
Anser anser Oie cendrée, 36, 42, 122
Anser brachyrhynchus Oie à bec court, 42, 122
Anser fabalis Oie des moissons, 42, 122
Anthropoides paradisea Grue de paradis, 2, 7, 36, 41, 44, 56, 61, 86, 123
Aquila adalberti Aigle ibérique, 10, 12, 14, 20, 21, 30, 51, 52, 53, 85, 123
Aquila chrysaetos Aigle royal, 10, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 61, 85, 123
Aquila clanga Aigle criard, 21, 123
Aquila fasciata Aigle de Bonelli, 10, 14, 18, 19, 20, 21, 51, 53, 68, 85, 86, 94, 123
Aquila heliaca Aigle impérial, 16, 17, 18, 21, 22, 28, 29, 68, 85, 86, 123, 125, 131
Aquila nipalensis Aigle des steppes, 21, 22, 85, 123
Aquila pennata Aigle botté, 20, 123
Aquila rapax Aigle ravisseur, 68, 123
Aquila verreauxii Aigle de Verreaux, 68, 123
Ardea cinerea Héron cendré, 38, 41, 63, 122
Ardea purpurea Héron pourpré, 34, 41, 48, 122
Ardeotis kori Outarde kori, 36
Asio otus Hibou moyen-duc, 43, 49, 50, 123
Athene noctua Chevêche d'Athéna, 20, 22
Balearica regulorum Grue royale, 24, 25, 55, 123
Branta bernicla Bernache cravant, 42, 122
Branta leucopsis Bernache nonnette, 42, 122
Bubo africanus Grand-duc africain, 24, 68
Bubo bubo Grand-duc d'Europe, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 28, 51, 83, 85, 130
Bubulcus ibis Héron garde-bœufs, 51
Bulweria bulwerii Pétrel de Bulwer, 52
Buteo augur Buse augure, 24, 85, 123
Buteo buteo Buse variable, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 43, 49, 50, 53, 122
Buteo buteo vulpinus Buse de Russie, 23
Buteo hemilasius Buse de Chine, 22, 122
Buteo rufinus Buse féroce, 21, 22, 68, 122
Buteo rufofuscus Buse rounoir, 55, 122
Carduelis cannabina Linotte mélodieuse, 49
Chlidonias niger Guifette noire, 46, 52, 123
Ciconia ciconia Cigogne blanche, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 44, 50, 51, 53, 54, 55, 60, 61, 65, 69, 83, 85, 86, 122, 127, 130
Ciconia nigra Cigogne noire, 16, 20, 22, 28, 122
Circus gallicus Circaète Jean-le-Blanc, 18, 19, 20, 21, 22, 123
Circus aeruginosus Busard des roseaux, 43, 67, 123
Circus cyaneus Busard Saint-Martin, 54, 67, 123
Circus pygargus Busard cendré, 19, 51, 123
Columba livia f. domestica Pigeon domestique, 48
Columba palumbus Pigeon ramier, 36, 48
Coracias garrulus Rollier d'Europe, 16, 17, 85, 123

Corvus corax Grand Corbeau, 20, 49, 50, 65, 68, 69
Corvus cornix Corneille mantelée, 67, 69
Corvus corone Corneille noire, 65, 69
Corvus monedula Choucas des tours, 15, 67
Coturnix coturnix Caille des blés, 51, 123
Crex crex Râle des genêts, 43, 123
Cygnus columbianus Cygne de Bewick, 42, 49, 86, 122
Cygnus cygnus Cygne chanteur, 49, 122
Cygnus olor Cygne tuberculé, 38, 42, 47, 49, 50, 59, 86, 98, 122
Dryocopus martius Pic noir, 69
Emberiza citrinella Bruant jaune, 49
Eremophila alpestris Alouette haussecol, 32
Falco biarmicus Faucon lanier, 55, 68, 123
Falco cherrug Faucon sacre, 10, 16, 17, 18, 22, 28, 29, 67, 85, 123, 127
Falco columbarius Faucon émerillon, 15, 123
Falco naumanni Faucon crécerellette, 17, 18, 19, 21, 22, 29, 51, 66, 85, 123, 125
Falco peregrinus Faucon pèlerin, 16, 17, 20, 28, 67, 123
Falco rupicoloides Crécerelle aux yeux blancs, 68, 123
Falco rusticolus Faucon gerfaut, 15, 123
Falco subbuteo Faucon hobereau, 67, 69, 123
Falco tinnunculus Faucon crécerelle, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 29, 30, 43, 50, 51, 53, 64, 66, 67, 69, 85, 123, 125
Falco vespertinus Faucon kobez, 16, 123, 127
Francolinus africanus Francolin à ailes grises, 55
Fulica atra Foulque macroule, 43, 48, 52, 59, 123
Gallinago gallinago Bécassine des marais, 37, 44, 48, 52, 63, 123
Gallinula chloropus Gallinule poule-d'eau, 36, 43, 48, 49, 52, 123
Geocolaptes olivaceus Pic laboureur, 55
Geronticus calvus Ibis du Cap, 55
Grus antigone Grue antigone, 43, 53, 86, 123
Grus canadensis Grue du Canada, 35, 38, 43, 123
Grus grus Grue cendrée, 43, 51, 52, 53, 61, 86, 123
Gypaetus barbatus Gypaète barbu, 30, 43, 51, 53, 56, 86, 122
Gyps africanus Vautour africain, 13, 14, 24, 55, 66, 122
Gyps coprotheres Vautour chasseur, 13, 14, 25, 66, 85, 122
Gyps fulvus Vautour fauve, 18, 19, 20, 22, 50, 85, 122
Gyps rueppellii Vautour de Rüppell, 24, 55, 122
Haematopus ostralegus Huîtrier pie, 35, 63, 123
Haliaeetus albicilla Pygargue à queue blanche, 15, 16, 21, 28, 123
Haliaeetus vocifer Pygargue vocifère, 23, 123
Lagopus lagopus Lagopède des saules, 47
Lanius senator Pie-grièche à tête rousse, 51
Larus argentatus Goéland argenté, 37, 123
Larus marinus Goéland marin, 48, 123
Larus ridibundus Mouette rieuse, 35, 46, 48, 123
Laterallus jamiacensis Râle noir, 32
Leptoptilos crumeniferus Marabout d'Afrique, 55
Limosa limosa Barge à queue noire, 7, 35, 37, 44, 48, 63, 123
Melanocorypha calandra Alouette calandre, 54
Miliaria calandra Bruant proyer, 51
Milvus migrans Milan noir, 13, 18, 19, 20, 22, 23, 30, 123
Milvus milvus Milan royal, 13, 20, 28, 123
Neophron percnopterus Vautour percnoptère, 20, 23, 24, 55, 85, 122, 130
Neotis denhami Outarde de Denham, 44, 56
Neotis ludwigii Outarde de Ludwig, 7, 41, 44, 56, 61, 62, 86

Numenius arquata Courlis cendré, 15, 44, 63, 123
Numenius phaeopus Courlis corlieu, 15, 35, 123
Numida meleagris Pintade de Numidie, 25
Oceanodroma castro Océanite de Castro, 52
Otis tarda Outarde barbue, 33, 36, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 61, 63, 76, 77, 81, 86, 123, 124, 129, 131
Pandion haliaetus Balbuzard pêcheur, 15, 18, 19, 20, 22, 28, 50, 60, 65, 66, 67, 122
Pelecanus crispus Pélican frisé, 41, 42, 51, 53, 54, 86, 122
Pelecanus onocrotalus Pélican blanc, 22, 54, 61, 86, 122
Perdix perdix Perdrix grise, 54
Phalacrocorax carbo Grand Cormoran, 34, 41, 48, 68, 122
Phalaropus fulicarius Phalarope à bec large, 32, 123
Philomachus pugnax Combattant varié, 45, 48, 63, 123
Phoeniconaias minor Flamant nain, 24, 55, 86, 122
Phoenicopterus roseus Flamant rose, 42, 50, 86, 122
Pica pica Pie bavarde, 69
Picus canus Pic cendré, 69
Picus viridis Pic vert, 69
Platalea leucorodia Spatule blanche, 7, 34, 42, 48, 122
Pluvialis apricaria Pluvier doré, 35, 44, 123
Polemaetus bellicosus Aigle martial, 24, 55, 85, 123
Rallus aquaticus Râle d'eau, 37, 43, 48
Sagittarius serpentarius Messenger sagittaire, 24, 55, 56, 86, 121
Scolopax rusticola Bécasse des bois, 52, 123
Sterna hirundo Sternes pierregarin, 37, 46, 123
Streptopelia turtur Tourterelle des bois, 48, 123
Strix aluco Chouette hulotte, 14, 20
Strix uralensis Chouette de l'Oural, 14, 15, 85
Sturnalis vulgaris Étourneau sansonnet, 35, 48, 49, 68
Syrnhaptus paradoxus Syrrhapte paradoxal, 54
Tetrao tetrix Tétras lyre, 40, 47
Tetrao urogallus Grands Tétras, 40
Tetrax tetrax Outarde canepetière, 36, 44, 51, 52, 53, 54, 63, 86, 131
Torgos tracheliotus Vautour oricou, 24, 55, 122
Trionocephus occipitalis Vautour à tête blanche, 24, 55, 122
Tringa totanus Chevalier gambette, 63, 123
Turdus iliacus Grive mauvis, 48
Turdus merula Merle noir, 48, 49
Turdus philomelos Grive musicienne, 48, 49
Tyto alba Effraie des clochers, 13, 20, 22
Vanellus vanellus Vanneau huppé, 35, 37, 44, 48, 51, 52, 61, 63, 123

Annexe 1 : Questionnaire et notes envoyés aux Etats de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie



Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS)

Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds (AEWA)

Memorandum of Understanding on the Conservation of Migratory Birds of Prey in Africa and Eurasia (CMS Raptor MoU)

Secretariats provided by the United Nations Environment Programme (UNEP)

To the AEWA and CMS Focal Points and the CMS Raptor MoU Contact Points

Date: 27 January 2011

Ref: 11-025-LL/EM/LE

Review of and guidelines for mitigating/avoiding the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region

Dear Madam or Sir,

We are pleased to announce that a consortium has been contracted to carry out a study on the above-mentioned subject matter. In that respect, we would like to ask you, in your capacity as CMS and/or AEWA Focal Point, and/or CMS Raptor MoU Contact Point to cooperate closely with the representatives of the consortium, who will contact you in due course, and provide them with as much information as you can.

As you may know, the issue of the electrocution of birds has been receiving growing attention in recent years. This may pose a critical threat and lead to significant declines in the case of some populations. Many species of migratory birds, especially large species fall victim to transmission lines, conductors or poles of electricity power grids. The electrocution of birds is not just a conservation issue, but can lead to the disruption of power, thereby representing a cause for concern for electricity distribution at regional and national levels.

The entire magnitude of this threat to migratory birds within the African-Eurasian region is still poorly understood. Although guidance on the mitigation/avoidance of electrocution and collision does exist, this is scattered and often limited to a particular region or not easily accessible.

An important first step towards reducing this threat is the assessment of the magnitude of the conflict between birds and electricity power grids in the form of the above-mentioned review and the resulting guidelines, which are being made possible through the support of AEWA's cooperation-partner, RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH, a daughter company of RWE, one of the largest energy companies in Europe. The company has specialized in fitting preventive "bird-reflectors" to high-voltage power lines using a helicopter as a measure for reducing collisions with large birds.

The consortium contracted to carry out this work by the Secretariats of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS) and the Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Animals (AEWA), consists of the environmental consultancy, Bureau Waardenburg, based in the Netherlands, the Endangered Wildlife Trust, Wildlife and Energy Interaction Group, South Africa, STRIX Ambiente e Inovação, Portugal and the Boere Conservation Consultancy also based in the Netherlands. The consortium has built up a strong network with international researchers, non-governmental organizations (NGOs) and electricity companies so that it is in an excellent position to be able to tackle all the aspects of this work in the required detail.



UNEP / CMS Secretariat • Hermann-Ehlers-Str. 10 • 53113 Bonn • Germany • Tel: (+49) 228 815-2401 • Fax: (+49) 228 815-2449 • E-mail: secretariat@cms.int • [My:www.cms.int](http://www.cms.int)

UNEP / AEWA Secretariat • Hermann-Ehlers-Str. 10 • 53113 Bonn • Germany • Tel: (+49) 228 815-2413 • Fax: (+49) 228 815-2459 • E-mail: aewa@unep.de • <http://www.unep-aewa.org>

UNEP/CMS Office - Abu Dhabi • c/o Environment Agency - Abu Dhabi • P.O. Box 45553 • Abu Dhabi • United Arab Emirates • Tel: (+971) 2 693 45 23 • Fax: (+971) 2 499 72 52 • E-mail: CmsOffice.ae@cms.int

The review will present an overall overview of the nature, scale and impact of the collision and electrocution problem for birds, including an overview of the aspects involved and gaps in the knowledge on the extent of bird fatalities. The geographical extent of the review covers the Range States to AEWa and the Raptor MoU. The guidelines will present the state-of-the-art mitigation/avoidance measures and will recommend solutions and appropriate actions, both technical as well as legislative, as well as suggestions for research and potential mitigation measures.

The review will consist of one part in which published aspects of the conflict between birds and the electricity grids are reviewed and summarized in a general way and a second part that presents an overview of the issue at Range State level, focusing on conflict hotspots and species at risk.

The final draft of the review and guidelines will then be reviewed by the AEWa and CMS Secretariats and presented to the 10th Conference of the Parties to CMS (COP10) in November 2011 and the 5th Meeting of the Parties to AEWa (MOP5) in May 2012 for approval, as well as to the first CMS Raptor MoU meeting of signatory states to take place in 2012.

We would like to thank you in advance for your kind cooperation and active support towards this promising project, the results of which will help your government to address the problem of the electrocution of migratory birds in the context of CMS, AEWa and the Raptor MoU.

Yours sincerely,



Elizabeth Maruma Mrema
Executive Secretary
CMS



Bert Lenten
Executive Secretary
AEWA



Lahcen El Kabiri
Executive Coordinator
Raptor MoU



Review of and guidelines for mitigating/avoiding the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region

Notes to the questionnaire

With reference to the attached letter from CMS, AEWA and the CMS Raptors MoU, the team of consultants implementing the project on behalf of AEWA and CMS would be very pleased if the CMS, AEWA and the Raptors MoU Parties and Range States as well as national NGOs could provide the necessary basic information to undertake this important work in the best way and to be able to provide the AEWA and CMS Parties and others, with high quality and practical results. Your cooperation is of course needed and much appreciated in providing information based on the attached questionnaire.

The various steps in the process are the following:

- Circulation of the checklist/questionnaire to all Parties, Range States and national NGOs.
- Reviewing incoming information
- Extensive literature review on the topic
- Formulation of overview report and practical guidelines
- Presentation of the results (review, guidelines, etc.) at the CMS COP10, November 2011 in Norway, the AEWA MOP5, May 2012 in France and the 1st Meeting of Signatory States to the CMS Raptor MoU in 2012

The following time schedule is foreseen:

- | | |
|--|-----------------|
| - Start-up of project | - December 2010 |
| - Sending out inquiries | - February 2011 |
| - Collecting all information | - Spring 2011 |
| - Deliver draft reports | - August 2011 |
| - Deliver final reports | - October 2011 |
| - Present review/guidelines at CMS COP10 | - November 2011 |
| - Present review/guidelines at AEWA MOP5 | - May 2012 |
| - Present review/guidelines at CMS Raptor MoU MSS1 | - 2012 |

We welcome your guidance how the provision of information (see the questionnaire also as a checklist of all relevant data) from your country or organisation could be done in the most efficient way. We therefore would highly appreciate to receive at short notice information on the following:

- Will you be able to provide the requested information?
- or can you provide us with contact information (names, email addresses, telephone, websites) of those who can provide the necessary information; they will then be contacted by staff of the consortium.

Given the time schedule for the project we appreciate to receive the information as requested within six weeks after you have received this letter and its attachment.

This project is being implemented with the kind support of RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH

RWE



Review of and guidelines for mitigating/avoiding the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region

Questionnaire for National Focal or Contact Points of Range States of CMS, AEWA and the CMS Raptor MoU as well as relevant national NGOs.

1. Policy

A. What is the national policy on interactions between birds and the electricity grid?

(Please state details on policy intentions, decrees, legislation, etc., including objectives, e.g. obligatory preventive mechanisms when constructing new power lines, special prescriptions to Environmental Impact Assessments such as routing away from potential conflict hot-spots, encouraging underground location of cables, restrictions of dangerous types of poles)

2. Solutions undertaken to mitigate/avoid electrocution and collisions and technical standards

A. Are there incentives for a more 'bird-friendly' electricity transmission and distribution network in your country?

(Please state details, including measures undertaken to mitigate/avoid electrocution and collisions as well as information on retrofitting initiatives)

B. What is the status of the technical standards for bird safety in your country?

(Please state information on technical standards that are being used to decrease bird mortality with power lines, e.g. type of wire markings, type of bird-safe designs to prevent electrocution)

C. What are the successes and bottlenecks of the measures taken so far?

3. General information and survey data

A. What is known of conflicts and positive interactions between birds and the electricity grid in your country?

(Please state information on known fatalities and regional differences in these, especially related to conflict hot-spots and/or possible conservation-level impact)

B. What is the status of scientific work and research related to bird safety of the electricity network in your country?

(If research is or has been carried out, please state effects studied, i.e. electrocution, collisions, mitigation and/or positive effects such as providing breeding substrate)

C. Who are the key persons/research institutes and stakeholders/companies in your country?

(If possible, add references and/or contact information of institutes, companies and/or persons who can be contacted for more information on the subject)

4. Other remarks and/or recommendations

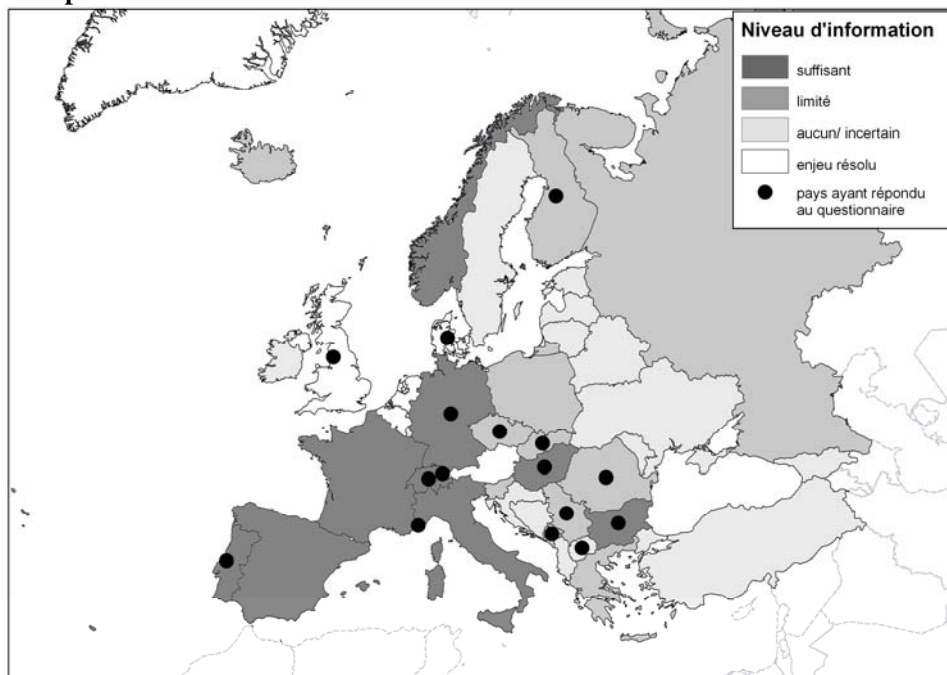
This project is being implemented with the kind support of RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH



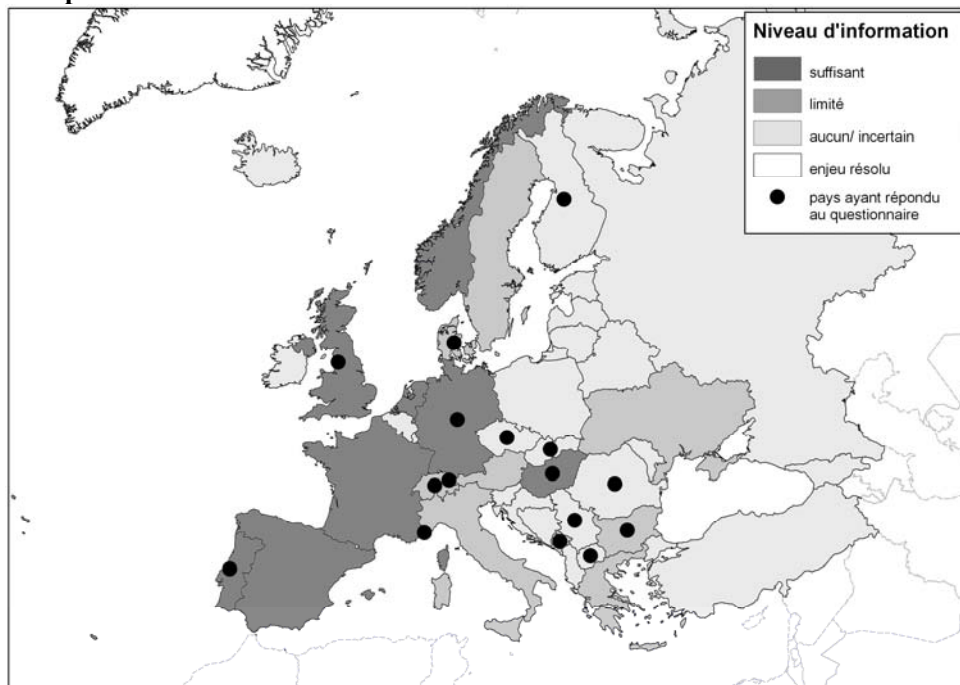
Annexe 2 : Niveau d'information pour les Etats de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie

Information relative à l'impact des lignes électriques sur les oiseaux (électrocution et collision), recueillie dans la littérature et les réponses au questionnaire, pour les États de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie

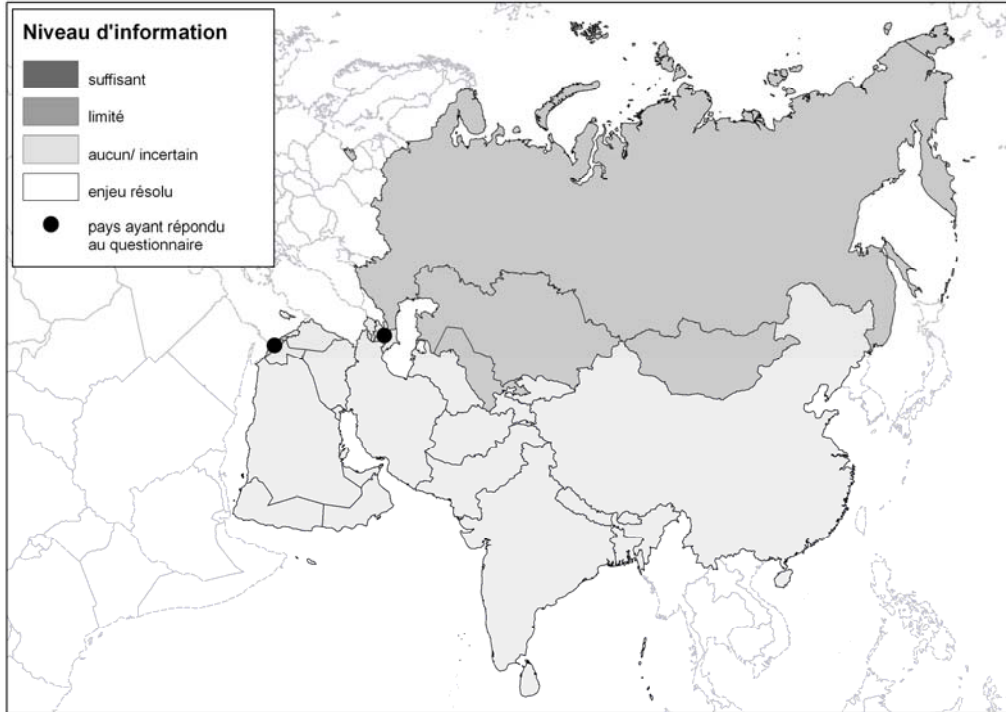
Europe : électrocution



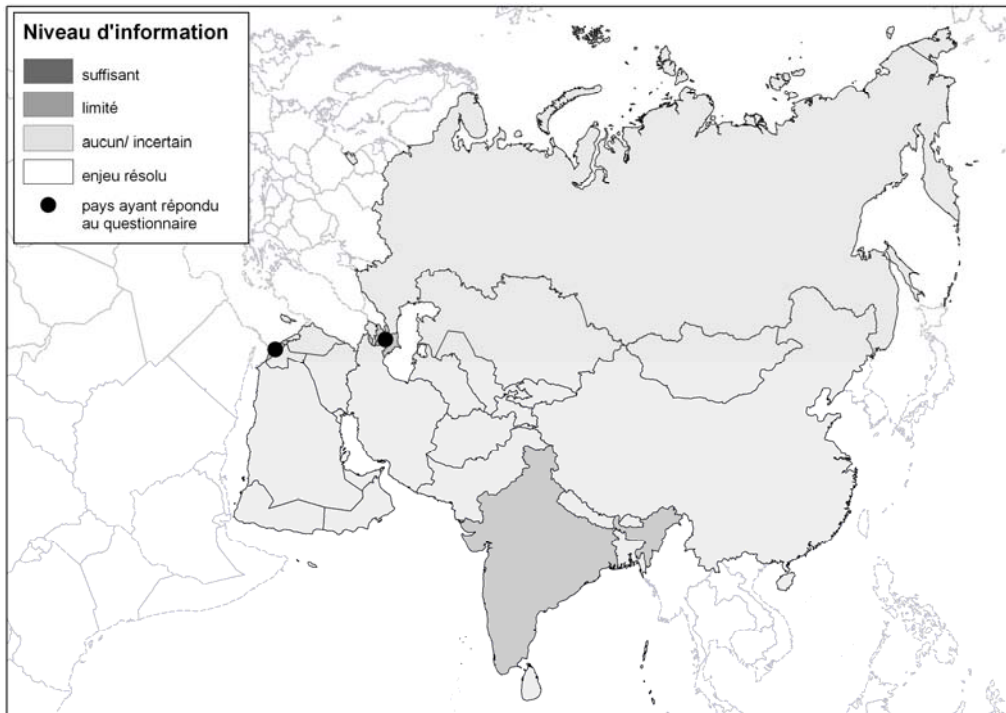
Europe : collision



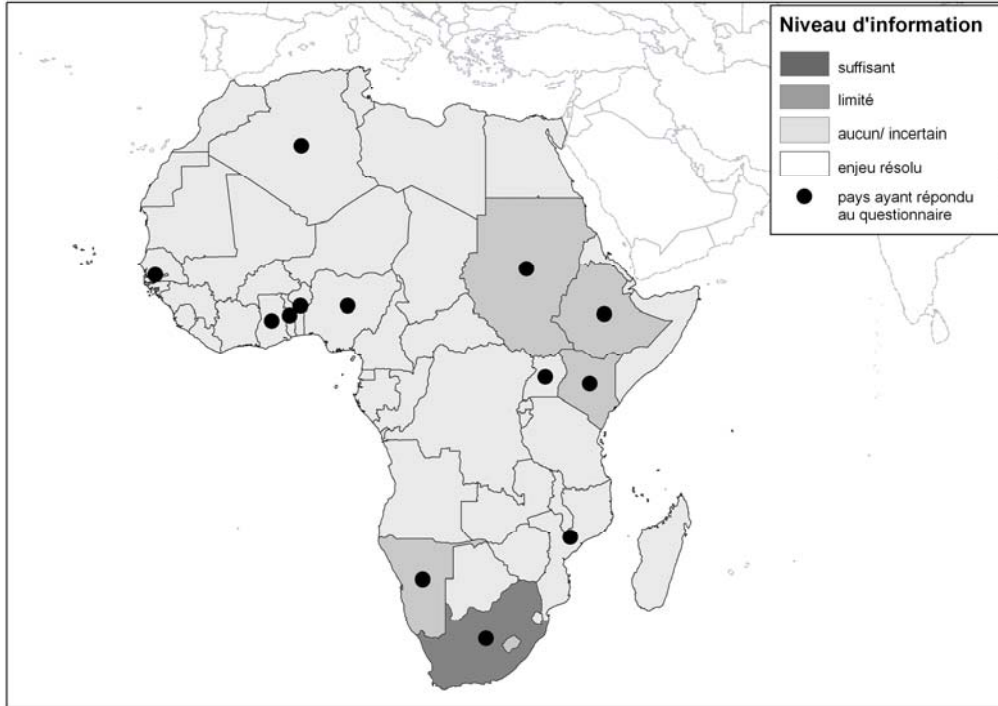
Asie : électrocution



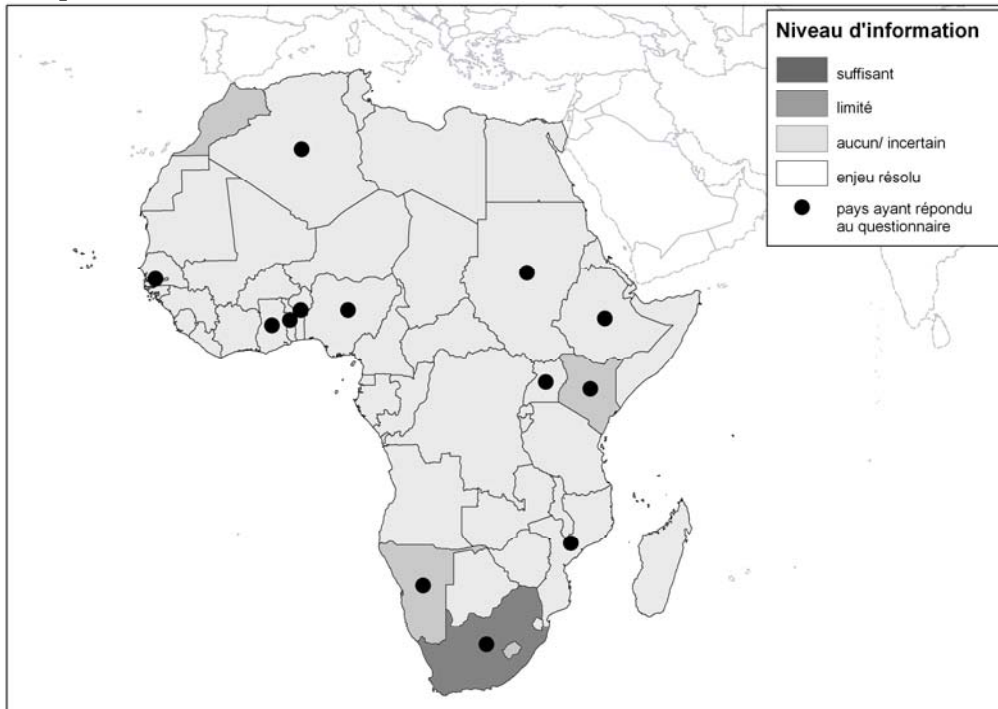
Asie : collision



Afrique : électrocution



Afrique : collision



Annexe 3 : Impact des électrocutions et des collisions sur les populations d'oiseaux

Gravité de l'impact de la mortalité due aux électrocutions et collisions avec les lignes électriques sur les populations de différentes familles d'oiseaux en Eurasie (tableau adapté de Haas *et al.* 2003, complété par les informations de la présente étude) **et en Afrique** (tableau basé sur Smallie (*in prep.*), complété par les informations de la présente étude et par des avis d'experts).

- 0 = aucune victime connue ou presque
 I = des victimes connues, mais pas de menace apparente sur la population
 II = beaucoup de victimes localement ou régionalement, mais pas d'impact significatif sur la population globale de l'espèce
 III = les victimes représentent une part majeure de la mortalité de l'espèce et cet impact la menace d'extinction, régionalement ou à une échelle plus large

Familles d'oiseaux identifiées comme vulnérables vis-à-vis des électrocutions et des collisions au niveau international en Eurasie	Victimes d'électrocution	Victimes de collisions
Plongeurs (<i>Gaviidae</i>) et grèbes (<i>Podicipedidae</i>)	0	II
Puffins, pétrels (<i>Procellariidae</i>)	0	II
Fous (<i>Sulidae</i>)	0	I
Pélicans (<i>Pelicanidae</i>)	I	II-III
Cormorans (<i>Phalacrocoracidae</i>)	I	I
Hérons, aigrettes, butors, etc. (<i>Ardeidae</i>)	I	II
Cigognes (<i>Ciconidae</i>)	III	II
Ibis (<i>Threskiornithidae</i>)	I	II
Flamants (<i>Phoenicopteridae</i>)	0	II
Canards, oies, cygnes, harles (<i>Anatidae</i>)	0	II
Rapaces diurnes (<i>Accipitriformes</i> et <i>Falconiformes</i>)	II-III	I-II
Perdrix, cailles, tétraonidés (<i>Galliformes</i>)	0	II-III
Râles, gallinules, foulques (<i>Rallidae</i>)	0	II
Grues (<i>Gruidae</i>)	0	III
Outardes (<i>Otidae</i>)	0	III
Limicoles (<i>Charadriidae</i> et <i>Scolopacidae</i>)	I	II-III
Labbes (<i>Stercorariidae</i>) et laridés (<i>Laridae</i>)	I	II
Sternes, guifettes (<i>Sternidae</i>)	0-I	I-II
Alcidés (<i>Alcidae</i>)	0	I
Gangas (<i>Pteroclididae</i>)	0	II
Pigeons, tourterelles (<i>Columbidae</i>)	I-II	II
Coucous, etc. (<i>Cuculidae</i>)	0	I-II
Rapaces nocturnes (<i>Strigiformes</i>)	II-III	II
Engoulevents (<i>Caprimulgidae</i>) et martinets (<i>Apodidae</i>)	0	I-II
Huppés (<i>Upudidae</i>) et martins-pêcheurs (<i>Alcedinidae</i>)	I	I-II
Guêpiers (<i>Meropidae</i>)	0-I	I-II
Rolliers (<i>Coraciidae</i>)	I-II	I-II
Pics (<i>Picidae</i>)	I	I-II
Corbeaux, corneilles, geais (<i>Corvidae</i>)	II	I-II
Petits et moyens passereaux (<i>Passeriformes</i>)	I	I-II

Familles d'oiseaux identifiées comme vulnérables vis-à-vis des électrocutions et des collisions au niveau international en Afrique	Vulnérabilité vis-à-vis des électrocutions	Vulnérabilité vis-à-vis des collisions	Milieus concernés en Afrique subsaharienne
<i>Podicipedidae</i> – Grèbes	0	I	Partout, près de l'eau
<i>Pelecanidae</i> – Pélicans	I	II	Partout, près de l'eau
<i>Phalacrocoracidae</i> – Cormorans	I	II	Partout, près de l'eau
<i>Ardeidae</i> – Hérons, aigrettes, butors	II	II	Partout, près de l'eau
<i>Ciconidae</i> – Cigognes, marabouts	II	III	Partout, près de l'eau
<i>Threskiornithidae</i> - Ibis, spatules	II	II	Partout, près de l'eau
<i>Phoenicopteridae</i> - Flamants	0	III	Partout, près de l'eau en particulier dans la vallée du Rift
<i>Anatidae & Dendrocygnidae</i> – Canards, cygnes, oies, sarcelles, dendrocygnes, etc.	I	II	Partout, près de l'eau
<i>Accipitridae</i> - Vautours, aigles, éperviers, autours, circaètes, buses, busards	III	II	Partout
<i>Sagittariidae</i> – Messenger sagittaire	I	II	Régions de savanes
<i>Falconidae</i> – Faucons	I	II	Partout
<i>Phasianidae & Numididae</i> - Cailles, faisans, pintades, etc.	I	II	Partout
<i>Rallidae</i> – Râles, gallinules, talèves, foulques	0	I	Partout
<i>Gruidae</i> – Grues	I	III	Zones humides et prairies. En particulier Afrique de l'Est et australe
<i>Otididae</i> – Outardes	0	III	Savanes ouvertes et prairies, Afrique de l'Est et australe
<i>Charadriidae</i> – Pluviers, gravelots	0	I	Partout, près de l'eau
<i>Recurvirostridae</i> - Chevaliers - échasses, avocettes	0	I	Partout, près de l'eau
<i>Scolopacidae</i> - Bécasseaux	I	0	Partout, près de l'eau
<i>Laridae</i> – Goélands, mouettes, sternes, guifettes	I	I	Partout, près de l'eau
<i>Pteroclididae</i> - Gangas	0	I	Régions arides
<i>Columbidae</i> – Pigeons, tourterelles	I	I	Partout
<i>Tytonidae & Strigidae</i> – Rapaces nocturnes	II	I	Partout
<i>Picidae</i> - Pics	0	I	Forêts, zones arborées et savanes. En particulier Afrique de l'Est et centrale aussi localement Afrique australe.
<i>Apodidae</i> – Martinets	0	I	Partout
<i>Bucerotidae</i> – Calaos	I	I	Forêts, zones arborées et savanes. En particulier Afrique de l'Est et centrale aussi localement Afrique australe.
<i>Bucorvidae</i> – Bucorves	I	I	Savanes et prairies. En particulier Afrique de l'Est et australe
<i>Alaudidae</i> – Alouettes, cochevis	0	I	Partout
<i>Hirundinidae</i> - Hirondelles	0	I	Partout
<i>Muscicapidae</i> – Cossyphes, agrobates etc.	I	0	Partout
<i>Lanidae</i> – Pies-grièches, etc.	0	I	Partout
<i>Corvidae</i> – Corbeaux, corneilles, etc.	I	I	Partout
<i>Sturnidae</i> – Étourneaux	I	I	Partout
<i>Passeridae</i> – Moineaux, etc.	0	I	Partout
Passereaux en général	I	0	Partout

Annexe 4 : Impact sur les espèces de l'AEWA/CMS/CMS-MdE oiseaux de proie

Gravité de l'impact de la mortalité due aux électrocutions et collisions avec les lignes électriques pour différentes espèces migratrices d'Afrique-Eurasie (espèces pour lesquelles des impacts ont été identifiés dans la présente synthèse) :

CMS Annexe I = Espèces migratrices en danger d'extinction dans toute leur aire de répartition ou dans une partie significative de leur aire de répartition

CMS Annexe II = espèces migratrices dont l'état de conservation est défavorable ou qui bénéficierait d'une manière significative de la coopération internationale résultant d'accords internationaux

Niveau d'impact par espèce basé sur la connaissance des familles (voir annexe 3)

0 = aucune victime connue ou presque

I = des victimes connues, mais pas de menace apparente sur la population

II = beaucoup de victimes localement ou régionalement, mais pas d'impact significatif sur la population globale de l'espèce

III = les victimes représentent une part majeure de la mortalité de l'espèce et cet impact la menace d'extinction, régionalement ou à une échelle plus large

Espèces		CMS Annexe I	CMS Annexe II	AEWA Annexe 2	MoU rapaces	Victimes d'électrocution	Victimes de collisions
<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Pélican blanc	X	X	X		I	II - III
<i>Pelecanus crispus</i>	Pélican frisé	X	X	X		I	II - III
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand Cormoran			X		I	II
<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-boeufs			X		II	II
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré			X		II	II
<i>Ardea purpurea</i>	Héron pourpré		X	X		II	II
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche		X	X		III	III
<i>Ciconia nigra</i>	Cigogne noire		X	X		III	III
<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	Marabout d'Afrique			X		III	III
<i>Platalea leucorodia</i>	Spatule blanche		X	X		II	II
<i>Phoenicopterus roseus</i>	Flamant rose		X	X		0	III
<i>Phoeniconaias minor</i>	Flamant nain		X	X		0	III
<i>Cygnus olor</i>	Cygne tuberculé		X	X		I	II
<i>Cygnus cygnus</i>	Cygne chanteur		X	X		I	II
<i>Cygnus colombianus</i>	Cygne de Bewick		X	X		I	II
<i>Anser fabalis</i>	Oie des moissons		X	X		I	II
<i>Anser brachyrhynchus</i>	Oie à bec court		X	X		I	II
<i>Anser albifrons</i>	Oie rieuse		X	X		I	II
<i>Anser anser</i>	Oie cendrée		X	X		I	II
<i>Branta bernicla</i>	Bernache cravant		X	X		I	II
<i>Branta leucopsis</i>	Bernache nonnette		X	X		I	II
<i>Alopochen aegyptiacus</i>	Ouette d'Égypte		X	X		I	II
<i>Anas querquedula</i>	Sarcelle d'été		X	X		I	II
<i>Anas clypeata</i>	Canard souchet		X	X		I	II
<i>Anas penelope</i>	Canard siffleur		X	X		I	II
<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert		X	X		I	II
<i>Pandion haliaetus</i>	Balbuzard pêcheur		X		X	III	II
<i>Aegypius monachus</i>	Vautour moine		X		X	III	II
<i>Torgos tracheliotos</i>	Vautour oricou		X			III	II
<i>Trionoceph occipitalis</i>	Vautour à tête blanche		X			III	II
<i>Gyps fulvus</i>	Vautour fauve		X		X	III	II
<i>Gyps rueppellii</i>	Vautour de Rüppell		X			III	II
<i>Gyps africanus</i>	Vautour africain		X			III	II
<i>Gyps coprotheres</i>	Vautour chasseur		X			III	II
<i>Neophron percnopterus</i>	Vautour percnoptère	X	X		X	III	II
<i>Gypaetus barbatus</i>	Gypaète barbu		X			III	II
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable		X		X	III	II
<i>Buteo rufinus</i>	Buse féroce		X		X	III	II

Espèces		CMS Annexe I	CMS Annexe II	AEWA Annexe 2	MoU rapaces	Victimes d'électrocution	Victimes de collisions
<i>Buteo hemilasius</i>	Buse de Chine		X		X	III	II
<i>Buteo rufofuscus</i>	Buse rounoir		X			III	II
<i>Buteo augur</i>	Buse augure		X			III	II
<i>Polemaetus bellicosus</i>	Aigle martial		X			III	II
<i>Aquila fasciata</i>	Aigle de Bonelli		X			III	II
<i>Aquila pennata</i>	Aigle botté		X		X	III	II
<i>Aquila chrysaetos</i>	Aigle royal		X			III	II
<i>Aquila heliaca</i>	Aigle impérial	X	X		X	III	II
<i>Aquila adalberti</i>	Aigle ibérique	X	X			III	II
<i>Aquila nipalensis</i>	Aigle des steppes		X		X	III	II
<i>Aquila rapax</i>	Aigle ravisseur		X		X	III	II
<i>Aquila clanga</i>	Aigle criard	X	X		X	III	II
<i>Aquila verreauxii</i>	Aigle de Verreaux		X			III	II
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré		X		X	III	II
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin		X		X	III	II
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux		X		X	III	II
<i>Milvus milvus</i>	Milan royal		X		X	III	II
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir		X		X	III	II
<i>Accipiter gentilis</i>	Autour des palombes		X		X	III	II
<i>Accipiter nisus</i>	Épervier d'Europe		X		X	III	II
<i>Circaetus gallicus</i>	Circaète Jean-le-Blanc		X		X	III	II
<i>Haliaeetus vocifer</i>	Pygargue vocifère		X			III	II
<i>Haliaeetus albicilla</i>	Pygargue à queue blanche	X	X		X	III	II
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle		X		X	II - III	II
<i>Falco rupicoloides</i>	Crécerelle aux yeux blancs		X			II - III	II
<i>Falco naumanni</i>	Faucon crécerellette	X	X		X	II - III	II
<i>Falco vespertinus</i>	Faucon kobez		X		X	II - III	II
<i>Falco columbarius</i>	Faucon émerillon		X		X	II - III	II
<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau		X		X	II - III	II
<i>Falco biarmicus</i>	Faucon lanier		X		X	II - III	II
<i>Falco cherrug</i>	Faucon sacre		X		X	II - III	II
<i>Falco rusticolus</i>	Faucon gerfaut		X		X	II - III	II
<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pèlerin		X		X	II - III	II
<i>Coturnix coturnix</i>	Caille des blés		X			I	II - III
<i>Rallus aquaticus</i>	Râle d'eau			X		0	II
<i>Crex crex</i>	Râle des genêts		X	X		0	II
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule-d'eau			X		0	II
<i>Fulica atra</i>	Foulque macroule		X	X		0	II
<i>Balearica regulorum</i>	Grue royale			X		I	III
<i>Grus grus</i>	Grue cendrée		X	X		I	III
<i>Grus canadensis</i>	Grue du Canada		X			I	III
<i>Grus antigone</i>	Grue antigone		X			I	III
<i>Grus vipio</i>	Grue à cou blanc	X	X			I	III
<i>Grus japonensis</i>	Grue du Japon	X	X			I	III
<i>Anthropoides paradisea</i>	Grue de paradis		X	X		I	III
<i>Otis tarda</i>	Outarde barbue	X	X			0	III
<i>Haematopus ostralegus</i>	Huîtrier pie			X		I	II - III
<i>Vanellus vanellus</i>	Vanneau huppé		X	X		I	II - III
<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré		X	X		I	II - III
<i>Numenius phaeopus</i>	Courlis corlieu		X	X		I	II - III
<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré		X	X		I	II - III
<i>Limosa limosa</i>	Barge à queue noire		X	X		I	II - III
<i>Scolopus rusticola</i>	Bécasse des bois			X		0	II - III
<i>Gallinago gallinago</i>	Bécassine des marais		X	X		I	II - III
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large		X	X		I	II - III
<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette		X	X		I	II - III
<i>Philomachus pugnax</i>	Combattant varié		X	X		I	II - III
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin			X		I	II
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté			X		I	II
<i>Larus ridibundus</i>	Mouette rieuse			X		I	II
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire		X	X		I	I - II
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin		X	X		I	I - II
<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois		X			I - II	II
<i>Strix uralensis</i>	Chouette de l'Oural				X	II - III	II
<i>Asio otus</i>	Hibou moyen-duc				X	II - III	II
<i>Coracias garrulus</i>	Rollier d'Europe		X			I - II	I - II

Annexe 5 : Informations sur les Etats de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie (recueillies grâce au questionnaire)

Résumé des informations sur la législation générale et/ou spécifique au conflit entre les oiseaux et les lignes électriques dans les Etats de l'aire de répartition de la région Afrique-Eurasie ainsi que sur les accords volontaires entre les parties prenantes concernées.

Ces informations ont été fournies au travers du questionnaire par un certain nombre de pays, d'ONG et/ou de chercheurs. Pour la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, l'Estonie, la France et l'Italie, l'information est issue du questionnaire de la Convention de Bern (Document : T-PVS/files (2010/11)) portant sur les mêmes problèmes.

Afrique du Sud : il n'y a pas de législation spécifique au problème des oiseaux et des lignes électriques. Toutefois, la procédure d'EIE exige une étude de l'avifaune incluant d'une manière générale des suggestions de mesures d'atténuation si les oiseaux peuvent être affectés. Cela est particulièrement le cas pour les espèces figurant sur la *Liste des espèces protégées ou menacées* de la *Loi sur la biodiversité*. Alors que cette loi ne mentionne pas particulièrement les lignes électriques, elle interdit de nuire volontairement, de déranger, de détruire, de chasser certaines espèces, leurs nids et leurs œufs. Un partenariat entre le principal fournisseur d'électricité et l'Endangered Wildlife Trust (Organisation pour la Faune sauvage menacée) a pour objectif de réduire les risques encourus par les oiseaux, d'appliquer les mesures d'atténuation appropriées et de réduire les problèmes de coupures de courant.

Algérie : il n'y a pas de législation sur ce sujet et il semble que les procédures d'EIE ne soient pas appliquées lors de la construction de lignes électriques. Quelques remarques positives au sujet des espèces d'oiseaux de grande taille nichant sur des pylônes : dans certaines régions, des plateformes de nidification pour les cigognes ont été construites sur le sommet des pylônes pour éviter les électrocutions et les problèmes de coupures de courant causés par ces accidents.

Allemagne : les procédures d'EES et d'EIE existent et les interactions lignes électriques/oiseaux font partie des évaluations. Une législation nationale sur l'atténuation des risques est en application ainsi que des lignes directrices concernant les aspects techniques à mettre en œuvre. L'Allemagne contribue à la résolution du problème des lignes électriques et des oiseaux depuis longtemps. Le groupe de travail *Oiseaux et lignes électrique* de l'ONG allemande NABU a depuis plus de 30 ans été très actif sur ce sujet et a participé de diverses manières à la réduction du problème : suivis, recherches, développement de mesures d'atténuation et d'une législation appropriée au niveau national. De ses discussions et de sa collaboration active avec le gouvernement et les compagnies d'électricité, le groupe de travail a obtenu de nombreux résultats. VDE, l'organisation cadre des compagnies d'électricité, a publié en août 2011 de nouvelles lignes directrices pour l'atténuation des risques aviaires sur les lignes électriques ainsi que pour la réduction du nombre de coupures de courant. Ces nouvelles lignes directrices doivent être appliquées par toutes les compagnies (conformément à la législation de 2002) et sur tout le territoire national. Les nouvelles constructions doivent être équipées de mesures d'atténuation dès le début de leur installation et les lignes existantes doivent être équipées avant fin 2012. .

Autriche : il n'y a pas de législation spécifique mais il existe des procédures d'EIE relatives aux lignes électriques à haute tension. Une forte proportion des lignes à moyenne tension ont déjà été enfouies. Il existe des groupes de travail gouvernementaux sur ce sujet en relation avec les plus grands fournisseurs d'électricité. Le balisage des câbles a été réalisé dans des zones particulières telles que les sites Natura 2000 et spécifiquement les zones importantes pour l'Outarde barbue. Les procédures d'approbation des lignes électriques peuvent inclure l'application de mesures d'atténuation. Les tétraonidés posent des problèmes de collision avec les câbles de remontées mécaniques et les clôtures.

Azerbaïdjan : il n'y a pas de politique ni de législation sur ce sujet. Des suivis de la mortalité aviaire sont menés par l'Institut ornithologique de l'Académie des sciences. Les compagnies d'électricité semblent uniquement détruire les nids trouvés sur les poteaux lorsqu'ils sont notés.

Bénin : une législation environnementale générale sur les lignes électriques existantes ou en projet, oblige à appliquer des mesures de prévention. Il n'est pas clair si cela signifie seulement l'application des procédures d'EIE ou de mécanismes spécifiques ayant pour objectif de réduire la mortalité aviaire. Jusqu'à présent, aucun programme de suivi ou de recherche ne traite de ce problème.

Bosnie-Herzégovine : la législation de protection de la nature contient des dispositions qui, lors de la construction de lignes électriques, obligent à prévoir des mesures d'atténuation visant à réduire la mortalité des oiseaux. Cela est réalisé en étroite collaboration avec le Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Industrie en application de ses lignes directrices pour la construction de lignes électriques.

Bulgarie : il n'y a pas de législation spécifique sur le sujet, mais la construction de lignes électriques peut être interdite ou limitée à proximité par exemple des sites Natura 2000. Les procédures d'EIE existent et peuvent conduire à l'enfouissement des lignes électriques si celles-ci se trouvent à proximité de zones sensibles. Les compagnies d'électricité prennent, sur la base du volontariat, des mesures pour réduire la mortalité aviaire sur les lignes électriques alors qu'il est estimé que seuls 5% des lignes électriques sont sans danger pour les oiseaux. On trouve des publications sur l'ampleur du problème des électrocutions et des collisions, mais celles-ci ne couvrent que la dernière décennie. Un projet LIFE traite du sujet en relation avec l'Aigle impérial, le Faucon crécerellette et le Vautour moine, et prévoit des suivis menés par les ONG telles que BirdLife Bulgarie. Un autre projet LIFE porte sur les zones humides de Bourgas (projet LIFE BSPB/BirdLife Bulgarie).

Canada : (Bien que n'étant pas Partie de l'AEWA/CMS, le Canada est régulièrement présent en tant qu'observateur et a répondu au questionnaire). Au niveau fédéral, il n'existe pas de politique ni de législation concernant les lignes électriques et les oiseaux migrateurs mais des procédures d'EIE sont prévues lorsque les problématiques dépassent les frontières des provinces. Certaines espèces d'oiseaux migrateurs étant protégées au niveau provincial, les procédures d'EIE relatives aux lignes électriques existent dans certaines provinces et les compagnies d'électricité sont tenues de les appliquer. Des mesures d'atténuation sont mises en œuvre par les compagnies d'électricité mais il n'y a pas de retour d'information vers Environnement Canada.

Croatie : la *Loi de Conservation de la Nature* contient des dispositions spécifiques demandant la mise en œuvre de mesures d'atténuation lors de la construction de lignes électriques. La *Stratégie nationale* et que le *Plan d'action pour la Biodiversité* traitent également de ce problème. La planification et la construction de lignes électriques sont sujettes à des procédures détaillées d'EIE.

Danemark : il a été décidé d'enfouir toutes les lignes électriques en commençant par les tensions les plus basses suivies des plus hautes, en fonction des solutions techniques existantes. Cette décision est en relation directe avec la forte augmentation de l'implantation d'éoliennes induisant une densification du réseau de lignes électriques. Parallèlement à ce coûteux projet à long terme, les EIE doivent toujours être menées. Leurs résultats peuvent influencer l'emplacement et le tracé des lignes électriques ou peuvent demander l'enfouissement de tronçons lorsqu'il n'est pas possible d'éviter la traversée de zones humides, de grands cours d'eau, de vallées, etc. Les aires protégées seront évitées autant que possible.

Espagne : il existe une réglementation concernant spécifiquement la construction des lignes électriques et l'atténuation des risques sur les nouvelles lignes dans les zones sensibles telles que les zones protégées, les Zones Importantes pour la Conservation des oiseaux et/ou les zones fréquentées par des espèces menacées. Les obligations juridiques sont conformes aux directives européennes ainsi qu'aux conventions de Berne et de Bonn. Ces éléments font partie de la *Loi de protection de la nature et des paysages*. Une législation exige une autorisation des services d'État pour la construction ou la

modification d'infrastructures nouvelles ou existantes, incluant les lignes électriques. Les autorités chargées de la conservation peuvent imposer des mesures d'atténuation si l'ampleur du problème le justifie.

Estonie : il n'y a pas de législation particulière sur les oiseaux et les lignes électriques mais des procédures d'EIE doivent prendre le problème en compte. Des efforts considérables sont mis en œuvre pour enfouir les lignes.

Éthiopie : il n'y a pas de législation particulière sur les lignes électriques. Une législation récente sur les EIE devrait garantir des prises de décision équilibrées en ce qui concerne les lignes électriques et leurs impacts potentiels. Cette législation s'applique également aux nouvelles constructions. La mise en œuvre des procédures d'EIE est réalisée en collaboration étroite avec l'Ethiopian Wildlife Conservation Authority (agence gouvernementale éthiopienne de conservation de la faune sauvage). Les lignes électriques anciennes posent toujours des problèmes d'électrocution et de collision et aucune mesure d'atténuation n'est prévue. Les lignes de la vallée du Rift sont les plus problématiques en raison de l'importance de cette zone pour les oiseaux migrateurs.

Fédération de Russie : il existe une législation de base sur la nécessité de mener des EIE pour tous les types d'activités économiques, y compris les infrastructures d'acheminement de l'électricité. Une législation générale sur la protection de la faune inclut la prévention de la mortalité (pas seulement des oiseaux) causée par les constructions humaines en général et en particulier par des infrastructures de télécommunication ou électriques telles que les lignes. Des réglementations plus spécifiques concernent également ces infrastructures (Réglementation gouvernementale RF du 13 août 1996 n° 997). Elles exigent que la construction de lignes électriques intègre des mesures de sécurité pour les oiseaux et des mesures d'atténuation des risques (les poteaux, pylônes et isolateurs sont mentionnés, les clôtures autour de la base des constructions, etc.). Ces règles conseillent également d'enfouir les lignes électriques dans les lieux traversés par d'importants mouvements d'oiseaux, notamment en migration. Des manuels techniques et lignes directrices relatifs à l'application de ces nombreuses réglementations aident les sociétés d'électricité et de construction à mettre en place des équipements sans danger pour les oiseaux et à éviter les électrocutions et/ou les collisions. Ces documents ont certainement besoin d'être mis à jour. Bien que cela ne soit pas formalisé, des contacts existent entre les sociétés d'électricité et les organismes de conservation des oiseaux, principalement au niveau régional.

Finlande : le problème n'est pas reconnu à l'échelle nationale dans la législation ou la politique environnementale. Il n'existe pas de normes ni de lignes directrices en matière d'atténuation. Les fournisseurs d'électricité appliquent leurs propres lignes directrices pour les mesures d'atténuation en faveur des oiseaux (balisage par des boules en plastique et enfouissement de certains tronçons de lignes). Ces mesures se concentrent sur la prévention des coupures de courant ainsi que la sécurité des avions. On note quelques recommandations relatives aux oiseaux. Aucune étude de qualité n'est prévue avant la construction d'une ligne électrique. Plusieurs études ont montré, grâce aux données de baguage, l'impact de ce problème sur différentes espèces.

France : il n'y a pas de législation nationale spécifique mais il existe une collaboration étroite entre toutes les parties prenantes, incluant la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), ONG française de protection des oiseaux, sur les problématiques des lignes électriques et de la mortalité aviaire. Cela fonctionne bien et est souvent organisé à l'échelle régionale. Une planification commune définit les mesures d'atténuation par région ou concernant certaines espèces (vulnérables et/ou en danger) listées à la Directive Oiseaux de l'Union européenne ou dans des conventions internationales comme Berne et Bonn.

Gambie : il n'y a pas de politique ou de législation spécifique en dehors des procédures générales d'EIE telles que prévues dans le *National Environment Management Act* de 1994 (NEMA – Loi nationale de gestion de l'environnement). A ce jour, le problème des collisions et des électrocutions d'oiseaux n'a été pris en considération que de manière limitée lors de la construction de lignes

électriques, principalement par la définition de tracés évitant les zones problématiques. Dans certains endroits, les câbles ont été enterrés. NEMA demande qu'une attention soit portée aux obligations contenues dans les conventions internationales. Il n'y a pas de programme de recherche ou de suivi actuellement en cours.

Ghana : il n'y a pas de politique concrète ou de législation sur les oiseaux et les lignes électriques. Toutefois, au travers des procédures d'EIE concernant les infrastructures, une attention particulière est portée aux problèmes principaux tels que les poteaux dangereux, la définition de tracés évitant les zones importantes pour la conservation des oiseaux, etc. Il n'y a pas non plus de normes pour les mesures d'atténuation et aucun suivi du problème.

Hongrie : bien qu'il n'y ait pas de législation spécifique autre que les procédures d'EIE, des efforts considérables ont été réalisés pour que les compagnies d'électricité prennent conscience du problème. Cela a mené à un accord appelé *Acessible Sky Agreement* (Accord pour un ciel accessible) signé par les compagnies d'électricité, les agences gouvernementales et les ONG concernées. Cet accord informel a permis de réduire les problèmes et de rendre les lignes électriques anciennes ou récentes plus sûres pour les oiseaux. Les compagnies d'électricité ont également contribué au financement de recherches et de mesures de conservation et elles doivent présenter des mesures pour éviter les impacts négatifs des lignes électriques. BirdLife Hongrie est impliqué dans le suivi du problème et dans des projets de recherche. Un programme européen LIFE développe des mesures d'atténuation pour mieux protéger le Faucon sacré et le Faucon kobez par exemple. Tous les projets faisant l'objet d'une EIE sont tenus d'éviter tout impact négatif.

Israël : il n'existe pas de législation ou d'obligation d'isoler les pylônes ou de prendre d'autres mesures préventives d'atténuation. Toutefois, sur la base du volontariat, la compagnie de distribution d'électricité IEC prend de nombreuses mesures, comme par exemple l'isolation des pylônes, en particulier à proximité des ZICO, des décharges publiques et des réserves naturelles. Il existe une procédure de consultation entre l'IEC et l'INPA (*Israel Nature and Parks Authority* - Autorité israélienne pour la Nature et les Parcs) sur le tracé des nouvelles lignes, les méthodes d'isolation des pylônes et l'évitement des zones potentiellement conflictuelles. Les données sur la mortalité des oiseaux sont collectées de manière systématique le long des lignes électriques et grâce au public. Il n'existe pas de véritables programmes de recherche mais une programmation concernant les problèmes relatifs aux pélicans et aux Cigognes blanches est prévue pour 2012. Il n'y a pas de normes techniques générales applicables.

Italie : il n'existe pas de législation spécifique mais le Ministère de l'Environnement de la Terre et de la Mer a publié des lignes directrices pour la mise en œuvre de mesures d'atténuation. Les procédures d'EIE s'appliquent lors de la définition du tracé et de la construction des lignes électriques.

Kenya : les procédures d'EIE constituent des obligations légales lors de la construction d'infrastructures électriques, imposant l'analyse des impacts environnementaux et en matière de conservation. Néanmoins, la législation n'oblige pas à rendre la construction sans danger pour les oiseaux ni à appliquer de mesures d'atténuation. Les ONG de conservation ont été impliquées dans une évaluation environnementale rapide de certaines lignes électriques. Des discussions avec la principale compagnie d'électricité ont eu lieu pour l'atténuation des risques sur les lignes et pylônes existants. Jusqu'à présent, les coûts élevés font obstacle à la mise en œuvre de ces mesures. La compagnie d'électricité semble vouloir renforcer la sécurité pour les oiseaux sur certains types de pylônes y compris sur de nouvelles lignes. Il n'existe toutefois aucun accord formel entre cette société et les organismes de conservation pour développer une politique commune de réduction du problème des électrocutions et collisions d'oiseaux. Aucun programme de recherche ou de suivi n'est actuellement mené malgré les efforts de recherche de fonds des organismes de conservation.

Lettonie : (la Convention de Berne n'a pas d'information sur le sujet).

Monaco : il n'y a pas de lignes électriques aériennes et de ce fait aucune législation sur le problème des oiseaux et des lignes.

Monténégro : la *Loi de Conservation de la Nature* de 2009 contient des modalités spécifiques à la construction des pylônes pour que les oiseaux ne puissent ni s'électrocuter ni percuter les lignes (cela ne s'applique pas aux lignes des chemins de fer). Il contient également des obligations de suivi des populations d'oiseaux, en particulier des espèces protégées conformément aux conventions internationales dont le Monténégro est Partie contractante. La procédure d'EIE est relativement stricte lorsque de nouvelles lignes sont prévues ou construites ; elle prend en compte la conservation des oiseaux et requiert le suivi des populations, etc.

Mozambique : il n'y a pas de politique spécifique relatives aux interactions entre oiseaux et réseau d'électricité, mais la législation environnementale nationale s'applique (procédures d'EIE). Jusqu'à présent aucune mesure d'atténuation n'a été mise en œuvre et l'on ne dispose pas d'information sur le conflit oiseaux/lignes électriques.

Namibie : les procédures d'EIE sont obligatoires pour toute nouvelle ligne électrique mais il n'y a pas de politique officielle sur les oiseaux et le réseau d'acheminement de l'électricité. Une alliance entre la compagnie d'électricité et la Namibia Nature Foundation (Fondation namibienne pour la nature) traite des mesures d'atténuation, les techniciens sont formés pour les appliquer et des conseils sont disponibles en ligne. Cela a également pour objectif de réduire les nombreuses coupures de courant liées aux électrocutions d'oiseaux et qui constituent un problème financier. Les nouvelles lignes doivent être sans danger pour les oiseaux.

Nigéria : il n'y a actuellement pas de législation sur les oiseaux et les lignes électriques. La politique nationale générale sur la protection de la faune sauvage pourrait jouer ce rôle. Aucun programme de recherche ou de suivi n'est mené au Nigéria sur le problème des oiseaux et des lignes électriques

Ouganda : il n'y a pas de législation spécifique au problème des oiseaux et des lignes électriques. Il existe une législation générale sur la protection des oiseaux qui prévoit des procédures d'EIE devant prendre en compte la législation sur la conservation, en particulier lorsque des risques menacent les oiseaux. L'Ouganda suit les *Principes de l'Équateur*. Des mesures sont prises pour empêcher les collisions et les électrocutions mais elles ne sont pas transcrites en législation à caractère obligatoire.

Portugal : la prévention des collisions et des électrocutions est bien développée, elle comprend des programmes de recherche et de suivi approfondis, les résultats étant publiés et l'information largement disponible. Cela est réalisé grâce à une étroite collaboration entre les différentes sociétés d'électricité, les autorités chargées de la conservation et les ONG. La législation sur les nouvelles infrastructures incluant les lignes électriques impose d'obtenir une autorisation des services de l'État chargés de la conservation et fournit ainsi la garantie que les problèmes potentiels de l'avifaune sont pris en compte. Ces services ont également développé des lignes directrices sur la planification, les mesures d'atténuation ainsi que les normes techniques. Des procédures d'EIE existent et peuvent aider à éviter les problèmes. Les services de l'État font partie de la commission nationale d'EIE et peuvent empêcher la construction de lignes électriques à proximité ou sur les zones présentant un fort risque de collision telles que les ZICO et les réserves naturelles. Les compagnies d'électricité appliquent déjà de nombreuses mesures d'atténuation sur les lignes existantes ou en projet. Un système de soutien financier permet d'améliorer les performances environnementales des compagnies d'électricité mettant en œuvre de manière volontaire des mesures pour réduire leurs impacts sur la nature.

République de Corée : peu de choses sont connues sur la mise en œuvre des procédures d'EIE. Ces procédures ne sont probablement pas obligatoires pour la planification et la construction des lignes électriques. Il ne semble pas y avoir de réglementation concernant l'application des mesures d'atténuation pour empêcher les collisions et l'électrocution des oiseaux sur les pylônes, ni de manuels techniques donnant des indications sur la manière de construire des pylônes sans danger pour les oiseaux, etc. Il n'y a pas d'accord particulier entre les sociétés d'électricité et les organismes de

conservation. Certaines autorités locales et régionales ont pris des mesures volontaires pour enfouir des lignes électriques ou pour les soustraire de zones fréquentées par des espèces en danger telles que les zones d'hivernage de grues dont la Grue moine.

République tchèque : une législation récente (2009) indique que toutes les lignes électriques doivent faire l'objet de mesures d'atténuation d'ici 2024. Les nouvelles lignes électriques doivent intégrer ces mesures dès le début, conformément à la *Loi de Conservation de la Nature et des Paysages* de 1992. Un guide des bonnes pratiques en matière d'atténuation est en préparation mais aucune règle n'a encore été définie en ce qui concerne les équipements et les solutions techniques à employer. Des programmes de suivi et de recherche viennent de commencer et le test des mesures d'atténuation a seulement été initié en 2010.

Roumanie : il n'existe pas de législation ni de politique nationale relatives à ce problème. L'application des procédures d'EIE n'est pas mentionnée dans la réponse au questionnaire. Cela changera avec l'application des directives européennes. Les ONG exercent une forte pression sur les compagnies d'électricité ainsi que pour l'émergence d'une législation sur cette problématique. Les informations disponibles sur l'atténuation des risques semblent être considérées comme des « connaissances oubliées » par les compagnies d'électricité. Quelques suivis sont réalisés et il existe une forte volonté d'accord entre les parties prenantes pour réduire l'impact des lignes électriques sur les oiseaux et forcer les sociétés d'électricité à appliquer des mesures d'atténuation.

Royaume-Uni : les obligations juridiques en application sont conformes aux directives européennes (voir *Union européenne* ci-après). Les collisions et les électrocutions ne sont pas considérées comme un problème majeur car de nombreuses mesures sont appliquées pour les éviter, incluant le remplacement de câbles non protégés par des câbles isolés, le balisage, etc. Ces mesures font partie des déclarations de politique nationale relatives aux demandes de planification (qui ne concernent pas que les lignes électriques). Par exemple, les pylônes dangereux ne sont pas utilisés et des mesures d'atténuation sont mises en œuvre sur les lignes existantes. L'enfouissement des lignes est considéré comme une option. Des lignes directrices pour la surveillance et le suivi ont été développées, par exemple en Écosse. Des recherches ont été menées sur l'ampleur des électrocutions et des collisions.

Serbie : les procédures d'EIE existent et prennent sérieusement en compte lors des évaluations finales la législation relative à la conservation et ses obligations. Une attention particulière est portée aux voies de migration des oiseaux sur lesquelles des lignes électriques ne semblent pas pouvoir être construites. Un ensemble de législations prend en compte le problème des lignes électriques et des oiseaux, assurant l'application de mesures d'atténuation et d'autres mesures de protection à l'échelle régionale et locale. Peu de recherches sont menées sur la sécurité des oiseaux sur les lignes électriques. En 2005, la compagnie d'électricité serbe EPS a accepté de modifier des poteaux existants et d'en concevoir de nouveaux, en particulier pour les lignes à moyenne et basse tension.

Slovaquie : une législation (*Loi de protection de la nature et des paysages*) oblige les constructeurs à prendre des mesures de prévention de la mortalité des oiseaux y compris en ce qui concerne les lignes électriques. Parallèlement à cette législation, il existe une étroite collaboration entre les compagnies d'électricité et les autorités chargées de la conservation de la nature en ce qui concerne la prise de mesures préventives à un stade précoce ainsi que l'enfouissement des lignes électriques. Plusieurs projets européens LIFE ainsi que de nombreux projets plus réduits à l'échelle nationale ou régionale (ainsi qu'à l'échelle transfrontalière) traitent des problèmes des oiseaux et des lignes électriques. Ils concernent notamment des espèces rares et en danger telles que l'Outarde barbue et certains rapaces. L'autorité gouvernementale de conservation de la nature mène des suivis réguliers de la mortalité des oiseaux, ce qui montre que des problèmes demeurent avec les lignes anciennes.

Soudan : il n'y a pas de politique nationale spécifique à la faune sauvage, mais des procédures d'EIE sont mises en œuvre et impliquent les services gouvernementaux de conservation de la nature. Les intérêts des zones de protection des oiseaux sont pris en compte dans les EIE. Il n'y a pas de

programme de suivi du conflit oiseaux/lignes électriques, toutefois une petite étude est menée sur les problèmes de collisions avec le Vautour percnoptère.

Suisse : la construction de lignes électriques à haute tension est soumise à des procédures strictes d'EIE qui peuvent amener à la prise de mesures compensatoires pour les habitats et les espèces, en particulier si des aires protégées et des espèces des listes rouges sont concernées. La définition des tracés est également prise en compte. Il existe des lignes directrices sur le réseau d'électricité et la protection du paysage et la *Conception Paysage Suisse* stipule que « les lignes de transport d'électricité ne doivent pas affecter l'avifaune ». La législation sur les lignes électriques exige que les poteaux et pylônes nouvellement construits soient sans danger pour les oiseaux. La protection de l'avifaune est pleinement prise en considération lors de la planification de nouvelles lignes. Les câbles souterrains devraient constituer la solution future, selon une jurisprudence de la Cour suprême fédérale. Les plus anciens modèles de lignes électriques pourraient encore poser des problèmes et seront remplacés par des modèles beaucoup plus sûrs pour les oiseaux. Des lignes directrices ont été publiées pour faciliter l'application de mesures techniques réduisant le problème des lignes électriques et des oiseaux. Au niveau national, un suivi des zones les plus vulnérables a été initié avec une attention particulière pour les espèces de grande taille telles que la Cigogne blanche et le Grand-duc d'Europe. Une étude a montré que l'élimination des électrocutions provoquerait une augmentation de la population de ce hibou.

Togo : il existe une législation sur l'environnement en général et ayant caractère d'EIE. Cela s'applique à la conservation des espèces et des milieux naturels ainsi qu'à d'autres problématiques telles que la santé humaine. Il n'y a aucune législation spécifique sur les lignes électriques et les oiseaux. Aucun programme de recherche ni de suivi n'est en cours.

Union européenne : la Directive Oiseaux et dans la Directive Habitats contiennent des obligations générales de protection de la biodiversité, comprenant les oiseaux. Elles sont relativement strictes lorsque les menaces concernent certaines espèces ou habitats, en particulier si des sites Natura 2000 sont touchés. Ces mesures s'appliquent également aux constructions de lignes électriques. Des obligations particulières relatives aux lignes électriques existent dans la Directive EIE de 1985 qui déclare :

Directive EIE 85/337/EEC – Annexe I (projets soumis à évaluation) : 20. Constructions de lignes aériennes de transport d'énergie électrique d'une tension de 220 kV ou plus et d'une longueur de plus de 15 kilomètres. Annexe II (projets soumis à une évaluation lorsque les États membres considèrent que leurs caractéristiques l'exigent) : 3b. Transport d'énergie électrique par lignes aériennes (projets non visés à l'Annexe I).

Des obligations similaires existent pour les procédures d'Évaluation Environnementale Stratégique (EES)

2001 – Directive EES 2001/42/EC – Article 3 - Une évaluation environnementale est effectuée pour tous les plans et programmes qui sont élaborés pour les secteurs de l'énergie et qui définissent le cadre dans lequel la mise en œuvre des projets énumérés aux Annexes I et II de la directive 85/337/CEE, ou pour lesquels, étant donné les incidences qu'ils sont susceptibles d'avoir sur des sites, une évaluation est requise en vertu des articles 6 et 7 de la directive 92/43/CEE.

Les documents d'orientation de la Directive Oiseaux et de la Directive Habitats permettent une application correcte de ces directives, en clarifiant certaines définitions et problématiques (telles que les solutions alternatives, les intérêts publics supérieurs, etc.) ainsi que l'étendue des possibilités d'intervention de l'Union européenne.

Les États membres de l'Union européenne ont la possibilité de faire appel à des financements LIFE pour protéger les habitats et les espèces importants. Cela est également possible lors de la construction de lignes électriques ou de l'amélioration des lignes existantes afin de réduire leur impact sur les habitats et les espèces. Quelques États membres ont bénéficié de financements LIFE sur des problématiques liées aux lignes électriques (telles que l'équipement de pylônes dangereux) et aux

espèces d'oiseaux en danger. Cela concernait par exemple l'Outarde barbue et l'Aigle impérial en Hongrie ainsi que l'Outarde barbue, l'Outarde canepetière et plusieurs espèces de rapaces en Espagne (Aragon).